

BERLINER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

---

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

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 46

Felix Frank

# Die Auswertung großmaßstäbiger Geomorphologischer Karten (GMK 25) für den Schulunterricht

Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VII

100 Seiten, 29 Abbildungen, Legende der Geomorphologischen Karte 1:25 000 (GMK 25)

1987

---

Im Selbstverlag des Institutes für Physische Geographie der Freien Universität Berlin  
ISBN 3-88009-045-9

*Felix Frank*

Die Auswertung großmaßstäbiger Geomorphologischer Karten (GMK 25) für den Schulunterricht



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

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 46

Felix Frank

# Die Auswertung großmaßstäbiger Geomorphologischer Karten (GMK 25) für den Schulunterricht

Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VII

100 Seiten, 29 Abbildungen, Legende der Geomorphologischen Karte 1:25 000 (GMK 25)

1987

---

Im Selbstverlag des Institutes für Physische Geographie der Freien Universität Berlin  
ISBN 3-88009-045-9

## Vorwort des Herausgebers

Die vorliegende Arbeit von F. FRANK wurde im Rahmen des Schwerpunktprogrammes der Deutschen Forschungsgemeinschaft "Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland" konzipiert und bearbeitet. Sie stellt eine unmittelbare Folge- bzw. Begleitarbeit des Schwerpunktprogrammes dar. Ihre Erarbeitung erfolgte am Geographischen Institut Basel, wo mehrere GMK-Blätter entstanden bzw. koordiniert wurden. Der zuständige Blattbetreuer betreute auch die vorgelegte Arbeit.

Die Idee zu der Untersuchung kam aus dem DFG-Schwerpunktprogramm selbst und besitzt Beziehungen zum Schulunterricht und den dortigen Gebräuchen, geowissenschaftliche Karten einzusetzen. Damit sind nicht die üblichen Schullandkarten oder Schulatlaskarten gemeint, sondern "echte" geowissenschaftliche Karten, die an sich für einen anderen Zweck als den Einsatz in der Schule bestimmt waren. Wegen der relativen Häufigkeit besaßen hier die Geologische Karte 1 : 25 000 (= GK 25) oder auch andere, kleinmaßstäbigere geologische Karten eine gewisse Vorrangstellung. Seit es die Bodenkundlichen Karten 1 : 25 000 (= BK 25) in größerer Zahl gibt, erfolgt hier und da auch deren Einsatz. Dieser geschah immer vor dem Hintergrund, geomorphologisch-landschaftskundliches Wissen zu vermitteln und zu illustrieren. Mangels geographie-eigener Karten sah man sich dabei nach einem Ersatz um, der überwiegend in der GK 25 gefunden wurde. Der Geographielehrer sah darüber hinweg, daß in diesen Karten im Grunde andere Sachverhalte dargestellt waren als jene, die gelehrt werden sollten. Gleichwohl war auf dem Wege der thematischen Karteninterpretation aus der GK 25 (oder auch aus der BK 25) sehr viel an geomorphologischen und anderen landschaftskundlichen Sachverhalten herauszuholen.

Dieser Zustand mußte unbefriedigend sein. So bot sich der Musterblattkatalog der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland (= GMK 25 BRD) an, die neuen GMK 25-Blätter auf die Eignung im

Schulunterricht und für geographiedidaktische Zwecke zu untersuchen. Die Geomorphologie und das Schwerpunktprogramm wollten den vielgehörten Behauptungen, daß die facheigene Karte in der Schule anwendbar sei, keine weitere hinzufügen, sondern stattdessen eine fundierte Untersuchung des Problems "GMK 25 in der Schule" beisteuern.

Ziel der Untersuchung war nicht eine wahrnehmungspsychologische Studie über den geowissenschaftlichen Karteneinsatz im Geographieunterricht an der Schule (und ggf. auch Hochschule). Vielmehr sollte an Hand konkreter Blätter aus dem GMK-Projekt gezeigt werden, daß eine Auswertung der geomorphologischen Sachinhalte für schuldidaktische Zwecke durchaus möglich ist. Dies setzte eine intensive Beschäftigung mit den Blattinhalten voraus, gleichzeitig auch gute allgemeinkartographische Kenntnisse.

Die Studie versucht, die Anwendbarkeit und Auswertbarkeit der GMK 25-Blätter für schulische Zwecke zu ermitteln. Dazu wurde ein Auswertungsverfahren entwickelt, das auf die wissenschaftlichen, also geomorphologisch-kartographischen Belange ebenso Rücksicht nimmt wie auf die schuldidaktischen Aussage-möglichkeiten und -bedürfnisse. Die Verwendung von GMK-Blättern stellte dabei sicher, daß nicht von fiktiven Vorgaben ausgegangen wird. Die vorgelegten Auswertbeispiele sind so angelegt, daß andere Blätter der GMK nach dem gleichen Verfahren ausgewertet und schuldidaktisch aufbereitet werden können.

Die Möglichkeiten dazu sind durch den gesamten Musterblattkatalog gegeben, dessen Blätter sich bekanntlich zwischen Nord- und Ostsee sowie Alpen anordnen, also die meisten geomorphologischen Landschaftstypen Deutschlands erfassen. Damit haben die Geographielehrer die Möglichkeit, einen heimatbezogenen geomorphologischen Landschaftstyp auszuwerten. Die Auswertarbeit wird dadurch erleichtert, daß zu allen Blättern Erläuterungen existieren, die auch Aussagen zum Leistungsvermögen des Naturhaushaltes und zur geoöko-

logischen Raumgliederung machen. Man ist also nicht auf eine ausschließlich geomorphologische Auswertung und Anwendung angewiesen. Die Schulen sollten zudem dafür Sorge tragen, daß man mit Klassensätzen arbeitet, weil sich nur durch das dem Schüler einzeln vorliegende Blatt die GMK 25 didaktisch richtig inwertsetzen läßt.

Der physiogeographische Geographieunterricht bekommt durch die GMK 25 und das hier vorgestellte Auswertekonzept ein neues Handwerkszeug zur Verfügung gestellt, das einen aktu-

elleren, umweltbezogenen Unterricht ermöglicht. Das GMK-Schwerpunktprogramm versteht sich auch hier als Innovator. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei dafür herzlich gedankt, daß sie dieses Schwerpunktprogramm langjährig förderte. Nur so war es möglich, auch vermeintlich periphere Bereiche der Geomorphologischen Kartographie - die aber für eine Multiplikation des geowissenschaftlichen Denkens unerlässlich sind - auf außerwissenschaftliche Anwendungen hin zu untersuchen.

Basel, im Herbst 1986 HARTMUT LESER

## Vorwort

Die Geomorphologische Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland (GMK 25) beschäftigt die Physische Geographie sowohl im akademischen als auch im angewandten Bereich. Ausgiebig diskutiert wurden die Probleme ihrer geomorphologischen Aufnahme und kartographischen Darstellung. Immer mehr in den Vordergrund rücken inzwischen Fragen der Anwendung und Auswertung dieses Kartenwerks. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Auswertung der GMK 25 im schulischen Bereich. Ihr Ziel ist es, Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die speziellen Inhalte dieser Karte im Unterricht verwendet werden können. Neben der Erarbeitung eines methodischen Konzepts werden für verschiedene Themenstellungen konkrete Anwendungsbeispiele gezeigt.

Ein einleitendes Kapitel widmet sich der Stellung der Physischen Geographie im Erdkundeunterricht, der schulischen Kartenarbeit im allgemeinen sowie den Arbeiten zur geomorphologischen Detailkartierung in der Bundesrepu-

blik und der bisherigen Diskussion über ihre Anwendbarkeit im schulischen Bereich. Die allgemeine Kennzeichnung von Form und Inhalt der GMK 25 bildet den nächsten Abschnitt: Maßstab, Gradnetz und Layout der Karte werden erläutert. Im methodischen Teil wird ein Konzept zur Kartenauswertung entwickelt. Am praktischen Beispiel "Das Durchbruchstal der Nahe bei Bingen" werden die einzelnen Schritte dargestellt. Breiten Raum nehmen im folgenden Kapitel weitere Beispiele zur Kartenauswertung im Unterricht ein. Konkrete Themenstellungen aus verschiedenen Landschaften werden bearbeitet und entsprechende Arbeitstechniken erklärt. Schließlich werden als Randbereiche der schulischen Auswertung der GMK 25 die Herstellung einer Hangneigungswinkelkarte und die eigene Erarbeitung einer geomorphologischen Karte erwähnt. Den Abschluß der Arbeit bilden Schlußfolgerungen zur Verwendung der GMK 25 als Unterrichtsmittel.

Basel, im Mai 1984

FELIX FRANK



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung .....	11
1.1 Die geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland	12
1.2 Die Anwendbarkeit einer geomorphologischen Detailkartierung .....	15
1.3 Die Lernzielbestimmung eines Unterrichts mit thematischen Karten .....	16
2. Allgemeine Kennzeichnung von Form und Inhalt der GMK 25 .....	17
2.1 Der Maßstab .....	17
2.2 Das Gradnetz und die Gauss-Krüger-Koordinaten .....	18
2.3 Die topographische Grundlage .....	20
2.4 Das Layout der GMK 25 .....	21
2.5 Erläuterungshefte .....	23
3. Die Auswertung der geomorphologischen Detailkarte .....	23
3.1 Die Methode der Kartenauswertung .....	23
3.2 Praktische Kartenauswertung .....	29
3.2.1 Themenstellung: Das Durchbruchstal der Nahe bei Bingen .....	29
3.2.2 Lesen und Erkennen .....	29
3.2.3 Beschreiben und Benennen .....	34
3.2.4 Vergleichen .....	38
3.2.5 Deuten und Erklären .....	38
3.2.6 Darstellen .....	38
3.2.7 Messen .....	40
3.3 Bemerkungen zur Kartenauswertung .....	42
4. Die GMK 25 im Erdkundeunterricht. Beispiele zur Kartenauswertung .....	43
4.1 Die Gliederung des Naturraums .....	43
4.2 Dynamik und Wirkungskraft einzelner Geofaktoren .....	47
4.2.1 Der ständig überflutete marine Bereich .....	49
4.2.2 Die Insel Wangerooge .....	51
4.2.3 Das Wattenmeer .....	53
4.2.4 Das Deichvorland und die Marschen .....	54
4.3 Der Naturraum als Bezugfeld menschlicher Nutzungsansprüche .....	56
4.3.1 Landschaftsgenese .....	57
4.3.2 Oberflächenformen .....	58
4.3.3 Der anthropogene Formenschatz .....	61
4.4 Naturschutz unter ökonomischen Randbedingungen .....	63
4.4.1 Der Dümmer-See .....	63
4.4.2 Das Hüder-Moor .....	65
4.5 Landschaftsformen I: Die Glaziallandschaft .....	69
4.5.1 Jungmoränen .....	70
4.5.2 Sanderflächen .....	70
4.5.3 Toteisnachsackungsformen .....	72
4.5.4 Entwässerungsrinnen .....	73
4.5.5 Altmoränen .....	74
4.6 Landschaftsformen II: Die Schichtstufenlandschaft .....	74
4.6.1 Die Keuper- und Liasstufen .....	75
4.6.2 Die Dogger- und Malmstufen .....	77

	Seite
5. Randbereiche der schulischen Auswertung der GMK 25.....	80
5.1 Hangneigungswinkelkarte .....	80
5.2 Eigene Erarbeitung einer geomorphologischen Karte.....	81
6. Die GMK 25 als Unterrichtsmittel: Schlußfolgerungen .....	82
7. Quellenverzeichnis.....	86
7.1 Literatur .....	86
7.2 Karten.....	88
8. Anhang: Legende der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25) .....	88
Kurzfassung.....	99
Summary.....	99
Résumé.....	100

## Verzeichnis der Abbildungen

		Seite
Abb. 1:	Blattübersicht GMK 25/GMK 100, Stand 1985 .....	14
Abb. 2:	Die Funktion der Basisbreite in der kartographischen Darstellung der geomorphologischen Detailkarte .....	18
Abb. 3:	Aufteilung der Erdoberfläche in Streifen nach Gauss-Krüger .....	19
Abb. 4:	Planzeiger zur Bestimmung der Koordinaten des Punktes. ....	20
Abb. 5:	Ausstattung der GMK 25 .....	21
Abb. 6:	Höhenschichtenkarte der Nahemündung bei Bingen .....	30
Abb. 7:	Das Schema zur Festlegung der Prozeßgruppenfarben .....	32
Abb. 8:	Geologisch-geomorphologische Handskizze der Nahemündung bei Bingen ...	34
Abb. 9:	Profil Münsterer Kopf - Rochusberg - Rhein .....	37
Abb. 10:	Vergleichende Karte des Nahedurchbruchs bei Bingen .....	39
Abb. 11:	Raumskizze zur Genese des Nahedurchbruchs bei Bingen .....	41
Abb. 12:	Grobgliederung des Kartenblattes L 8312 Schopfheim und Lage der GMK 25 Blatt 4 8313 Wehr .....	45
Abb. 13:	Gliederung des Blattes Wehr nach den hauptsächlichen geomorphologischen Prozeßbereichen .....	46
Abb. 14:	Lageveränderung der Insel Wangerooge .....	48
Abb. 15:	Tidewasserstände und Strandabgrenzungen .....	49
Abb. 16:	Der Riffbogen der Harle und der Blattschnitt der GMK 25 Blatt 10 2213 Wangerooge .....	50
Abb. 17:	Transportweg eines Schwebstoffteilchens durch den Gezeitenstrom im Wattenmeer .....	54
Abb. 18:	Strömungsreiche und strömungsarme Bereiche des Wattrausms, ausgeschieden nach den Substratarealen der GMK 25 .....	55
Abb. 19:	Periglaziale Reliefelemente der Dammer Berge .....	60
Abb. 20:	Anthropogene Eingriffe in das Relief der Dammer Berge .....	61
Abb. 21:	Hüder-Hochmoor: Entwässerung .....	66
Abb. 22:	Hüder-Hochmoor: Wegenetz .....	67
Abb. 23:	Hüder-Hochmoor: Bodenbedeckung .....	68
Abb. 24:	Hüder-Hochmoor: Oberfläche .....	68
Abb. 25:	Gliederung des Blattes Bornhöved nach den hauptsächlichen geomorphologischen Prozeßbereichen .....	71
Abb. 26:	Teilkomplex-Profil durch die Keuper- und Liasstufen vom Neckartal bis Heineswald .....	76
Abb. 27:	Teilkomplex-Profil durch die Lias-Dachfläche vom Heineswald bis zum Talboden der Steinlach .....	77
Abb. 28:	Teilkomplex-Profil durch das Dogger-Hügelland und die Dogger-Stufe zwischen Hasenbühl und Weidenweg .....	78
Abb. 29:	Teilkomplex-Profil durch die Malmstufe zwischen Weidenweg und Einwinkel .....	79



# 1. Einleitung

Der schulische Erdkundeunterricht in der Bundesrepublik Deutschland, in Österreich und in der Schweiz beschäftigte sich in der Vergangenheit in unterschiedlichem Ausmaß mit physisch-geographischen Fragestellungen. Noch zu Beginn dieses Jahrhunderts dominierten die Betrachtungen über die naturräumlichen Erscheinungen, der Schulunterricht im Fach Erdkunde (Geographie, Heimatkunde) war bestimmt von naturgeographischen Inhalten. Der Wandel der Fachgeographie hin zu sozial- und gesellschaftsorientierten Betrachtungsweisen hatte in den vergangenen Jahrzehnten starke Auswirkungen auf die Schulerkunde: Ein Blick in die in den aufgeführten Ländern gängigen geographischen Schulbuchwerke zeigt, daß die sozialgeographischen Aspekte gegenüber den physisch-geographischen überwiegen. Nur noch eine Minderheit der in der unterrichtsbezogenen Fachliteratur veröffentlichten Beispiele für die Schulpraxis und nur noch eine kleine Zahl der geographischen Arbeitsmittel und Unterrichtshilfen beschäftigen sich mit naturräumlichen Zusammenhängen und Bezügen. In der Bundesrepublik Deutschland mögen zudem die neuen gemeinschaftskundlichen Unterrichtsformen und die fächerintegrierende Gesellschaftskunde dazu beigetragen haben, daß physisch-geographische Arbeitsweisen und Denksätze verdrängt wurden.

Diese Entwicklung hat in den letzten Jahren einen Wandel erfahren. Das wachsende Bewußtsein für den Schutz und die Erhaltung einer intakten Umwelt verlangt ein größeres Maß an Kenntnissen über die natürlichen Prozesse und Zusammenhänge. Eine Analyse des Landschaftshaushaltes, eine Betrachtung der Belastung eines Raumes oder eine Beurteilung der Konsequenzen menschlicher Eingriffe in einen Naturhaushalt können allerdings nur dann angemessen erfolgen, wenn die entsprechenden geowissenschaftlichen Methoden richtig angewendet werden. Verschiedene Beispiele aus jüngerer Zeit belegen eindrücklich, daß der Erdkundeunterricht durchaus derart anspruchsvolle Inhalte aufnehmen kann (u.a. AERNI & STAUB 1982, GRUETTER et al. 1982, GEIGER 1978). Ihre Zielsetzung ist, den Schüler mit den physisch-geographischen Grundlagen

seines Lebensraumes vertraut zu machen und ihm Einblicke in die naturräumlichen Prozesse zu vermitteln. Damit verbunden ist die Gewinnung von Einsichten über die vielfältigen Auswirkungen aller Formen der Raumnutzung und der Erwerb von Kenntnissen über die sich aus der Nutzung ergebenden Konsequenzen für den Landschaftshaushalt.

Eine traditionelle geowissenschaftliche Arbeitsmethode ist die Kartierung. In ihren vielfältigen Erscheinungsformen hatte die Karte für die Geographie immer eine ganz besondere Bedeutung, und ihre Anwendung als Darstellungsmittel für räumliche Beobachtungen, Strukturen und Konzepte ist entsprechend umfassend gewürdigt worden. In neuerer Zeit ist allerdings nicht zu übersehen, daß andere Darstellungs- und Erhebungsmethoden an Bedeutung gewinnen: Luftbilder, Satellitenaufnahmen sowie quantitative, statistische und geometrische Modelle werden verwendet, um den neuen Forschungsansätzen der Fachgeographie gerecht zu werden. Auch wenn diese neuen Medien nicht unterschätzt werden dürfen - und bisweilen sogar Eingang in den Erdkundeunterricht finden - ist doch unbestritten, daß die Karte neben dem Schulbuch das fachspezifische Medium im geographischen Unterricht darstellt (SPERLING 1978). Die Karte weist einige Vorteile auf, die gerade im Schulunterricht bedeutungsvoll sind: Maßstabsgerechtigkeit, Nordorientierung, zweckorientierte Generalisierung, schnelle Lesbarkeit durch die Zeichenlegende und die gezielte Darstellung für ausgewählte Sachverhalte sind zu nennen (SCHOLZ et al. 1980).

Der Gebrauch von Karten im Unterricht braucht keineswegs auf die Verwendung topographischer Karten der verschiedenen Maßstabsreihen beschränkt zu bleiben. Die Diskussionen in der Bundesrepublik Deutschland über die Revision des geographischen Curriculums und die daraus hervorgegangene Formulierung von neuen Lernzielen im Erdkundeunterricht (unter anderem im ERNST 1970, SCHULTZE 1970) haben an Stelle des länderkundlichen Durchgangs allgemeingeographische Sachverhalte treten lassen. Damit wurde ein neuer geographischer Bildungsbe-

griff postuliert. Regionale Beispiele in mehr oder weniger exemplarischer Form führen zu funktionalen, genetischen oder ökologischen Fragestellungen. Der Schüler lernt nicht mehr Länder anhand generalisierender Fakten und dominanter Faktoren, sondern er erwirbt geographische Kenntnisse, die in neuen Zusammenhängen wieder angewendet werden können (SCHULTZE 1979). Es erstaunt somit nicht, daß die thematischen Karten und die auf Geländearbeit beruhende Originalkartographie zusehends wichtiger werden. Die Kartenarbeit in der Schulgeographie hat nicht mehr die alleinige Funktion, länderkundliche Betrachtungen zu unterstützen. Durch die Neuorientierung des Faches mit der Einbringung von Lernzielen aus den Bereichen "Umweltschutz", "Landschaftshaushalt", "Raumordnung" etc., hat die Kartenarbeit eine Fülle von Aufgaben erhalten. Dazu zählt unter anderem die schwerpunktmäßige Bearbeitung typischer geographischer Einheiten.

Die thematischen Karten haben im Erdkundeunterricht einen breiten Anwendungsbereich gefunden. Aus praktischen Gründen wird häufig auf die in den Atlanten vorhandenen thematischen Beikarten zurückgegriffen. Wie sehr sich die Diskussionen um Wesen und Inhalt des wissenschaftlichen Faches Geographie auf das Schulfach übertragen haben zeigt sich am Wandel der Darstellungsformen und Inhalte der Schulatlanten. Früher stand die Vermittlung und Aneignung von topographischem Wissen im Vordergrund, weshalb die Kartenwerke neben den politischen Karten einen hohen Anteil an physischen Karten aufwiesen. Thematische Nebenkarten beschränkten sich meist auf die Darstellung einzelner Geofaktoren. In den letzten Jahren rückten die thematischen Karten zusehends in den Vordergrund, und die physischen Karten wurden abgelöst von Bodenbedeckungskarten. Eine Analyse neuerer Schulatlanten aus verschiedenen Ländern hat ergeben, daß der Anteil an thematischen Karten mittlerweile bei mindestens 60 % liegt und bei Oberstufenkartenwerken sogar 75 % erreichen kann (ARNBERGER & MAYER 1972). Der Stellenwert der Arbeit mit der thematischen Karte ist bedeutend, und es ist unumgänglich, den Schüler mit den Methoden der thematischen Kartographie vertraut zu machen. Damit werden ihm Einblicke in die

Arbeitsweisen der Geographie vermittelt. Die Fähigkeit des Kartengebrauchs ermöglicht es dem Schüler aber auch, die ihm im Alltag begegnenden Karten als geographische Informationsträger gebrauchen zu können.

Neben den Atlaskarten sind auch die Kartenbeilagen der Schullehrbücher meist in einem kleinen Maßstab gehalten. Unabhängig vom Maßstab ist die Sprache der Karten weitgehend eine Signatur- und Symbolsprache. Kartenarbeit bedeutet in allen Maßstabsgruppen eine gedankliche Rückübersetzung der graphischen Zeichen in eine Vorstellung der räumlichen Wirklichkeit (BERTIN 1974). Die Beschäftigung mit der Karte setzt also ein hohes Maß an räumlicher Vorstellungskraft voraus, um das zweidimensionale Abbild einer dreidimensionalen Wirklichkeit richtig verstehen zu können. Die generalisierte Darstellung in den kleineren Maßstäben erschwert diesen Vergleich zwischen Karte und Wirklichkeit. Gerade deshalb ist die Verwendung einer großmaßstäbigen Karte bei vielen Gelegenheiten vorzuziehen. In ihrer Maßstabsgröße kommt die Darstellung des Kartenbildes der Landschaftswirklichkeit um einiges näher.

Seit etlichen Jahren wird in verschiedenen Ländern den geomorphologischen Kartendarstellungen im Zusammenhang mit wissenschaftlichen und praktischen Aufgabenstellungen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Im Rahmen des Schulunterrichts gehören geomorphologische Themen wohl zu den schwierigeren Unterrichtsstoffen und bedürfen eines Darstellungsmittels, das trotz einer hohen Abstraktionsstufe eine gute Anschaulichkeit besitzt. Die Frage, in welchem Rahmen die geomorphologische Detailkarte der Bundesrepublik Deutschland zur Aneignung geomorphologischer und allgemein naturwissenschaftlicher Kenntnisse über die Genese und Struktur einer Landschaft beitragen kann, ist Thema dieser Arbeit.

### **1.1 Die geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland**

Die Geschichte der geomorphologischen Kartierung in der Bundesrepublik Deutschland ist von ANNAHEIM (1956), LESER (1967, 1974) und GOHL (1972) umfassend dargestellt wor-

den. Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die großmaßstäbige geomorphologische Kartierung mit der richtungsweisenden Arbeit von PASSARGE (1914) begann. Aus methodischen, inhaltlichen und formalen Gründen war in jüngerer Zeit die geomorphologische Kartierung gehemmt und die Vergleichbarkeit und Anwendbarkeit der Karten erschwert (LESER 1967, 1974). Häufig waren es Karten mit "vorwiegend pedologischem, geologischem, hydrologischem oder vorwiegend topographischem Charakter", die als geomorphologische Karten bezeichnet wurden (LESER 1967:104). Erst die Diskussionen und vorbereitenden Arbeiten um eine einheitliche Legende für eine geomorphologische Karte der BRD im Maßstab 1 : 25 000 brachte einen methodischen Neuansatz. Für den regionalen Bereich der Bundesrepublik wurde die internationale Erfahrung aufgenommen, die seit dem 19. Internationalen Geographischen Kongress der IGU (Stockholm 1960) in der IGU-Kommission "Geomorphological survey and mapping" ihren Ausdruck fand. Ausgehend von den Arbeiten von BASHENINA et al. (1968), DEMEK (1972, 1976) und den Überlegungen der internationalen geomorphologischen Kartographie (KUGLER 1965a, GELLERT 1968, TRICART et al. 1972) konnte 1973 eine erste Legendenfassung, die "rosa Legende" veröffentlicht werden (GÖBEL, LESER & STÄBLEIN 1973). Die ersten Erfahrungen mit dieser Kartierungsgrundlage fanden Eingang in die Diskussionen für eine zweite, überarbeitete Auflage, die "grüne Legende" (LESER & STÄBLEIN 1975). Diese Richtlinien galten ab 1976 als verbindliche Grundlage für die als DFG-Schwerpunktprogramm "Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland" begonnene Kartierung der ersten Blätter der großmaßstäbigen Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland (= GMK 25).

Mit den Richtlinien der grünen Legende wurde ein einheitlicher Rahmen für die geomorphologische Kartierung geschaffen. Die speziellen Bedürfnisse, die lokalen Verhältnisse und die wissenschaftlichen Ansichten des Kartierers werden dadurch nicht beeinträchtigt, und es soll ein gemeinsamer Grundzug die verschiedenen Karten charakterisieren. Auch bei unterschiedlichen Bearbeitungsgrundsätzen soll die geomorphologische Information durch die ein-

heitlichen Bezeichnungen und die festgelegte kartographische Darstellung verständlich umgesetzt werden können (STÄBLEIN 1979). Im Jahre 1977 erschien ein Musterblatt zur geomorphologischen Detailkartierung mit Kartenausschnitten der Blätter 1726 Flintbeck und 5018 Wetter (BARSCH et al. 1978). Damit konnte die Konzeption im Hinblick auf kartographische und drucktechnische Belange überprüft werden. Die beiden Vorlaufkarten des Schwerpunktprogramms, das Blatt 5860 Königsstein im Taunus (WERNER 1977) und das Blatt 5125 Friedewald (GÖBEL 1978), sind keine Musterblätter. Sie weichen in Inhalt und Form deutlich ab von den im Rahmen der geomorphologischen Detailkartierung erstellten Kartenblättern.

Unter dem Einfluß der angelaufenen Kartierungen wurden verschiedene Änderungen und Ergänzungen der Kartierlegende nötig, ohne allerdings von der Grundkonzeption und der Einteilung der Hauptrubriken abzuweichen (LESER & STÄBLEIN 1978). Dieser dritten Fassung der allgemeinen Legende entspricht die 1979 im Geographischen Taschenbuch veröffentlichte vierte Fassung (LESER & STÄBLEIN 1979).

Im Jahr 1980 lagen bereits fünf Blätter mit repräsentativen geomorphologischen Landschaftstypen im Rahmen der geomorphologischen Detailkartierung vor:

Blatt 1,	1927 Bornhöved*
Blatt 2,	5018 Wetter
Blatt 3,	6417 Mannheim-Nordost
Blatt 4,	8313 Wehr*
Blatt 5,	3415 Damme*

Bis Frühjahr 1984, die vorliegende Arbeit wurde zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen, sind die folgenden acht Blätter hinzugekommen:

Blatt 6,	3814 Bad Iburg*
Blatt 7,	3923 Salzhemmendorf*
Blatt 8,	1826 Bordsesholm*
Blatt 9,	7520 Mössingen*
Blatt 10,	2213 Wangerooe
Blatt 11,	6013 Bingen
Blatt 12,	6714 Edenkoben
Blatt 13,	3545 Berlin-Zehlendorf.

(Für die mit \* bezeichneten Kartenblätter waren im Frühjahr 1984 Erläuterungshefte erhältlich).

Insgesamt sind 27 Blätter für die geomorphologische Detailkartierung im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms vorgesehen (weitere zehn Blätter erscheinen als GMK 100; diese werden in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt). Die Aufnahmen führen Arbeitsgruppen zahlreicher geographischer Hochschulinstitute durch (Abb. 1).

Es ist nicht das Ziel, ein deckendes Kartenwerk zu schaffen, sondern die Grundlage für ein solches: "Es werden Kartierungstechniken und eine Methodik entwickelt sowie Musterblätter vorgelegt, nach denen andere Meßtischblätter der BRD kartiert werden können" (LESER 1976:169). Die Möglichkeit, daß auch außerhalb des Schwerpunktprogramms der vor-

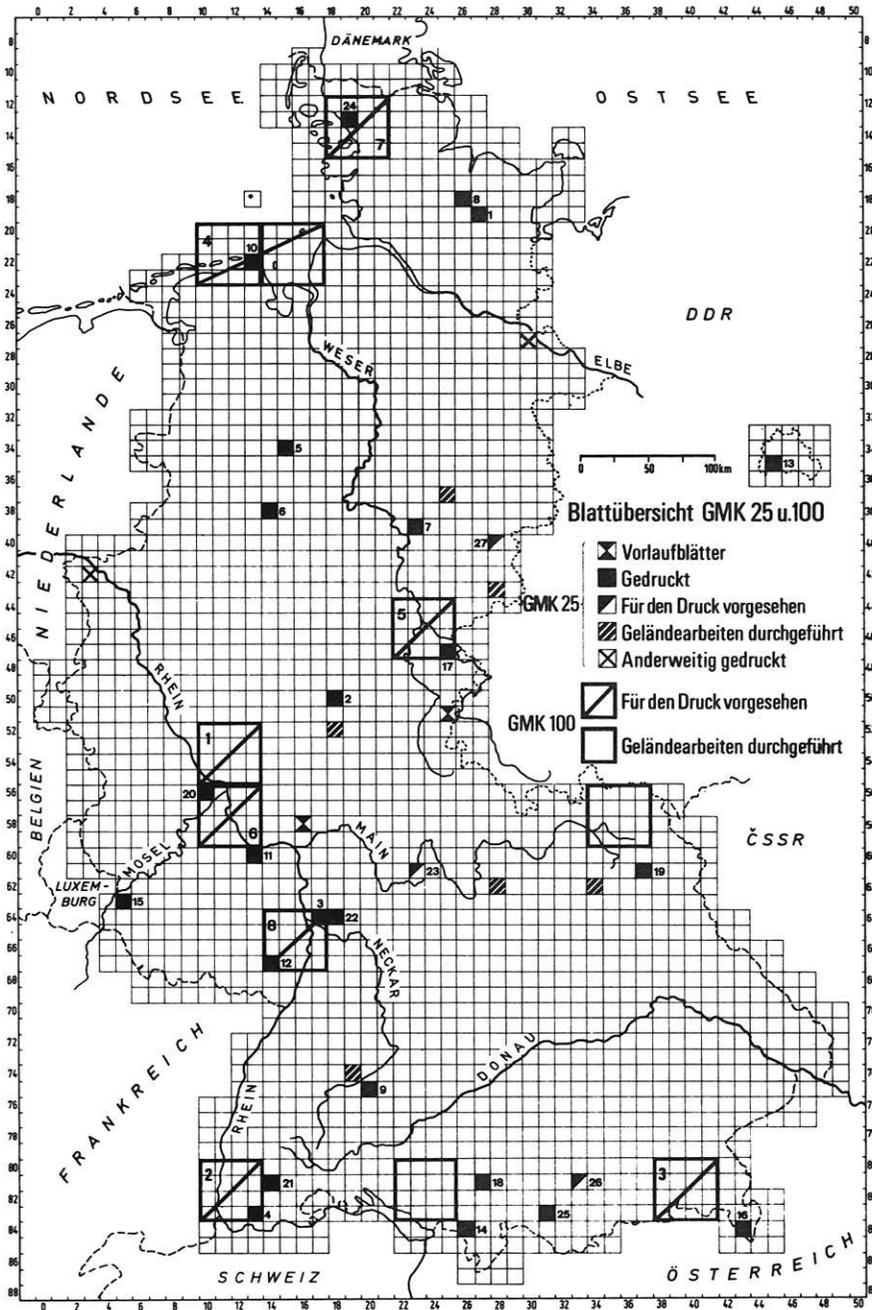


Abb. 1: Blattübersicht GMK 25/GMK 100, Stand 1985.

liegenden Legende gefolgt wird, ist also gegeben. Mehr als 2000 Blätter der Topographischen Karte 1 : 25 000 (= TK 25) decken das Gebiet der Bundesrepublik ab. Wenn die 35 Blätter der GMK erschienen sind, werden knapp 2 % der Landesfläche so dargestellt sein. Es liegen allerdings viele geomorphologische Karten aus manchen Regionen in kleineren Maßstäben vor, die mit wenig Aufwand der allgemeinen Legende angeglichen werden könnten (GOHL 1972, LESER 1974).

## 1.2 Die Anwendbarkeit einer geomorphologischen Detailkarte

Die Frage der Anwendbarkeit einer geomorphologischen Detailkarte in Forschung, Lehre und Praxis war nicht Anlaß für die Errichtung des Schwerpunktprogramms, aber doch immer "ein zusätzlich zu berücksichtigender Aspekt" (BARSCH & LIEDTKE 1980:10). Die vorliegende Legende und die Tatsache, daß inzwischen (Stand Frühjahr 1984) eine ganze Reihe von Karten benutzt werden können, rückt die Frage der praktischen Verwendbarkeit stärker in den Vordergrund. Die auf der GMK 25 ausgewiesenen Leitlinien des Reliefs, die Kleinformen, die Hangneigung, die aktuellen Prozesse und die flächen- und linienhaft dargestellten anthropogenen Einwirkungen auf das Relief lassen in erster Linie einen Einsatz der Karten für planerische Zwecke erwarten. Unter anderen zeigen BARSCH & MÄUSBACHER (1979, 1980), KIENHOLZ (1980), LESER (1974, 1980, 1983), MÄUSBACHER (1983) und STÜRM (1983), was eine geomorphologische Karte in diesem Anwendungsbereich bieten kann. Die Frage, ob die besondere Darstellungsmethode der GMK 25 mit ihrem hohen Informations- und Erkenntniswert auch einen allgemeineren, bildenden Wert hat, bejahen verschiedene Autoren und weisen auf die grundsätzliche Bedeutung einer geomorphologischen Karte für die Schule hin: Sie könne die bisher verwendeten geowissenschaftlichen Karten (Bodenkarten, Geologische Karten, Klimakarten, Hydrologische Karten) ergänzen (ANDRES et al. 1983), eine naturwissenschaftliche Basis als Einsteig in die Problematik des Natur- und Umweltschutzes schaffen (LESER 1974) oder ganz allgemein als fachspezifisches Instrument im Erdkundeunterricht dienen. Immer

leiste sie damit einen Beitrag zum Verständnis unseres Lebensraumes.

Ausgehend von diesem theoretischen Anspruch sind die Möglichkeiten einer schulischen Anwendung der großmaßstäbigen thematischen Originalkarte zu diskutieren. Es kann vorausgesetzt werden, daß schon in unteren und mittleren Schulstufen anhand von Atlanten oder geographischen Lehrmitteln eine Einführung in das Kartenverständnis erfolgt. Eine beliebte Methode für die Darstellung der Abstraktion von der Wirklichkeit zur Karte ist die Wahl eines Luftbildes (Schräg- bzw. Senkrechtaufnahme) eines bekannten Gebietes. Ausgehend davon wird das Wesen der kartographischen Darstellungsmethoden bis hin zum Problem der Generalisierung aufgezeigt. Einer ersten Einführung in die thematische Kartographie dienen Karten der Bevölkerungsverteilung oder der Bodenschätze eines bestimmten Gebietes.

Der Hauptunterschied dieser Lehr- und Lernkarten zu einer Originalkarte wie der GMK 25 ist, daß der Inhalt der Originalkarte im Rahmen ihrer Themenstellung nicht begrenzt ist. Im Gegensatz zu einer einfachen physischen Karte ist somit von einer ungleich höheren Abstraktionsstufe auszugehen, und es macht es keineswegs einfacher, daß raumbezogene Fragen in den Atlanten und Schulbüchern fast ausnahmslos mit kleinmaßstäbigen Karten abgehandelt werden.

Physische Karten mit ihrer rein beschreibenden Darstellung des Reliefs reichen für eine Behandlung geomorphogenetischer Themen nicht aus. Die Verwendung einer geologischen Karte - diese sind häufig, wenn auch meistens nur in kleinem Maßstab, in Atlanten vertreten - ist dazu ebenfalls nicht zu empfehlen. Eine Erklärung der Genese der Oberflächenformen ist nicht in ausreichendem Maße möglich. Gerade hier ist eine Verwendung der geomorphologischen Karte angebracht. Sie fördert nicht nur, wie eine topographische Karte, das räumliche Sehen und Denken, sondern leitet über zu einem entwicklungsgeschichtlichen Denken (SCHOLZ 1973). Der Schüler wird bei der Arbeit mit einer großmaßstäbigen thematischen Karte, das heißt bei deren Auswertung, ungewohnten Schwierigkeiten begegnen. Neben

der zu bewältigenden Fülle an Informationen, die in einem einzigen Blatt der GMK 25 enthalten ist, wird die Kartenarbeit durch unbekannte, themenspezifische Signaturen zusätzlich erschwert. Umso mehr gilt es, die Schüleraktivitäten im Umgang mit einer für sie neuartigen Karte zu betonen. Gleichzeitig muß auch für den Schüler offenkundig werden, welche Aussagefunktionen eine Originalkarte hat, wo ihre Grenzen liegen, und durch welche andere Methoden Ergänzungen vorgenommen werden können. Die Problematik aller Formen der Informationsvermittlung liegt darin, wie man bestimmte Aussagen festhält, damit sie rasch und richtig zugleich aufgefaßt werden können. Die kartographische Ausdrucksform, welche nicht nur eine beschreibende, sondern auch eine erklärende Aufgabe hat, ist von dieser Problematik nicht ausgenommen (ARNBERGER 1966).

### 1.3 Die Lernzielbestimmung eines Unterrichts mit thematischen Karten

Die Vermittlung von Grundeinsichten in physisch-geographische Themenkreise kann mit der Erkenntnis begründet werden, daß der Menschheit zur Verfügung stehende Raum immer enger wird und sich darin die verschiedensten Nutzungsansprüche überlagern und gegenseitig bedrängen. Die Einsicht gewinnt an Boden, daß damit jeder Landschaftshaushalt gefährdet ist und geschädigt werden kann. Die Beschäftigung mit physisch-geographischen Methoden sollte deshalb "mehr als je zuvor vor allem auch darin bestehen zu zeigen, welche Bedeutung Geo-Faktoren für die sogenannten 'Grundfunktionen' (Daseinsgrundfunktionen) unserer Gesellschaft besitzen, wie unbedingt nötig die Berücksichtigung dieser Faktoren und ihrer Wechselbeziehungen zu sozialen Gruppen bei allen Nutzungsansprüchen an den Raum, an die Erdoberfläche ist" (SEMMELE 1975:386). Wenn hier vertreten wird, daß dabei der Geomorphologie und ihren Methoden eine wichtige Rolle zukommt, so ist das nicht nur damit zu begründen, daß dem Relief als "Regelfaktor im Landschaftshaushalt" (LESER 1978:48) eine zentrale Bedeutung zukommt. Auch ist zu beachten, daß die Einbeziehung der geomorphologischen Methoden im Schulunterricht - und damit auch die Arbeit mit einer großmaßstäbi-

gen geomorphologischen Karte - in besonderer Weise die Lernzielansprüche zu erreichen hilft. Den Betrachtungen sind die in der Bundesrepublik Deutschland postulierten Lernziele zugrundegelegt, welche den Kategorien "Wissen", "Können" und "Werten" zuzuordnen sind (BAUER 1976, SPERLING 1982):

- Die kognitiven Lernziele (Wissen) umfassen das Erlangen kartographischen Grundwissens. Kartenarbeit ist damit keine einmalige Angelegenheit, sondern ein "durchgängiges Unterrichtsprinzip des geographischen Unterrichts" (SPERLING 1982:14). Ein Einblick in die Forschungsmethoden und ein Überblick über deren Anwendungsbereiche wäre ebenso einzuschließen wie die normalerweise zu diesem Bereich zählenden Lernziele aus dem Gebiet des schulischen Lernens.
- Bei den instrumentalen Lernzielen (Können) stehen die Übung im Kartenlesen (die rasche Gewinnung kartographischer Information) und die eigene kartographische Gestaltung im Vordergrund. Das Kartenlesen gehört zu den wichtigsten instrumentalen Lernzielen des geographischen Unterrichts und nimmt einen entsprechenden Raum ein: Die Fähigkeit des Beobachtens, des Interpretierens, des Protokollierens und der Anwendung sind an Beispielen der Physischen Geographie besonders anschaulich zu entwickeln.
- Die affektiven Lernziele (Werten) beinhalten die Weckung von Interessen und Einsichten. Wer kartographische Informationen aufnimmt, sollte diese "kritisch reflektieren und lebenspraktisch operationalisieren können" (SPERLING 1982:14).

Das Hauptziel des lernzielorientierten Unterrichts ist demnach, für die Bewältigung von Lebenssituationen die nötigen Qualifikationen zu erwerben (HAUSMANN 1972, SCHULTZE 1979). In den letzten Jahren ist allerdings deutlich geworden, daß in einer sich rasch verändernden Welt auch die Ansichten über den Inhalt solcher zukunftsbezogener Qualifikationen einem steten Wandel unterliegen. Eine zentrale Aufgabe ist deshalb, den Schüler darauf vorzubereiten, sich mit neuen Aufgaben auseinanderzusetzen und Probleme selbständig

lösen zu können. Eine wichtige Voraussetzung dazu ist die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen. Beispielsweise ist der Inhalt eines Informationsträgers zu beschreiben, umzusetzen und in einfacher Form darzustellen. Verkürzt ist das der Rahmen der instrumentalen Lernziele, die folglich einen we-

sentlichen Anteil des geographischen Unterrichts einnehmen. Die Fähigkeit zur genauen Beobachtung, zum logischen und kausalen Denken und zur Umsetzung ist gefordert. Es gilt im folgenden zu zeigen, welchen Beitrag die Kartenauswertung einer GMK 25 leisten kann, um diese Zielsetzungen zu erfüllen.

## 2. Allgemeine Kennzeichnung von Form und Inhalt der GMK 25

Gegenstand der Geomorphologie ist die Erforschung und Beschreibung der erkennbaren und unterscheidbaren Formen der Erdoberfläche, welche einer natürlichen bzw. anthropogenbeeinflussten Veränderung unterworfen sind. Die geomorphologischen Karten haben im Rahmen der geomorphologischen Arbeit sowohl die Aufgabe eines Darstellungs- als auch eines Forschungsmittels. Ausführliche Übersichten zu den unterschiedlichen Arten der geomorphologischen Kartographie finden sich bei WILHELMY (1966), HAKE (1976) und bei WITT (1979). Die geomorphologische Detailkarte GMK 25 berücksichtigt als mehrschichtige komplexgeomorphologische Karte sowohl geomorphographische, geomorphodynamische als auch geomorphogenetische Sachverhalte und veranschaulicht damit den Formenschatz in vielfältiger Art und Weise. Diesem hohen Anspruch wird sie gerecht durch eine exakte, geologische und pedologische Aufnahmen einschließende Kartierung (Feldaufnahmen im Maßstab 1 : 10 000) und durch eine Legende, die die Darstellung und Deutung des Reliefs auch unter der Berücksichtigung der Reliefformen ermöglicht.

Als "verkleinerte, vereinfachte, inhaltlich ergänzte und erläuterte Grundrißbilder von Teilen der Erdoberfläche" (IMHOF 1968:68) besitzen Karten einen Maßstab, der diese Verkleinerung angibt. Zur Entwicklung einer richtigen Raumvorstellung sollte sich der Kartenbenutzer stets über das Maß dieser Verkleinerung bewußt sein. Dieser Punkt erlangt besonders bei Entfernungs- und Flächenmessungen und bei der Zeichnung von Profilen,

wenn der Unterschied zwischen dem Längen- und Höhenmaßstab bekannt sein muß, große Bedeutung. Als "verebnetes" Grundrißbild (WILHELMY 1966:13) zeigt die GMK 25 - entsprechend ihrer Themenstellung - in besonderer Weise das Relief. Der Benutzer sollte die spezifischen kartographischen Darstellungsformen erkennen können und fähig sein, z.B. Höhenunterschiede oder Neigungen festzustellen. Mit der Verebnung des Kartenbildes hängt auch die Projektion zusammen. Die Hauptprojektion und ihre Eigenschaften spielen dabei weniger eine Rolle als die Kenntnis des Gitternetzes. Damit umgehen zu können ist ebenso eine Voraussetzung der Kartenarbeit wie der richtige Gebrauch der Legende. Diese weist den Benutzer auf die Karteninhalte hin und bildet so den Ausgangspunkt für die Kartenauswertung.

### 2.1 Der Maßstab

Mit dem Maßstab 1 : 25 000 gehört die GMK 25 in die Maßstabsgruppe der "Thematischen Karten großer Maßstäbe" (ARNBERGER 1966:67), der "Thematischen Spezialkarten" (LOUIS 1960:54) oder der "Detailkarten" (DEMEK 1976:14). Auf einem hinreichend großen Ausschnitt - Grundlage und Orientierungsrahmen der einzelnen Blätter der GMK 25 ist ein vollständiger Graudruck der entsprechenden amtlichen topographischen Karte 1 : 25 000 - kann flächendeckend bei genügender Übersichtlichkeit und hoher Genauigkeit ein Optimum an geomorphologischen Sachverhalten

dargestellt werden. Mit dem Blattschnitt der TK 25 sind direkte Vergleichsmöglichkeiten zu geologischen, bodenkundlichen und hydrologischen Karten desselben Maßstabs gegeben.

Der Maßstab, definiert als das lineare Verkleinerungsverhältnis der Karte gegenüber der Natur (BLASCHKE et al. 1977), setzt allerdings bezüglich der Auflösung Grenzen: 100 m im Gelände entsprechen auf dem Kartenblatt nur noch 4 mm. Areale können demzufolge nur sinnvoll wiedergegeben werden, wenn sie eine Größe von mindestens 50 x 100 m aufweisen, was auf der Karte 2 x 4 mm entspricht (BARSCH et al. 1978, STÄBLEIN 1979). Für die Aufnahme und Darstellung gilt die Basisbreite (B) als Richtwert: Formen mit einer Basisbreite von über 100 m werden in ihre Reliefelemente aufgelöst (und sind damit bis zu einem gewissen Grad auch quantitativ gekennzeichnet); für Formen mit einer Basisbreite unter 100 m stehen Signaturen in charakteristischer Auswahl zur Verfügung (Abb. 2).

## 2.2 Das Gradnetz und die Gauss-Krüger-Koordinaten

Der Kartenrahmen der TK 25 (und damit auch der GMK 25) wird durch die Netzlينien der geographischen Koordinaten gebildet und ist im Abstand von 10 Längen- und 6 Breitenminuten geschnitten (Gradabteilungskarten). Deshalb wechselt die in konstantem Maßstab dargestellte Gebietsgröße mit der geographischen Lage des Kartenblattes und die Blätter zeigen eine Trapezform (Konvergenz der Längenkreise):

Kartenblatt	Kartenbild Höhe x Breite; in cm	Fläche in Km <sup>2</sup>
2213 Wangerooge	44.52 x 44.03/43.92	ca. 122
8313 Wehr	44.57 x 50.13/50.03	ca. 139

Einzelne Punkte im Kartenblatt lassen sich durch die im Kartenrahmen und als Gitterlinien aufgedruckten Gauss-Krüger-Koordinaten

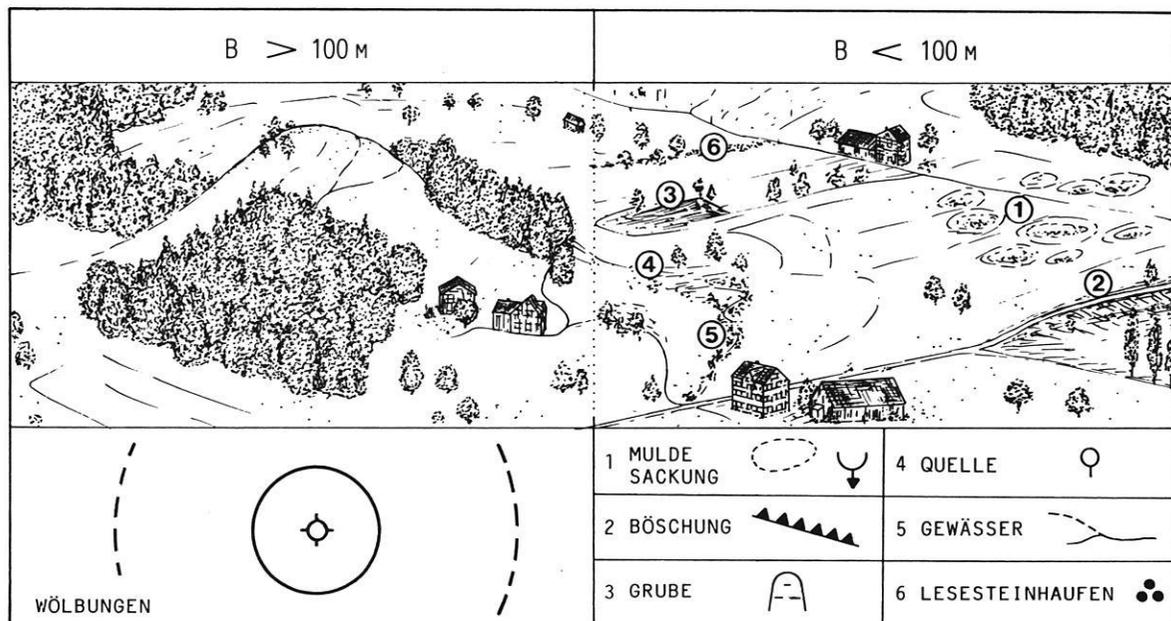


Abb. 2: Die Funktion der Basisbreite (B) in der kartographischen Darstellung der geomorphologischen Detailkarte GMK 25.

Die Basisbreite (B) ist der größte Grundrißdurchmesser des betreffenden Reliefelements. Bei Reliefformen mit großer Längserstreckung (z.B. Täler und Böschungen) ist deren Breite maßgebend (LESER & STÄBLEIN 1975).

bestimmen (Abb. 3). Dieses Koordinatensystem, das die gesamte Kartenfläche bedeckt, beruht auf der von GAUSS entwickelten und von KRÜGER verbesserten Einteilung der Erdoberfläche in Meridianstreifen von drei Längengraden Ausdehnung. Der durch Greenwich verlaufende Meridian (= Mittelmeridian des ersten Meridianstreifens) hat die Kennziffer 0, in östlicher Richtung werden die Meridianstreifen fortlaufend durchnummeriert:  $3^\circ = 1$ ;  $6^\circ = 2$ ;  $9^\circ = 3$  etc.). Damit liegt der westliche Teil der Bundesrepublik Deutschland im Bereich des Meridianstreifens mit der Kennziffer 2.

Die Entfernung vom Äquator gibt der Hochwert (H) wieder. Punkte mit positivem Vorzeichen liegen nördlich des Äquators. Die Ost-West-Lage, der Rechtswert (R), nimmt auf das Meridiannetz Bezug und zeigt den Abstand vom jeweiligen Mittelmeridian. Die Kennziffer für den jeweiligen Mittelmeridian wird zur Lokalisierung mit dem Wert 500 000 ergänzt, um auch diese Werte vom Vorzeichen befreien zu können: So haben alle Punkte westlich vom

Mittelmeridian einen Wert unter 500 000, alle östlich davon einen solchen von über 500 000. Die Abstände vom Äquator bzw. vom Mittelmeridian lassen sich mit großer Genauigkeit angeben. Es bedeutet also:

$$H = 5706023 / R = 3545324,$$

daß dieser Punkt 5 706 023 m nördlich vom Äquator und 45 324 m östlich des 9. Längengrades liegt (Kennziffer 3, d.h. dritter Meridianstreifen;  $545\,324 - 500\,000 = +45\,324$ ). Wenn dagegen:

$$R = 3499000,$$

so liegt dieser Punkt 1000 m westlich des 9. Längengrades (Kennziffer ist 3, d.h. dritter Meridianstreifen;  $499\,000 - 500\,000 = -1000$ ).

Die Gauss-Kürger-Koordinaten sind aufgedruckt als Gitternetz mit einer Maschenbreite von 4 cm (entsprechend 1 km in der Natur). Damit lassen sich auch die Planquadrate eindeutig

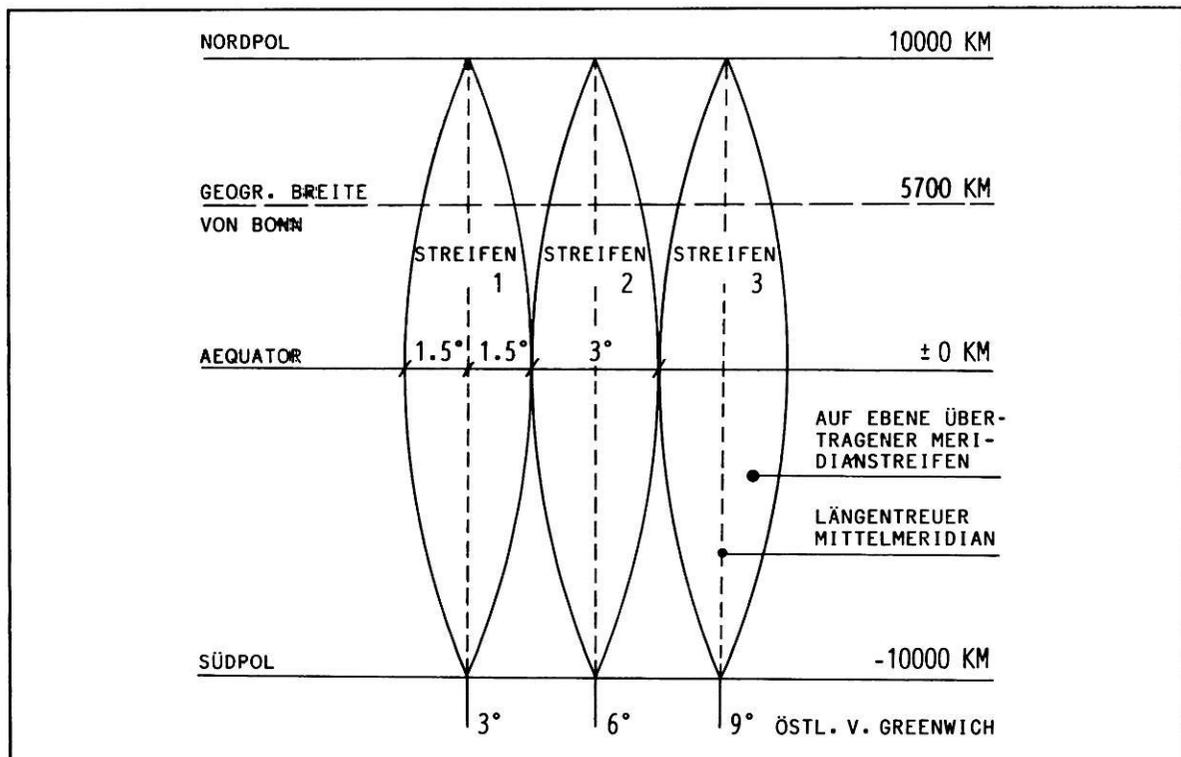


Abb. 3: Aufteilung der Erdoberfläche in Streifen nach GAUSS-KRÜGER (nach BLASCHKE et al. 1977, verändert).

festlegen. Ihre Benennung erfolgt durch die Angabe der nach unten und nach links begrenzenden Gitterlinien. Das Abgreifen eines bestimmten Punktes geschieht am einfachsten mit Hilfe eines Planzeigers (Kartenzeigers, Koordinatenmessers). Der Planzeiger ist ein rechter Winkel, auf dessen Schenkeln die Teilung in demselben Maßstab aufgezeichnet ist wie es der verwendeten Karte entspricht. Für die Messung der Koordinaten wird der Planzeiger an eine waagerechte Gitterlinie gelegt und so lange verschoben, bis die senkrechte Teilung den zu bestimmenden Punkt berührt (Abb. 4).

Eine Punktbestimmung mit dem geographischen Gradnetz ist schwieriger, weil auf der Karte zuerst die nötigen Hilfslinien für die geographische Breite und Länge zu bestimmen sind. Dies sind aber keine Geraden, sondern schwach gekrümmte Linien.

Bei Winkelangaben ist zu beachten, daß innerhalb eines Meridianstreifens nur der jeweilige Mittelmeridian nach geographisch-Nord ausgerichtet ist. Deshalb entsprechen die Ordinaten des Gitternetzes nicht der Nordrichtung. Den Winkel zwischen geographisch-

Nord und Gitter-Nord bezeichnet man als Meridiankonvergenz, denjenigen zwischen geographisch-Nord und magnetisch-Nord als Deklination.

### 2.3 Die topographische Grundlage

Der topographische Kartengrund liefert das geometrische Gerüst und die zum Verständnis der geomorphologischen Darstellung erforderlichen topographischen Angaben. Der Graudruck der vollständigen Topographie (ohne Gewässerangaben) gewährleistet eine sichere Lokalisierung der thematischen Eintragungen, ohne das Kartenbild zu stark zu beherrschen. Auf der topographischen Karte bilden die Isohypsen das wichtigste Darstellungsmittel für das Relief. Viele wichtige geomorphologische Grundzüge können aus der Anordnung der Isohypsen erkannt werden, wie es IMHOF (1968) an mehreren Beispielen zeigt. Die Schwächen der Höhenliniendarstellung dürfen allerdings nicht übersehen werden. Kleine Formen und schwache Höhenunterschiede sind nicht verzeichnet, wenn sie zwischen die Isohypsen fallen; Talformen verflachen durch das Höhenlinienbild und kommen dadurch nur unvollkom-

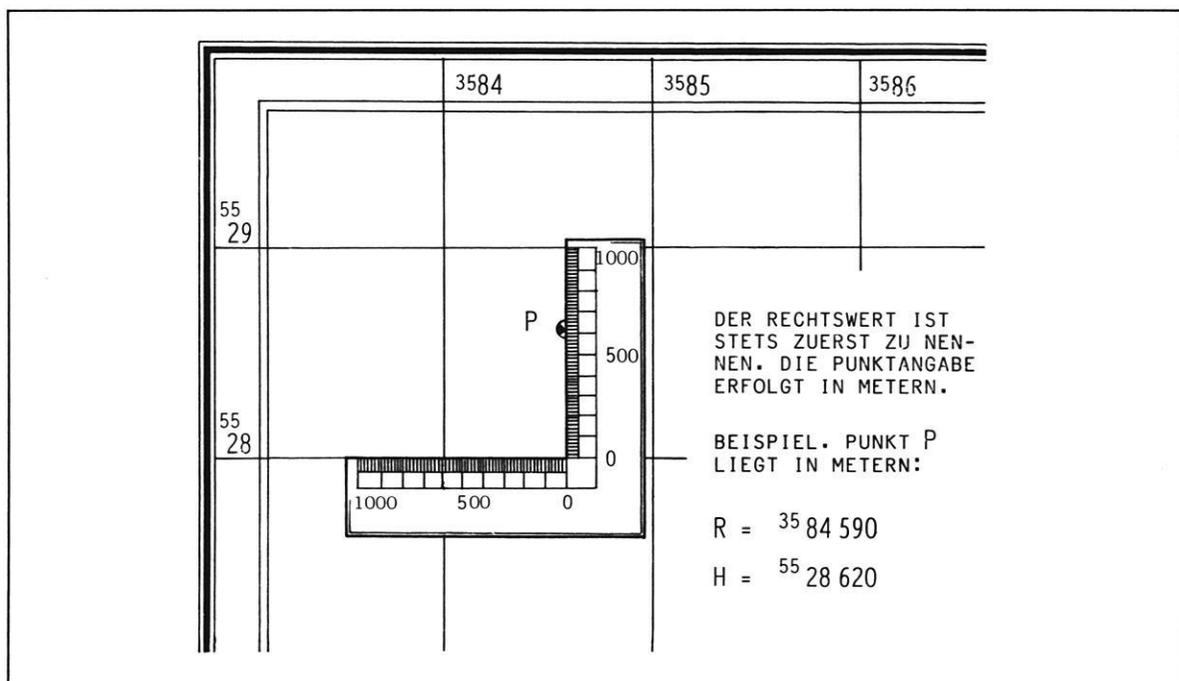


Abb. 4: Planzeiger zur Bestimmung der Koordinaten (R, H) des Punktes P (nach SCHOLZ 1968, verändert).

men zum Ausdruck (KUGLER 1965b, HEMPEL 1958). Besondere Schwierigkeiten bieten sich der Isohypsendarstellung bei stark zerrissener Reliefgestalt, so z.B. bei Erosionsformen, künstlichen Einschnitten von Straßen und Eisenbahnen oder Abtiefungen (SCHOLZ 1968). Bei all ihren Besonderheiten und Schwächen kann auch auf der GMK 25 nicht auf die Isohypsendarstellung verzichtet werden. Diese gibt einen Gesamteindruck, kennzeichnet die Exposition und unterstützt die geomorphologischen Aussagen, die mit themenspezifischen Signaturen dargestellt werden. Unentbehrlich sind die Isohypsen für die Bestimmung der Höhenlage von Geländepunkten.

Bei der Kartenarbeit ist immer zu beachten, daß die Zeichnung der topographischen Grundlage unter Umständen schneller veraltet als die geomorphologischen Angaben. Dies ist beispielsweise möglich bei Flurbereinigungen, starker Siedlungsausweitung oder Straßenbau. Ebenso können zwischen der Herausgabe des Kartengrundes und dessen Verwendung als

Grundlage für eine geomorphologische Karte Jahre verstreichen. Deshalb sind auf jedem Kartenblatt der GMK 25 auch das Aufnahmedatum und spätere kartographische Veränderungen der topographischen Grundlage angegeben.

## 2.4 Das Layout der GMK 25

Eine formale Gliederung unterscheidet die Informationsträger eines Kartenblattes in Kartenfeld, Kartenrahmen und Kartenrand. Diese können in einzelne Elemente unterteilt werden (die Positionsnummern sind in der Abb. 5 angegeben):

- (1) *Kartentitel*: Er kennzeichnet den Inhalt der Kartendarstellung: Geomorphologische Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland.
- (2) *Kartenbenennung*: Jedes Kartenblatt ist systematisch benannt. Die Benennung gibt die geographische Lage und den Maßstab

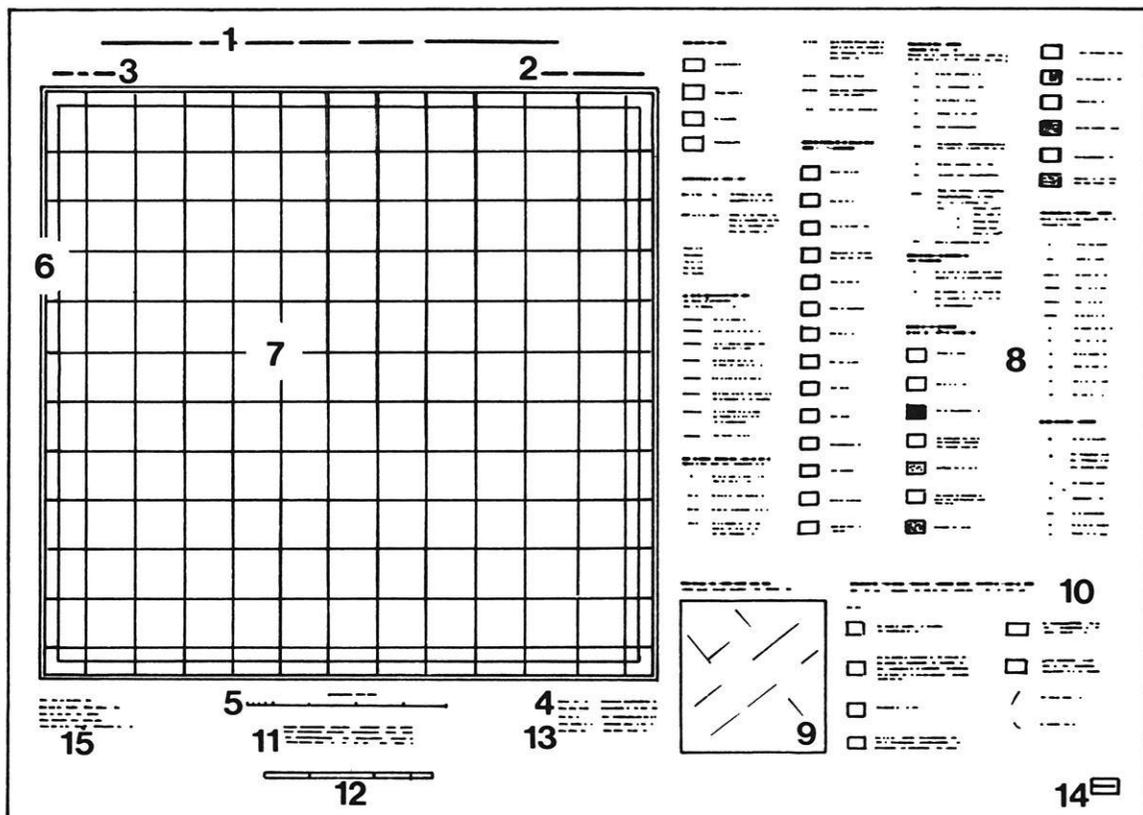


Abb. 5: Ausstattung einer Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland. Beschreibung der Positionennummer im Text.

- des Kartenblattes an. Bei amtlichen deutschen Karten setzt sich die Blattbenennung aus der Blattnummer und dem Blattnamen zusammen. Die Nummer besteht aus vier Ziffern und - bei Karten mit kleinerem Maßstab als 1 : 25 000 - aus Buchstaben, die den Maßstab kennzeichnen. Die vierstellige Blattnummer ist so angelegt, daß die beiden ersten Stellen die Blattposition innerhalb vertikaler Spalten, die beiden hinteren Stellen die Position innerhalb horizontaler, west-östlicher, Reihen angeben. Der Blattname stammt meistens von der größten Ortschaft des Gebietes (Beispiel: 6013 Bingen).
- (3) *Blattnummer im Kartenwerk:* Die Kartenbenennung (Kartenname und Blattnummer) darf nicht mit der laufenden Nummerierung des Kartenwerks verwechselt werden. Dieser Angabe ist deshalb der Kartentitel (in Kurzform) vorangestellt (Beispiel: GMK 25 Blatt 11).
- (4) *Bearbeiter:* Kartenautor(en) und Zeitraum der geomorphologischen Feldaufnahme (Beispiel: ANDRES, KANDLER, PREUSS 1977-1979).
- (5) *Maßstab:* Das Gitternetz auf der Karte erübrigt eigentlich zusätzliche Angaben, trotzdem weist jedes Blatt eine graphische Darstellung des Kartenmaßstabes auf. Die Nebenkarte hat eine gesonderte Maßstabdarstellung.
- (6) *Kartenrahmen:* Neben den geographischen und geodätischen Koordinaten für den Blattschnitt sind auch die Kartennamen und die Blattnummern der vier Nachbarblätter der TK ersichtlich. Ebenso sind hier Namen, die sich in diesen Nachbarblättern fortsetzen, aufgeführt.
- (7) *Kartenfeld:* Ist die vom Kartenbild ausgefüllte Fläche. Neben den thematischen Signaturen, Symbolen und Farben umfaßt das Kartenfeld die topographische Grundlage (im Graudruck) und das Gitternetz.
- (8) *Legende:* Zur Darstellung, Beschreibung und Erklärung des geomorphologischen Befundes bedient sich die GMK 25 - wie alle Informationsträger - einer Sprache. Vielfältige graphische und kartographische Elemente (Flächenfarben, Raster, Signaturen und Symbole) sollen den Besonderheiten dieser Aufgabe gerecht werden. Jeder Quadratzentimeter der Karte enthält Informationen, weiße Flächen sind in der Regel unzulässig (außer wenn Weiß als Farbe verwendet wird). Das Kartenlesen, die Verarbeitung des verschlüsselt dargebotenen Befundes, stellt somit an den Benutzer große Anforderungen. Aus wenigen graphischen und kartographischen Grundelementen (Punkten, Linien, Rasterflächen, Farben und Schriftzeichen) ergeben sich eine Vielzahl von Kartenzeichen. Somit ist eine genaue Kenntnis der Legende unumgängliche Voraussetzung für eine sinnvolle Verwendung der geomorphologischen Detailkarte.
- Die Legende enthält alle auf dem jeweiligen Kartenblatt vorkommenden Flächenfarben, Rasterflächen, Signaturen und Symbole. In ihrer Anordnung wird weitgehend der Vorgabe der allgemeinen Legende (vgl. Anhang) gefolgt. Die einzelnen Informationsschritte, die "für Darstellung und Deutung des Reliefs unter Einschluß der aktuellen und historischen Formungsdynamik bedeutsam sind" (BARSCH et al. 1978:8) sind auf der GMK 25 durch unterschiedliche Farbgebung hervorgehoben. In der Regel gilt, daß die Topographie dunkelgrau, die Hangneigung hellgrau, das Substrat rotbraun, die Hydrographie blau, die Morphographie schwarz und die Morphodynamik rot (schwarz) dargestellt sind. Die geomorphologischen Prozeß- und Strukturbereiche sind in unterschiedlichen Flächenfarben gehalten, damit erfolgen alle Aussagen über die Reliefform, die Reliefeigenschaften und die Reliefelemente auf einem genesebetonten Hintergrund. Mit grauen Rasterflächen erfolgt die Darstellung der Neigungsstärke der flächenhaften Reliefelemente. Durch Signaturen sind diejenigen Geländeformen und

- Einzelerscheinungen gekennzeichnet, die sich als geomorphologisch relevant erweisen (Stufen, Böschungen, Talformen etc.). Die Symbole betonen das Substrat des oberflächennahen Untergrundes.
- (9) *Nebenkarte*: Die kleinmaßstäbige Nebenkarte zeigt das jeweilige Kartenblatt in einem größeren Rahmen (Übersichtskarte). Je nach Bearbeiter enthält die Nebenkarte eine thematische Differenzierung als geomorphogenetische Karte (Beispiel: GMK 25 Blatt 5 im Maßstab 1 : 300 000), als geomorphostrukturelle Karte (Beispiel: GMK 25 Blatt 4 im Maßstab 1 : 275 000) oder als geologische Karte (Beispiel: GMK 25 Blatt 11 im Maßstab 1 : 300 000).
- (10) *Legende zur Nebenkarte*: Enthält auch die Quellenangaben für die jeweilige Nebenkarte.
- (11) *Angaben zur topographischen Grundkarte*: Neben der Blattbenennung ist das Ausgabebjahr ausgedruckt.
- (12) *Zitierleiste*: Angabe, wie das Kartenblatt zu zitieren ist. Beispiel: Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland (GMK 25) Blatt 11, 6013 Bingen, Berlin 1983.
- (13) *Redaktionelle Angaben*: Kartenredaktion, Kartographie, Druck sowie Vertrieb.
- (14) *Auszeichnung*
- (15) *Herausgeber*

## 2.5 Erläuterungshefte

Zu jedem Blatt der GMK 25 sollte ein Erläuterungsheft mitgeliefert werden. Darin sind in der Regel folgende Themen behandelt:

- Lage des Blattes sowie geographischer und geökologischer Überblick
- Forschungsstand im Arbeitsgebiet
- Faktoren der Reliefbildung
- Geomorphologische Verhältnisse
- Geoökologisch-geomorphologische Bewertung für die Nutzung
- Quellenverzeichnis
- Anhang

Diese Erläuterungshefte sind eher akademisch als praktisch ausgerichtet. Praxisbezogene Aspekte sind allerdings in allen bisher erhältlichen Heften vertreten. Von großem Nutzen sind die häufig abgebildeten Zusatzkarten, die für jede Kartenarbeit mit der GMK 25 dienlich sind.

## 3. Die Auswertung der geomorphologischen Detailkarte

### 3.1 Die Methode der Kartenauswertung

Nach SPERLING (1978:74) werden unsere Raumvorstellungen "mehr von der Landkarte als von jedem anderen Medium geprägt. Das Lesen und Interpretieren von Karten hat den Rang einer allgemeinen Kulturtechnik, und der sachgerechte Umgang mit Karten jeder Art ist ein vorrangiges instrumentales Lernziel des geographischen Unterrichts". Die unterschiedlichen schulischen Anwendungsbereiche von Karten (vom Darstellungsmittel für geographische

und andere räumliche Sachverhalte bis hin zum Unterrichtsmittel bei der Einübung geographischer Arbeitsweisen) sind deshalb Gegenstand von Erläuterungen. Diese methodischen Anleitungen beziehen sich meist auf topographische Karten, die in lagetreuer Darstellung eine große Zahl von physiognomisch erfassbaren Erscheinungen der Erdoberfläche wiedergeben und damit im Schulunterricht vielseitig verwendbar sind (WILHELMY 1966, BARTEL 1970, FEZER 1974, HÜTTERMANN 1975a, 1975b, HAKE 1976).

Bei der Auswertung der thematischen Karte mit ihrem speziellen Inhalt wirken die Komplexität der Signaturen und die starke Abstraktion von der erdräumlichen Wirklichkeit erschwerend. Methodische Hinweise finden sich deshalb weniger für das ganze Spektrum der thematischen Kartographie (wie bei HÜTTERMANN 1979 und SCHOLZ et al. 1980) als vielmehr für einzelne Sachgebiete (beispielsweise BLASCHKE et al. 1977 über die geologischen Karten und ihre Interpretation). M. METZDORF & H. METZDORF (1969) stellten anhand kleinmaßstäbiger geomorphologischer Karten, die in Unterrichtsmitteln der DDR enthalten sind, didaktische Überlegungen an. Sie beziehen sich auf ausgewählte, regionale Lehrstoffe und können somit nicht der Arbeit mit der GMK 25 zugrundegelegt werden. Ebenso wenig können es die zu allgemein gehaltenen Hinweise von SCHOLZ (1973), mit denen er zeigt, wie die mittelmaßstäbigen geomorphologischen Kreis- und Bezirkskarten der DDR in der Schule zu verwenden sind: Dem Geographielehrer dienen sie als Studien- und Arbeitsmittel zur Vorbereitung des Unterrichts und von Exkursionen; der Schüler kann sie als Lehr- und Anschauungsmittel zur Bearbeitung von Stoffen aus der regionalen physischen Geographie und aus Teilgebieten der allgemeinen Geographie verwenden.

Ein Rückgriff auf die Literatur zur Arbeit mit topographischen Karten wird damit unumgänglich. Nach HAKE (1976) ist jeder Kartengebrauch - mit Ausnahme einer Fortsetzung der Kartengestaltung durch neue Eintragungen, Zusammenfügen oder Zerschneiden - gleichbedeutend mit einer Kartenauswertung. In ganz unterschiedlichem Ausmaß und zu verschiedensten Zwecken lassen sich aus der Karte Informationen entnehmen, was insgesamt dem qualitativen Vorgang des Kartenlesens und den quantitativen Prozeduren des Kartenmessens zugeordnet werden kann. Das Kartenlesen ist demnach als eigentliche Karteninterpretation zu bezeichnen, schließt es doch neben dem Erkennen der Objekte und dem Vergleichen des Kartenbildes auch das Deuten mit ein.

BARTEL (1970) dagegen unterscheidet deutlich zwischen Kartenlesen und Karteninterpretation. Ausgangspunkt jeder Deutung bleibt das

Kartenlesen mit Erkennen der Symbole und Signaturen sowie deren Beschreibung und Benennung. Eine Karte interpretieren heißt nun, "über die Beschreibung eines dargestellten Geländeabschnittes hinausgehend, in einer Deutung möglichst große Teile des räumlichen Wirkungsgefüges zu erfassen" (BARTEL 1970:127). Auch für HÜTTERMANN (1978) ist das Kartenlesen nur eine, wenn auch wichtige, Voraussetzung zur Kartenauswertung. Das Kartenlesen ist eine Auseinandersetzung mit der Karte und mit dem Verhältnis der Kartensignaturen zur Wirklichkeit (und damit eine Arbeitstechnik, um das Kartenbild in ein Bild der Wirklichkeit umzusetzen). Erst die gelesene Karte kann ausgewertet, das heißt analysiert und interpretiert, werden. Als Karteninterpretation ist eine Arbeitstechnik zu verstehen, "bei der einzelne Inhaltselemente der Karte und ihre Beziehungen untereinander sowie ihr Zusammenwirken in räumlichen Einheiten erkannt, beschrieben und gedeutet werden" (HÜTTERMANN 1978:6). Karteninterpretation ist somit als komplexe Arbeitstechnik verstanden, bei der neben Kartenlesetechnik auch geographische Grundkenntnisse notwendig sind. Diese Arbeitstechnik wird damit zu einer Methode des geographischen Arbeitens, die ein entsprechendes geographisches Grundverständnis voraussetzt.

Für die Arbeit mit der Karte in der Schule gibt es eine Vielzahl allgemeiner und spezieller Lernziele. Als oberstes instrumentales Lernziel gilt, die Schüler über einfaches Kartenlesen hinaus zur Karteninterpretation als "grundlegende Fähigkeit und Fertigkeit" (HÜTTERMANN 1978:9) zu führen. Auch die Vermittlung und Überprüfung allgemeiner oder regionaler geographischer Kenntnisse sind Elemente der Kartenarbeit. Aus den allgemeinen Lernzielen entwickelte ERNST (1970:192-193) die speziellen kognitiven Lernziele für den Geographieunterricht. Davon sind nachfolgend einige aufgeführt:

- Fähigkeit, die bei der Abgrenzung von Räumen mitspielenden Faktoren zu analysieren und zu beurteilen
- Fähigkeit, das Gefüge der raumbedingten Naturfaktoren in seinem Wirkungszusammenhang mit Humanfaktoren zu durchschauen

- Fähigkeit, den Einfluß der Wandlungen im Wirtschafts- und Sozialgefüge und im Umweltbereich zu erfassen und zu beurteilen
- Fähigkeit, Standortprobleme im industriellen und agraren Bereich zu ermitteln und zu beurteilen
- Fähigkeit und Bereitschaft zur Verantwortung für Landschaftsschutz und Einsicht in die Wohlfahrtswirkungen bestimmter Natur- und Raumfaktoren
- Fähigkeit, funktionale Zusammenhänge in Ballungsgebieten durchschauen zu können und Einsichten zu gewinnen in die Notwendigkeit und die Durchführung von Raumordnungen.

Wenn solche Lernziele im Rahmen der Kartenauswertung mit der geomorphologischen Detailkarte auch nur annähernd erreicht werden können, so wird deutlich, daß Kartenauswertung mehr ist als nur ein instrumentales Lernziel.

Jede Art der Kartenauswertung ist eine Methode der Informationsverarbeitung, die aus den primären Karteninformationen sekundäre Informationen bildet (HAKE 1981). Im Unterschied zu den topographischen Karten sind auf den thematischen Karten auch Erscheinungen dargestellt, die in der Wirklichkeit nicht direkt visuell erfassbar sind. Für die GMK 25 wären hier unter anderem die genetischen Überlegungen zu den Prozeßarealen, die kartometrische Festlegung der Hangneigungswinkelareale oder der Einbezug fertiger Interpretationsergebnisse zu nennen. Damit steht bei der Auswertung der geomorphologischen Detailkarte zunächst weniger die eigene Interpretationsleistung des Benutzers - in diesem Fall des Schülers - im Vordergrund als

vielmehr die Anleitung zum genauen Lesen und Nachvollziehen der auf der Karte dargestellten Interpretationsergebnisse. Neben dem Erkennen der Interpretationsergebnisse ist deren Anwendung auf gezielte Fragestellungen bedeutungsvoll.

Die notwendige Voraussetzung jeder GMK 25-Auswertung ist, neben der grundlegenden Fähigkeit des Kartenlesens und der Anwendung geographischer Grundkenntnisse, eine eindeutige Themensetzung. Sie schließt sich an die bereits vorhandenen oder aber bei der Kartenarbeit einzuübenden geographischen Kenntnisse an. Steht das exemplarische Vorgehen im Mittelpunkt, so ist die Anwendung des Gelernten anhand anderer Karten möglich. Aus diesem Grund ist die Auswertung einer Originalkarte wie der GMK 25 der Behandlung von Kartenausschnitten in Schulbüchern - die schulgerecht aufbereitet und dargestellt sind - vorzuziehen. Eine Berücksichtigung sämtlicher Informationen der großmaßstäbigen GMK 25 dürfte wegen der Fülle unmöglich sein. Diese Karte ist in ihrem Wesen ein Datenträger mit einem hohen Gehalt an Informationen und einer großen Informationsdichte. Umso wichtiger ist es daher, bei der Auswertung eine klare Themensetzung zu formulieren.

Diese Überlegungen führen - unter Berücksichtigung der besprochenen Literatur - zu einem methodischen Konzept zur Auswertung der geomorphologischen Detailkarte GMK 25. Die methodischen Schritte werden inhaltlich bestimmt durch die Sachgesetzlichkeit des Gegenstandes "großmaßstäbige geomorphologische Karte", sind aber immer auf das gewählte Lernziel und die jeweilige Unterrichtssituation abzustimmen. Daraus ergibt sich eine große Zahl an Möglichkeiten, die Karte als Mittel im Unterricht zu verwenden und in ergiebiger Weise auszuwerten.

## Das methodische Konzept zur Auswertung der GMK 25 im schulischen Anwendungsbereich:

### *Themenstellung*

Einfache/komplexe Themen bzw. allgemeine/regionale Geographie schliessen sich gegenseitig aus, können aber durchaus aufeinander abgestimmt behandelt werden.

Eine landschaftsanalytische Betrachtungsweise läßt sich schrittweise schon in unteren Klassen einführen, wenn die Beziehungen auf wenige Komponenten am Beispiel ausgewählter Landschaften beschränkt bleiben. In höheren Klassen sind mehrere Komponenten hinsichtlich ihrer Merkmale zu untersuchen und Merkmalskombinationen festzuhalten (SOWADE 1970).

### *Lesen und Erkennen*

Beobachten lehren ist eine der Hauptaufgaben der Geographie. Unmittelbar in unserem Lebensraum bzw. mittelbar durch Medien werden wir mit unserer Umwelt konfrontiert. Es geht darum, aus Beobachtungen Erkenntnisse zu gewinnen, um Raumstrukturen wahrzunehmen und raumwirksame Prozesse verfolgen zu können.

Die erste und stets notwendige Phase der Kartenauswertung ist das Erkennen des Karteninhalts. Die einzelnen Objekte des Kartenbildes müssen identifiziert werden, die einzelnen Geofaktoren lokalisiert und in ihrer Ausdehnung und Lage bestimmt werden können. Wichtig ist dazu die Kenntnis des Maßstabs und die Beachtung der Legende.

Das vollständige Erfassen des Karteninhalts ist nicht nur von der Dichte und

Fortsetzung S. 27

### *Geographische Grundkenntnisse*

Eine geographische Auswertung der Inhaltselemente der GMK 25 und ihres Zusammenwirkens in räumlichen Einheiten erfordert als Rahmenbedingung entsprechende Grundkenntnisse aus der allgemeinen bzw. der regionalen Geographie.

Die Vermittlung der geographischen Grundkenntnisse kann mit der Kartenauswertung einhergehen. So müssen z.B. auf dem Blatt 11, 6013 Bingen (vgl. 3.2) Erscheinungen, die anhand der Signaturen als "Terrassen" verzeichnet sind, in ihrer Erscheinungsform bekannt sein oder eben bekanntgemacht werden, damit sie richtig erfaßt werden können.

### *Lesen und Erkennen (Forts.)*

Lesbarkeit des Kartenbildes, sondern auch vom Kartenverständnis des Benutzers abhängig. Ohne Zweifel ergeben sich bei der Arbeit mit der GMK 25 Schwierigkeiten aufgrund der in Graunton gehaltenen Grundrißzeichnung, der visuellen Verebnung durch die Farbgebung der Prozeßareale, der Reliefdarstellung mit den Neigungsarealen und Wölbungssignaturen. Diese kartographischen Mittel machen die Darstellung abstrakt und wirklichkeitsfremd. Dieser hohe Abstraktionsgrad vom optisch wahrnehmbaren Landschaftsbild bietet für den ungeübten Benutzer wohl die größten Probleme.

Umso wichtiger wird deshalb ein genaues Studium der allgemeinen kartographischen Ausdrucksformen und der themenbezogenen Legende. Der komplexe, verschlüsselte Informationsgehalt der GMK 25 ist nur dann ausreichend auswertbar, wenn die Legende (auf jedem Kartenblatt vorhanden) richtig angewandt wird. Auch die Zahlenangaben (und unter Umständen die Beschriftungen) sind Elemente des Kartenbildes, die mit Hilfe der Legende gelesen werden müssen.

### *Beschreiben und Benennen*

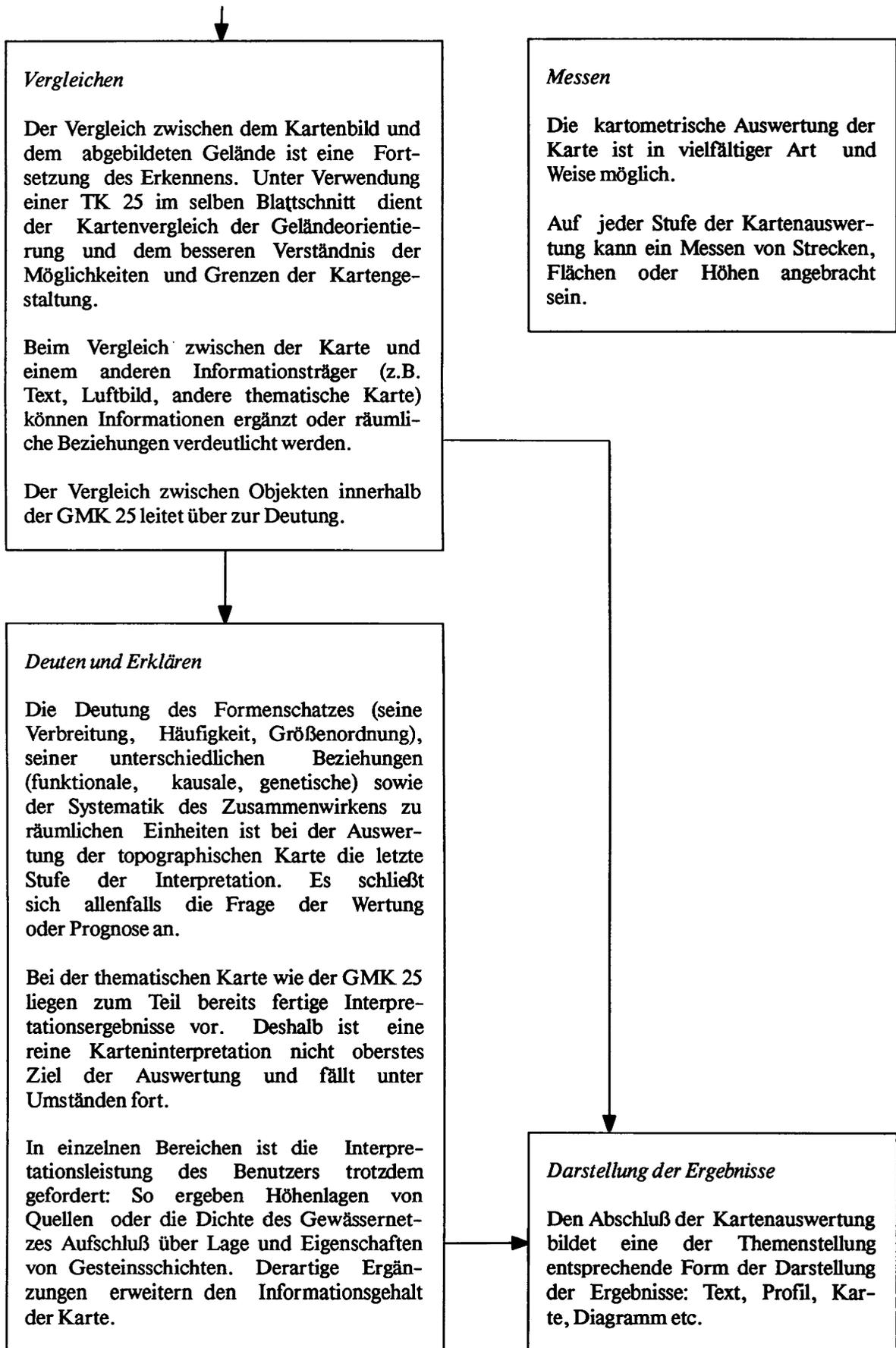
Die Beschreibung und Benennung der Inhaltselemente umfaßt nicht nur deren Verbreitung, Häufigkeit, Größenordnung und Lage, sondern auch bereits ihre Erscheinung und Entstehung.

Es gilt, eine korrekte Terminologie zu verwenden, denn es genügt nicht, die als Beispiel bereits erwähnten "Terrassen" zu erkennen, sondern sie müssen auch in ihren Elementen und ihrer Genese benannt werden können.

### *Geographische Grundkenntnisse*

Beschreibung und Benennung erfordern beide, wie schon das Erkennen, daß der Schüler die entsprechende Terminologie versteht und gebrauchen kann. Ohne Kenntnisse ihrer Elemente und der Regelmäßigkeit ihres Zusammenwirkens sind geographische Erscheinungen auch von einer geomorphologischen Detailkarte her nicht ohne weiteres erfaßbar.

Informationsergänzungen an geographischen Kenntnissen sind demzufolge auf jeder Stufe der Kartenauswertung nötig. Sie können durch Erklärungen, Definitionen, bildliche Darstellungen u.a. erfolgen.



### 3.2 Praktische Kartenauswertung

Nach den Überlegungen zur Methode der Kartenauswertung gilt es nun, an einem praktischen Beispiel die einzelnen Schritte auszuführen. Das Blatt 11, 6013 Bingen der GMK 25 wurde im Mai 1983 der Geographischen Rundschau beigelegt (ANDRES et al. 1983) und hat so eine weite Verbreitung gefunden. Auf diesem Kartenblatt ist eine Landschaft vertreten, die bereits bei der Erfassung der wichtigsten Formentypen in den topographisch-geomorphologischen Kartenproben 1 : 25 000 "Landformen im Kartenbild" (HOFMANN & LOUIS 1974) berücksichtigt wurde. Gleich zwei der dreißig Kartenproben zeigen einen Ausschnitt aus dem Blattschnitt der TK 25 Bingen: In der Nordwestecke (und auf das Blatt 5913 Presberg übergreifend) die Kartenprobe "Rheindurchbruch bei Assmannshausen" (HOFMANN & LOUIS 1969a) und im Zentrum die Kartenprobe "Durchbruchstal der Nahe bei Bingen" (HOFMANN & LOUIS 1969b). Letztere zeigt einen Landschaftsausschnitt, der in besonders günstiger Weise geeignet ist, im Sinne der exemplarischen Vorgangsweise als Typus erfaßt zu werden.

#### 3.2.1 Themenstellung: Das Durchbruchstal der Nahe bei Bingen

KMITTA (1969:7) schreibt: "Folgen wir dem Lauf der Nahe von Bad Kreuznach flußabwärts bis zur Mündung bei Bingen, so wird der Fluß im Westen von weinbestandenen Hügeln begleitet, die allmählich weiter aufsteigend in die bewaldeten Höhen des Hunsrück übergehen. Auf dem östlichen Ufer breitet sich eine weite Flußaue bis nach Dromersheim und Ockenheim aus, wo sie von den Höhen des rheinhessischen Hügellandes (Jacobsberg und Hungerberg) begrenzt wird. Die weite Flußaue verengt sich plötzlich unterhalb der Ortschaft Büdesheim, wo sich der Rochusberg wie ein Riegel vor die weite Öffnung des Rheintales legt. In einem schmalen, tief eingeschnittenen Tal, das auf seiner Sohle nur rund 60 m breit ist, und dessen von Felsen durchsetzte Flanken mit einer Steigung von etwa 66 % zu beiden Seiten 100 m bis 120 m emporstreben, durchbricht die Nahe diesen Riegel. Sie trennt damit den nach

Nordosten abgeflachten, langgestreckten Höhenzug des Rochusberges vom Münsterer Kopf und den Hunsrückhöhen im Südwesten. Der unbefangene Betrachter wird den Rochusberg leicht als nordöstlichen Ausläufer der Hunsrückhöhe erkennen, zu denen er auch nach seinem geologischen Aufbau gehört. Er wird aber auch die gewaltige Arbeit bewundern, welche die Nahe beim Durchbrechen dieses Felsenriegels kurz vor ihrer Mündung in den Rhein geleistet hat." Neben der zitierten Textstelle gibt eine Karte der Höhenschichten einen visuellen Eindruck über das Vorkommen und die Lage der Vollformen und der Verebnungen des Reliefs (Abb. 6).

Damit ist eine Grundinformation der Karte so aufbereitet, daß sie, zusammen mit der anfangs zitierten Textstelle, zur Themenstellung überleitet: *Wie ist es zu erklären, daß die Nahe nicht die breite und niedrige Öffnung südöstlich des Rochusbergs benutzt, um zum Rhein zu gelangen, sondern ihren Weg nach Norden fortsetzt und zwischen dem Rochusberg und dem Münsterer Kopf in einem engen Tal zum Rhein durchbricht?* Das Arbeitsmittel zur Bearbeitung dieser Fragestellung soll das Blatt 11, 6013 Bingen (Aufnahme: ANDRES, KANDLER & PREUSS 1977-1979; Grundlage: Topographische Karte 1 : 25 000 Blatt 6013 Bingen, Ausgabe 1977; Nebenkarte: Geologische Übersichtskarte 1 : 300 000; Erläuterungsheft: 1984 noch nicht erschienen) der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland sein. Der Kartenausschnitt ist festgelegt durch die Koordinaten:

3419000-3424320/5534000-5539000,

und sofern nichts anderes erwähnt ist, beziehen sich alle weiteren Ausführungen in diesem Kapitel auf diesen Kartenausschnitt.

#### 3.2.2 Lesen und Erkennen

Die Voraussetzung für eine sichere Auswertung der GMK 25 ist eine gute Kenntnis der Legende. Der Benutzer muß mit den Möglichkeiten - und Grenzen - der Darstellungstechnik vertraut gemacht werden.

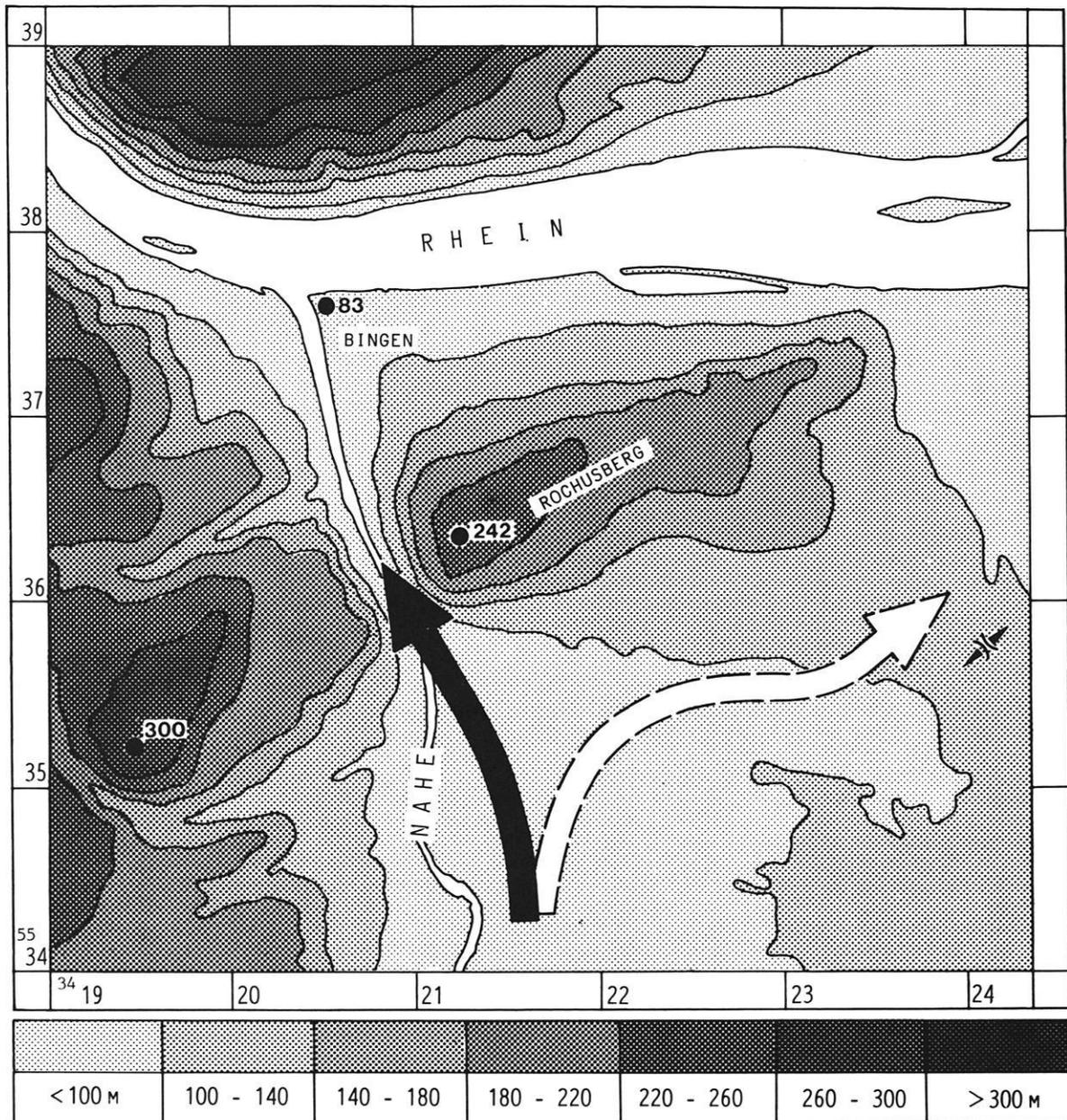


Abb. 6: Höhengschichtenkarte der Nahemündung bei Bingen.

Bei der Anfertigung dieser Karte wird folgendermaßen vorgegangen: Auf der topographischen Karte 1 : 25 000, 6013 Bingen - deren Kartenbild als Graudruck auch in der GMK 25 enthalten ist - wird ein Ausschnitt festgelegt. Darin sind die Höhenverhältnisse zu beachten. Entscheidend ist die Höhendifferenz zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt des Kartenausschnitts. Daraus ergibt sich die Grundlage für die Gruppenbildung der Höhengschichten. Deren Äquidistanz ist frei wählbar, für die vorliegende Situation braucht sie nicht zu klein gewählt zu werden: Sinnvoll ist die Wahl von sieben Gruppen mit einer Schichthöhe von 40 m. Der Rochusberg ragt deutlich heraus, ohne daß eine zu große Anzahl von Klassen festgelegt werden muß.

Das stärkste kartographische Ausdrucksmittel, die Flächenfarbe, ist zur Kennzeichnung der *geomorphologischen Prozeßbereiche* verwendet worden. Bei gleicher Grundfarbe drücken die Tonwerte Unterschiede, z.B. chronologischer Art, aus (die Nummern entsprechen den Legendennummern auf Blatt Bingen der GMK 25):

13.2	dunkelgelb	äolisch, Löss, > 2 m mächtig
13.3	lila (hell)	cryogen, ablual
	lila (dunkel)	solifluidal
13.4	grün (hell)	fluvial, rezenter Auebereich
	grün (mittel)	Niederterrasse
	grün (dunkel)	Mittelterrasse
13.5	maisgrün	fluvial, Hauptterrasse und älter
13.6	ocker (hell)	denudativ, Bereich allgemeiner Hangformung
	ocker (mittel)	Hangformung durch Rutschungen
	ocker (dunkel)	Bereich vorzeitlicher Flächenformung
13.10	orangeort (hell)	aktuell, Rutschungen
	orangerot (dunkel)	Trockenschutthalde

Prozeßbereiche, deren Erscheinung sich aus verschiedenartigen Wurzeln herleitet, sind durch wechselnde Farben der entsprechenden Prozesse gekennzeichnet:

13.11	grün-lila	Polygenese; z.B. fluvial formenbestimmend, cryogen überprägt (Mittelterrasse unter solifluidalen Hangfußsedimenten)
-------	-----------	---

Die vorherrschend durch das Oberflächengestein geomorphologisch bestimmten Strukturbereiche werden mit der Flächenfarbe:

13.7	rotbraun	strukturell
------	----------	-------------

hervorgehoben und können entsprechend den lithologischen und stratigraphischen Verhältnissen einen rotbraunen Substrataufdruck erhalten. Das Oberflächengestein wird nur dort eingetragen, wo es direkt geomorphologisch wirksam ist bzw. dort, wo es künstlich aufgeschlossen ist:

11.1	rotbraun	Quarzit
11.3	rotbraun	Efusit (Keratophyr)

Im gewählten Kartenausschnitt mit den Ortschaften Bingen, Bingerbrück und Kempten im Zentrum, sowie Rüdeshelm im oberen und Büdes-

heim, Dietersheim und Münster-Sarmsheim im unteren Teil, dominiert die Farbe:

13.8	grau	anthropogen, Siedlung, Entnahmen u.ä.
	graue Rauten	starke Überformung (ohne Neigungsangaben),

wozu auch die spezielle Signatur:

13.9	graue Linien	anthropogene Überformung des Rheinbettes, Sohlenvertiefung/Sohlenerhöhung
------	--------------	---

zu zählen ist. Die Ausscheidung der Farben erfolgt flächendeckend, damit jede weitere Signatur und alle Symbole auf dem Hintergrund eines Prozeßbereiches angegeben sind. Für die Bereichsangaben ist meist lediglich eine Prozeßgruppe aufgeführt, ohne die Prozeßkomponenten zu unterscheiden. DEMEK (1976:25): "Entscheidend für die Zuordnung einer Oberflächenform zu einer dieser genetischen Formengruppen sind dabei die formbildenden Vorgänge (Prozesse), die die primäre Anlage und den geomorphologischen Gesamtcharakter einer heutigen Oberflächenform, unabhängig von deren späteren, sekundären Überformung, Degradierung oder Modellierung bestimmen." Für die Farbwahl wurden in der Legende die "medial-genetischen Gesichtspunkte in den Vordergrund gestellt, also die Unterscheidung nach dem jeweiligen Prozeßmedium. Praktische Gesichtspunkte wie auch die Notwendigkeit einer umfassenden Information zwingen jedoch dazu, aktuell, anthropogen und strukturell als eigene nicht-mediale Kategorien auszuscheiden. Sie stehen sogar am Anfang des Abfrageschemas ("Entscheidungsleiter"), d.h. über ihr Auftreten wird zunächst entschieden. Erst danach wird entsprechend den nach Prioritätsstufen geordneten Fragen die mediale Prozeßgruppenfarbe ausgewählt" (BARSCH et al. 1978:10).

Die "Entscheidungsleiter" ist in Abb. 7 beschrieben. In dem dargestellten Schema sind "Begriffe unterschiedlicher Komplexität enthalten (z.B. der umfassende Begriff aktuell und der spezielle Begriff korrosiv). Der mediale Begriff aquatisch wird aufgelöst in Unterbegriffe, durch 'fluvial' und 'denudativ' (in einem speziellen Sinn), aber auch durch marin, karstisch u.a. repräsentiert, wobei fluvial nicht synonym mit erosiv ist,

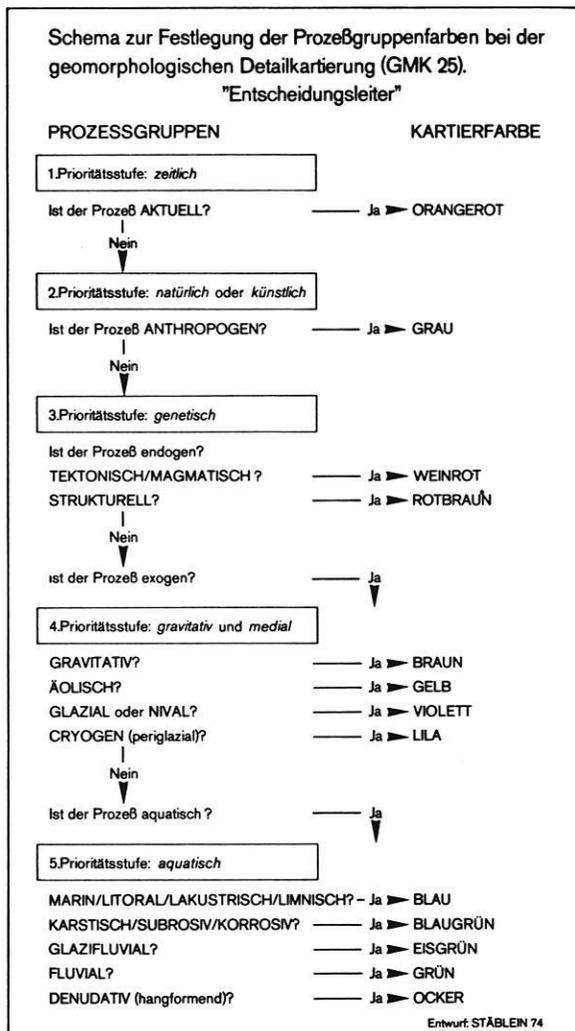


Abb. 7: Das Schema zur Festlegung der Prozeßgruppenfarben bei der geomorphologischen Detailkartierung (GMK 25), die "Entscheidungsleiter" (aus BARSCH et al. 1978:11).

da fluvial alle durch linienhaft abfließendes Wasser verursachten Prozesse - sowohl der Abtragung als auch der Aufschüttung - bezeichnet. Entsprechend ist der in der Legende verwendete Begriff für flächenhaft wirkende Prozesse nicht synonym mit denudativ im strengen Sinn, da dies gravitative, cryogene und aquatische flächenhafte Abtragungsprozesse umfaßt: denudativ im Sinne der Legende dagegen bezeichnet die aquatischen hangbildenden denudativen, erosiven und akkumulativen Prozesse, speziell hier für die Farbgebung der Prozeßbereiche in der Karte aus-

schließlich der bereits als eindeutig vorherrschend gravitativ und cryogen erkannten Hangprozesse" (BARSCH et al. 1978:10). Denudativ ist also verwendet worden, wenn kein anderer wesentlicher Formungsprozeß zu bestimmen war.

Die strukturbezogene Farbe wird auch für die Symbolmuster des oberflächennahen Untergrunds gebraucht (die Substratareale sind durch gestrichelte rotbraune Linien voneinander getrennt). Für die Hauptkorngrößen stehen einfache Grundsymbole: Punkt (Sand), Doppelpunkt (Schluff), Strich (Ton), Strich-Punkt-Strich (Lehm). Zusammen mit den genetischen Zusatzzeichen wie L für Löß lassen sich Aussagen über die Korngrößenzusammensetzung machen. Auflagerndes Material wird in horizontalen Schmalstreifen ausgewiesen, zwischen denen das formbestimmende Material des Untergrundes in Breitstreifen sichtbar ist:

10.1 Auflagerung: z.B. schluffiger Lehm auf sandigem Lehm

Die Aufnahme einiger Bohrprofile in die GMK 25 Blatt 11 vermittelt einen Eindruck von der Mächtigkeit des Substrats und dessen Lagerung (10.3).

Die geomorphologische Beschreibung erfolgt mit schwarzen Signaturen. Die Stufen und Kanten werden nach der Höhe durch die Form der Zackensignatur und nach der Böschungsneigung durch die Gruppierung der Zacken unterschieden. In der Neufassung der Legende (vgl. Anhang) wird auf die Unterscheidung nach dem Böschungswinkel verzichtet, weil sich die Neigungswinkel aufgrund der vielen Kombinationsmöglichkeiten zwischen Stufenhöhe und Grundrißbreite stark überlappen. Neu sind es sieben Stufenklassen, die mit unterschiedlichen Zackenlinien dargestellt werden. Auf dem Kartenblatt Bingen sind innerhalb des Kartenausschnitts folgende Böschungssignaturen verzeichnet:

- Geländeerhebung: 4.1 Stufenhöhe <1m, Neigung 15-60°  
kleine flache  
Stufe: 4.2 Stufenhöhe 1-2 m, Neigung 15-60°  
mittlere flache  
Stufe: 4.3 Stufenhöhe >2-5 m, Neigung 15-60°  
hohe flache  
Stufe: 4.5 Stufenhöhe >5 m, Neigung 15-60°

Die funktionale Einzelform:

6.5 Damm

und die Signatur:

6.8 Hohlweg

sind ebenfalls dieser Kategorie zuzuordnen, obwohl sie keine Angaben zu den Größenverhältnissen zeigen. Wo die Stufen zahlreich und zu klein für eine Einzeldarstellung sind, können sie durch Rauigkeitssymbole gekennzeichnet sein:

6.11 kesselig

6.12 stufig

Sind *Einzelformen* nicht mehr in ihre einzelnen Reliefelemente auflösbar, sind sie mit speziellen Signaturen hervorgehoben:

6.1 Kuppe

6.2 abflußlose Hohlform

6.6 Schwemmfächer

6.7 Subaquatischer Naheschwemmfächer im Rhein

Auch die *ergänzenden Angaben* sind nicht in einzelne Reliefelemente aufgelöst, sondern sind mit Signaturen dargestellt:

15.3 Mülldeponie

15.4 Pinge

15.6 Steinbruch

Das Relief läßt sich durch flächenhafte Reliefelemente in Höhen und Senken gliedern, deren Neigung sich in relativ kurzer Distanz ändert. Weist diese Neigungsänderung bzw. *Wölbung* einen Radius (Wölbungsradiusbestimmung vgl. LESER & STÄBLEIN 1975) unter 6 m auf, handelt es sich um Reliefelemente, die durch Stufen und Kanten beschrieben sind. Erst bei Wölbungsradienwerten von 6 bis 600 m können die Wölbungslinien als wesentliche Gliederungselemente des Reliefs angesprochen werden. Die konvexen (durchgezogenen) und konkaven (gestrichelten) Wölbungslinien sind nach zwei Radienklassen eingetragen: von 6 bis unter 300 m Wölbungsradius die starke Wölbung (2.1), und von 300 bis 600 m Wölbungsradius die schwache Wölbung (2.2).

Bei der Darstellung der Talformen (*Täler und Tiefenlinien*) ergibt sich die Basisbreite aus der Distanz zwischen den das Tal seitlich begrenzenden konvexen Wölbungslinien. Ist jene größer als 100 m, so wird die Form in ihre einzelnen Elemente aufgelöst. Ansonsten erfolgt die Zeichnung mit gesonderten Signaturen für Talformen mit einer Basisbreite von 25 bis <100 m (Täler) bzw. Talformen mit einer Basisbreite <25 m (Tiefenlinien):

5.1 Muldental (Breite 25 - <100 m)

5.3 muldenförmige Tiefenlinie (Breite <25 m)

Für die Begrenzung der oberirdischen Gewässereinzugsgebiete steht die Signatur:

5.5 Talwasserscheide

Die Signaturen für die *geomorphologischen Prozesse* geben Hinweise, wo bei der Kartenaufnahme geomorphodynamische Vorgänge aktuell wirksam waren:

12.1 flächenhafte Abspülung

12.2 Rinnenspülung

12.4 Rutschungsgebiet, inaktiv

12.6 Bodenkriechen

Die Angaben zur *Hydrographie* sind von unmittelbarer geomorphologischer Bedeutung. Im humiden Klimabereich steuern die hydrographischen Elemente als Vorfluter die vorherrschenden Abtragungs- und Aufschüttungsprozesse. Die Zeichen zum Gewässernetz und zu den Grundwasservorkommen sind ebenso bedeutungsvoll wie die Kenntnis regulierter Bach- und Flußläufe:

14.1 Gewässer, perennierend

14.2 Gewässer, zeitweise fließend

14.3 natürliches Gerinne, künstlich verändert

14.4 künstliches Gerinne, ständig wasserführend

14.5 künstliches Gerinne, zeitweise wasserführend

14.8 offene Wasserfläche mit stehendem Flußwasser, vom Fluß durch wasserbauliche Maßnahmen abgetrennt

14.9 Überflutungsbereich, zeitweilig unter Oberflächenwasser stehend

14.10 oberflächennahes Grundwasser

14.14 Quelle, ständig fließend, gefaßt

14.15 Quelle, ständig fließend, ungefaßt

14.18 Abflußmenge (des Rheins)

Die durch Höhenlinien bereits bis zu einem gewissen Maß erfaßbaren *Hangneigungen* werden durch hellgraue Schraffuren hervorgehoben. Gleichzeitig wird dadurch eine Reliefplastik

erzeugt, indem steile Bereiche dunkler erscheinen als flache. Die Ausscheidung sinnvoller Klassen, die für geomorphologische Prozesse und für Nutzungsansprüche gleichermaßen aussagekräftig sind, wird unter anderem bei BARSCH et al. (1978) diskutiert.

Zum Schluß stellt sich die bei BARSCH et al. (1978:9) gestellte Frage, ob bei der Umsetzung der Legende "die Kombination der verschiedenen Informationsschichten zur Überlastung der Karte und damit zur Unlesbarkeit führt." Im vorliegenden Kartenausschnitt ist das Lesen der Angaben zur Hydrographie, Morphographie und Morphogenese weitgehend unproblematisch. Erst der Aufdruck der Hangneigungsklassen und der Substratareale bringt Probleme der Lesbarkeit und ist in beiden Fällen nur bei genauester Betrachtung erkennbar. Für den zur Diskussion stehenden schulischen Anwendungsbereich der GMK 25 heißt das, daß man sich nur in einem beschränkten Ausmaß auf diese Informationen stützen kann (und zudem eine besondere Anleitung bei deren Berücksichtigung erforderlich ist).

### 3.2.3 Beschreiben und Benennen

Die angefertigte Höhengschichtenkarte und die geologische Nebenkarte auf der GMK 25 lassen erkennen, daß der gewählte Kartenausschnitt eine ausgeprägte Landschaftsgrenze zeigt: Der Übergang vom höher gelegenen, gebirgigen Rheinischen Schiefergebirge (im Nordwesten) zum flacheren Nahetiefland und damit hin zur Oberrheinischen Tiefebene. Speziell aus der geologischen Nebenkarte wird deutlich, daß diese Grenzlinie in einer geraden Richtung von Westsüdwest nach Ostnordost verläuft. Der Rhein und die Nahe zerschneiden den Südrand des Rheinischen Schiefergebirges derart, daß der Rochusberg als isolierter Teil des Schiefergebirges herausgeschnitten und abgetrennt ist. In einer einfachen Kartenskizze werden die wichtigsten Begriffe festgehalten (Abb. 8).

Gegenüber der GMK 25 ist eine solche vereinfachende Skizze zu verkleinern. Eine exakte Lagegenauigkeit ist nicht notwendig, doch sollten die Größenverhältnisse richtig wie-

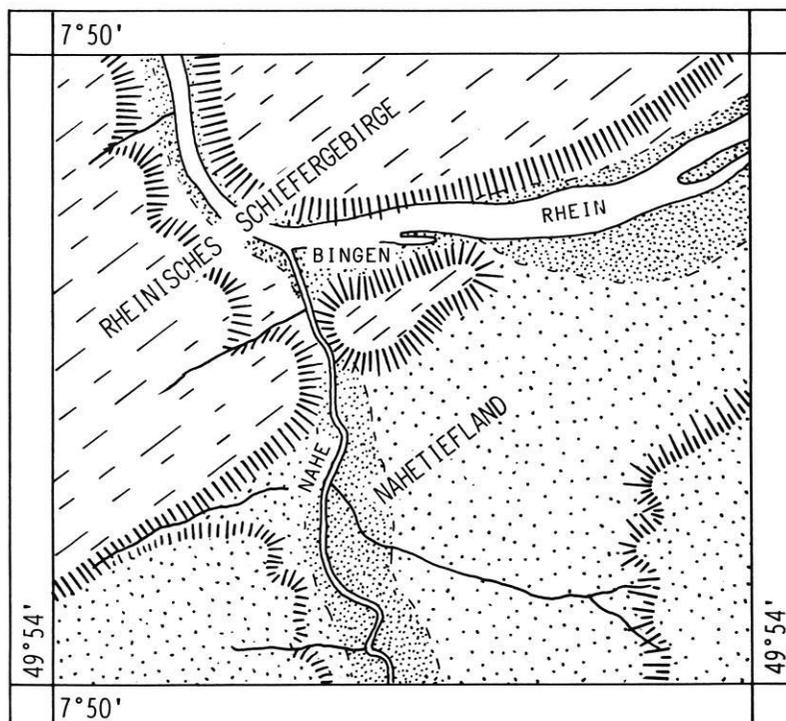


Abb. 8: Geologisch-morphologische Handskizze der Nahemündung bei Bingen.

dergegeben sein. Die Handskizze gliedert die wichtigsten räumlichen Einheiten und sollte sich deshalb nicht in Nebensächlichkeiten verlieren. In ein- oder mehrfarbiger Ausführung sind derartige Hilfsmittel zur Kartenauswertung schnell angefertigt und können laufend ergänzt werden.

Der Rochusberg weist eine höchste Höhe von 245.5 m NN auf. Beim Bingener Hafen ist für den Rhein ein mittlerer Wasserstand von 78.4 m NN angegeben. Auf kurzer Distanz steigt der Rochusberg demnach über 165 m hoch an und ragt auch über die Naheniederung im Süden deutlich auf. Die Flanken der durchaus als Berg zu bezeichnenden Erhebung sind steil. Die Hangneigung mißt im Westen, gegen die Nahe, zwischen 15° bis 35°. Ebenso stark geneigt ist die ganze Länge des höher gelegenen Teils des Nordabhangs zum Rhein. Der Südabhang ist etwas flacher und zeigt vorwiegend Areale mit einer Neigung zwischen 7° bis 15°. Zum Aufbau des Rochusbergs läßt sich aus der geologischen Nebenkarte ablesen, daß er zur [Gefalteten Schichtenfolge des Rheinischen Schiefergebirges. Vierwiegend Schiefer, Sandsteine und Quarzite des Unterdevons] gehört (*die eckigen Klammern markieren Angaben, die aus der GMK 25 herausgelesen werden können, die Formulierung entspricht derjenigen in der Kartenlegende*). Genauere Angaben zur lokalen Stratigraphie liefern die Signaturen des GMK 25-Kartenbildes. Am Nordostende des Rochusberges, am Kemptner Eck, ist ein [Steinbruch] vorhanden, wo [Quarzit] aufgeschlossen ist. Das Vorkommen dieses harten, gegen Verwitterung und Abtragung widerstandsfähigen Gesteins (das aus den sandigen Flachmeerablagerungen des Unterdevons entstanden ist), weist noch einmal auf die geologische Verbindung des Rochusbergs mit dem Rheinischen Schiefergebirge hin. Denn die Angabe der [Quarzit]-Signatur findet sich nicht nur am Rochusberg, sondern auch auf den benachbarten Höhen der Elisenhöhe, des Stöckert, des Rupertsberges und des Münsterer Kopfes, ebenso an mehreren Stellen im Rhein (Lochsteine des Binger Lochs) und den nördlich ansteigenden Höhen des Taunus. Die hohen, steilen Flanken des Rochusbergs und der benachbarten Erhebungen sind ein weiteres Indiz für das schwer angreifbare Gestein. Zahlreiche Quellsignaturen zeigen, daß unter

dem in Spalten und Klüften wasserführenden Quarzit eine dichte, wasserstauende Schicht liegen muß. Detailliertere Angaben darüber fehlen in der GMK 25. Die Darstellung auf der geologischen Nebenkarte deutet in erster Linie auf eine Schieferlage hin, so daß das Vorkommen einer Tonschieferschicht als Wasserstauer in Frage kommt.

Während am Rochusberg Anzeichen fluvialer Zerschneidung weitgehend fehlen (wenn vom Einschnitt der Nahe abgesehen wird), sind links der Nahe einige Bäche tief in die Schichtenfolge des Rheinischen Schiefergebirges eingeschnitten (Mühlbach, Krebs-Bach). Vergleicht man die Längserstreckung des Rochusbergs mit dem Lauf dieser Bäche, fällt die identische Streichrichtung Westsüdwest-Ostnordost auf: Die variszische Richtung. Die variszische Orogenese (vom Devon bis zum Rotliegenden, hauptsächlich im Oberkarbon) hat dazu geführt, daß durch Verschiebungen, Faltungen, Überkippen und Schuppenbildungen langgestreckte Streifen verschieden alter und unterschiedlicher Gesteine nebeneinanderliegen. Ihnen gemeinsam ist die Streichrichtung. Die Tiefenerosion der kleineren Bäche verdeutlicht, daß unmittelbar neben dem widerstandsfähigen Quarzit leichter abtragbare Gesteine vorzufinden sind. Im Laufe der Zeit ist der Rochusberg im Verhältnis zu den anderen Schichten der variszischen Orogenese herausgearbeitet worden.

In den Weinbergen am Südhang des Rochusberges sind einige Gruben, [anthropogen, Siedlung, Entnahmen u.ä.] und [Böschung], eingezeichnet. Hier fehlt eine Bezeichnung eines Oberflächengesteins. Die Substratangaben in der Umgebung dieser Gruben weisen auf einen sandigen Untergrund hin. Auf der geologischen Nebenkarte finden sich dazu weitere Hinweise. Der aus den beschriebenen paläozoischen Gesteinen aufgebaute Rochusberg grenzt direkt an [Marine und terrestrische Sedimente des Tertiärs (Mainzer Becken und Randgebiete) - Kalke, Mergel, Sande, Kiese] und die darüberliegenden jungen [Pleistozänen Decksedimente, Löß, Schutt und Terrassensedimente]. Die oligozänen bis miozänen Meeres- und Süßwasserablagerungen des Mainzer Beckens zeigen sich in geschlossener, mächtiger Form in der Südostecke der geologischen Nebenkarte. Öst-

lich der Nahe bilden sie eine in Nord-Süd-Richtung verlaufende Steilstufe, deren Stirn zum Rhein und zur Nahe hin markant abfällt: Der Rand des nördlichen rheinhessischen Plateaus. Westlich dieser Stufe treten die Füllschichten des tertiären Mainzer Beckens in kleineren Flächen an den Hunsrückvorhöhen und den Rheingauterrassen sowie am südlichen Hang des Rochusbergs auf. Auch am Münsterer Kopf reichen die tertiären Meeresablagerungen weit hinauf. Erst die höheren Lagen des Mittelgebirges überragen die Füllschichten des Mainzer Beckens, dessen Westrand auf der geologischen Nebenkarte gut abgeschätzt werden kann. Aus diesen Betrachtungen ist ersichtlich, daß die tertiären Ablagerungen auf unterschiedlichen Höhengniveaus vorkommen. Im Blattschnitt der GMK 25 sind diese Schichten auf dem rheinhessischen Plateau auf über 250 m NN, südlich des Rochusbergs bei 100 m NN, und auf dem Münsterer Kopf bis gegen 300 m NN feststellbar. Das bedeutet, daß das Gebiet zwischen den Hunsrückvorhöhen und dem Rand zum rheinhessischen Plateau ausgeräumt wurde. Stehendegebliebene Reste der tertiären Füllschichten bilden den Starberg (122 m NN) und den Galgenberg (119 m NN), beide auf der Wasserscheide zwischen Rhein und Nahe gelegen.

Die Beschreibung der geologischen Verhältnisse zeigt die Rahmenbedingungen, läßt aber immer noch die Frage offen, weshalb die Nahe in einem engen Tal durch den harten Quarzitriegel des Rochusbergs durchbricht, obwohl wenig östlich davon die leichter abtragbaren Füllschichten des Mainzer Beckens liegen.

Wenden wir uns wieder dem Kartenbild der GMK 25 zu. Auf dem Kartenausschnitt sind es vorerst die Angaben in einer Flächenfarbe, die die Aufmerksamkeit erregen: Die Prozeßbareale. Ein großer Teil davon ist als [anthropogen, Siedlung, Entnahmen u.ä.] ausgeschieden. Über 700 ha der Fläche südlich des Rheins im Kartenausschnitt (Flächenmessungen vgl. 3.2.7) fallen in diese Kategorie. Die natürliche Gestaltung des Landschaftsbildes ist hier weitgehend verlorengegangen, und so fehlen Kartenangaben für eine problembezogene Bearbeitung. Außerhalb dieser Fläche sind es die Zeugen einer jahrhundertelangen kulturlandschaftlichen Entwicklung (z.B. die Weinberge

mit ihren Terrassen) und in besonderem Maße die Verkehrsadern aus neuerer Zeit (Eisenbahnen und Autobahnen), die mit ihren hohen Böschungen das Landschaftsgefüge gliedern und damit die ursprünglichen Formen verändern.

Zur Bearbeitung der Fragestellung sind die geomorphologischen Prozeßbereiche [fluvial, rezenter Auebereich/Niederterrasse/Mittelterrasse], [fluvial, Hauptterrasse und älter] und [äolisch, Löß, >2 m mächtig] von besonderem Interesse. Die Bildung von Terrassen, d.h. die flächenbildende Akkumulation und die zerschneidende Erosion in Flußtälern, steht in engem Zusammenhang mit dem Geschehen des Eiszeitalters mit seinen Klimaveränderungen. Untersucht man die Areale [Hauptterrasse und älter] etwas genauer, so fällt deren flache Neigung auf. Am Rochusberg mißt sie unter 2°, ebenso bei den Arealen auf der Elisenhöhe, dem Rupertsberg, an der Flanke des Münsterer Kopfs und auf der Linde. Diese regelmäßig vorkommenden, fast waagerechten Gesimse lassen sich nicht durch die geologische Entwicklung erklären, ja sie stehen in Widerspruch zur beschriebenen Orogenese. Der Rochusberg und die links von der Nahe aufragenden Vorberge des Hunsrück sind Teile des Rheinischen Schiefergebirges, dessen Schichten nachhaltig tektonisch gestört und verbogen wurden. Durch die Angabe der Prozeßfarbe [Hauptterrasse und älter] sind diese Hangverflachungen als Talboden eines früh-pleistozänen Flußlaufes beschrieben, der sich seither immer tiefer eingeschnitten haben muß. Deshalb finden sich diese Talbodenrelikte heute nur noch in Restflächen hoch am Hang. Schon im älteren Pleistozän hat also die Nahe ihren Weg zum Rhein an derselben Stelle wie heute gefunden. Die Höhenlage der Hauptterrasse (Rochusberg: zwischen 175 und 205 m NN) zeigt, daß der Quarzitriegel des heutigen Rochusberges (und die Flanken der Hunsrückvorberge) den Talboden des Mündungsgebietes der Nahe in den Rhein bildeten. Beide Flüsse hatten ein Niveau von etwa 200 m NN und flossen in einer weiten Ebene, deren Untergrund sonst die tertiären Füllschichten des Mainzer Beckens bildeten (Abb. 9).

Betrachtet man das vollständige Kartenbild, so fällt die große Breite des Talbodens der Hauptterraszenzeit auf. Dessen Anlage erklärt

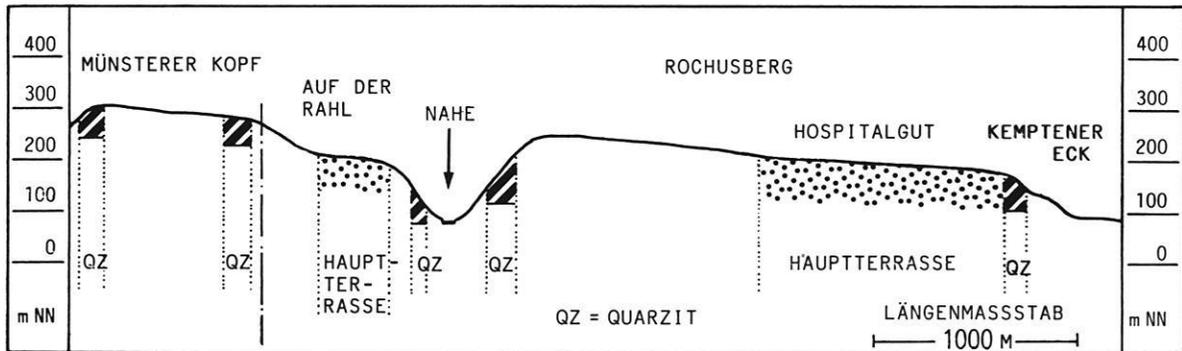


Abb. 9: Profil Münsterer Kopf - Rochusberg - Rhein.

Profile eignen sich besonders gut, um Höhenunterschiede und Reliefgestaltung anschaulich darzustellen. Die Grundlinie des Profils ist die Abszisse eines rechtwinkligen Koordinatensystems, dessen Ordinate die Höhe der Schnittpunkte zwischen der Profillinie auf der Karte und den Höhenlinien der Karte zeigt. Damit das Profil nicht direkt auf der Karte gezeichnet werden muß, ist zu empfehlen, einen Papierstreifen neben die Profillinie zu legen und die Schnittpunkte (inklusive Höhenangaben) darauf zu übertragen. Die Höhenabstände der Ordinate richten sich nicht nur nach der Äquidistanz der Karte und deren Maßstab, sondern auch nach der Überhöhung (Überhöhung = Multiplikator des Maßstabs der Ordinate gegenüber dem der Grundlinie). Durch eine Überhöhung des Profils werden die Reliefunterschiede verdeutlicht. Damit keine Verzerrungen erfolgen, muß allerdings ein ausgewogenes Verhältnis zwischen dem Horizontal- und dem Vertikalmaßstab gewahrt bleiben: eine  $2\frac{1}{2}$ fache Überhöhung ist im allgemeinen eine empfehlenswerte Größenordnung.

sich aus dem Klimawechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten im Pleistozän. Beim Übergang zur Kaltzeit nimmt die Frostsprengungsverwitterung zu, ebenso werden Massenverlagerungsprozesse belebt. Auf dem ganzen Flußlauf gelangen große Mengen an Gehängeschutt in die Wasserbahn und werden transportiert. Nimmt die Wasserführung ab oder ist der Fluß trotz der erheblichen Wassermengen nicht mehr in der Lage, den ganzen Schutt zu bewegen (z.B. bei Verebnungen des Geländes), so füllt sich der Talboden rasch auf und wird zusehends breiter. Beim Wechsel von einer Kalt- zu einer Warmzeit geht die Materiallieferung zurück und die Wasserführung nimmt zu. Es wird stärker erodiert (Tiefenerosion). Dadurch werden die Aufschüttungen aus den vorangegangenen Kaltzeiten zerschnitten. Der Fluß, auf sein enges Bett beschränkt, vermag sich nun auch in härteres Gestein einzutiefen. Eine Belebung des Gefälles durch die erhöhte Tiefschürfkraft bedeutet, daß der Fluß auch in widerstandsfähigerem Gestein - hier gegen den im Untergrund angelegten Quarzitriegel des heutigen Rochusbergs - seinen Lauf behaupten kann.

Der beschriebene Vorgang wiederholte sich im Pleistozän mehrfach, wodurch sich die Nahe

immer stärker in den Untergrund, und damit in die Quarzitlage, einzutiefen vermochte. Die älteren Talböden kamen in größer werdenden Abstand zum jeweiligen Flußbett zu liegen und bilden eine eindruckliche Abfolge. Das enge, steile Durchbruchstal unmittelbar neben der breiten Pforte zwischen Rochusberg und rheinhessischem Plateau ist also eine verhältnismäßig junge Erscheinung. Beim Tiefschneiden geriet das Wasser der Nahe auf unterschiedliche Gesteine. Im Raum südlich des heutigen Rochusbergs hatte der Fluß leichtes Spiel mit den lockeren Sanden, Mergeln und Tonen der tertiären Füllschichten. Der Erosion wurde hier kaum Widerstand entgegengesetzt, weshalb durch die Ausraumbtätigkeit der Nahe (seit der Hauptterraszenzeit im älteren Pleistozän) die Masse der tertiären Füllschichten abgetragen und der Ausraum in östlicher Richtung verbreitert wurde. Reste dieser tertiären Gesteine bilden die beiden Erhebungen Starberg und Galgenberg. Dem Rochusberg kommt heute die Rolle eines Sperriegels zu, den er zur Hauptterraszenzeit noch nicht besaß. Erst die Tiefenarbeit der Nahe und des Rheins mit ihrer Ausraumbtätigkeit auf der südlichen Seite des Rochusbergs weisen ihm diese Rolle zu. Der Vergleich der Flußterrassen mit der Landschaftsform mag dies verdeutlichen.

### 3.2.4 Vergleichen

Die Beschreibung der jüngeren Geomorphogenese soll abgerundet werden durch einen Vergleich der Kartenangaben zur Geomorphogenese (Prozessareale) mit der Höhenschichtenkarte. Die jüngsten Formungsbereiche, [rezenter Auebereich], liegen beidseits von Nahe und Rhein unter 90 m NN. Die [Niederterrasse] erhebt sich nur wenig darüber und schließt sich an den Auebereich an. Die Areale der [Mittelterrasse] zeigen sich in großer Ausdehnung rechts der Nahe und beidseits des Rheins in unterschiedlichen Höhen. Die [Hauptterrasse und älter] schließlich ist links der Nahe und wiederum beidseits des Rheins zu verfolgen. Das Areal am Rochusberg kann auf der GMK 25 nicht in eine Hauptterrasse des Rheins oder in eine Hauptterrasse der Nahe unterschieden werden. Es kann jedoch angenommen werden, daß die breit mäandrierenden Flüsse des älteren Pleistozäns in dieser weiten Ebene vor dem Eintritt in den Durchbruch durch die Gebirgsschwelle des Mittelgebirges zu gleichen Teilen an deren Bildung beteiligt waren (Abb. 10).

### 3.2.5 Deuten und Erklären

Bei der Vorstellung des methodischen Konzepts wurde bereits betont, daß die reine Interpretation bei der Auswertung einer thematischen Karte wie der vorliegenden geomorphologischen Detailkarte nicht oberstes Ziel sein muss: Deren Interpretation liegt bereits zu einem großen Teil vor. Die Erklärung der jüngeren Geomorphogenese des Nahedurchbruchs bei Bingen ist beispielsweise durch die aufmerksame Kartenauswertung in den vorangegangenen Unterkapiteln möglich geworden. In unterschiedlicher Form flossen interpretierende Leistungen allerdings an verschiedenen Stellen in die Betrachtungen mit ein.

Aus der Kartenarbeit lassen sich Begriffe erklären, die bis jetzt bewußt weggelassen wurden. Die harten Quarzite des heutigen Rochusbergs waren zunächst unter den weicheren Schichten der tertiären Beckenfüllung verborgen. Durch deren Herausarbeitung und Zerschneidung in einem Engtal liegt ein "epigenetisches Durchbruchstal" vor. Untersucht

man den alten Talboden der Hauptterrassenzeit auf dem Rochusberg etwas genauer, dann erweist sich dessen leichte Schiefstellung (genereller Anstieg nach Westen, Abkippung nach Südosten) als möglicher Hinweis für eine Aufwölbung der Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges nach der Ausbildung des Hauptterrassenniveaus. PANZER (in HOFMANN & LOUIS 1969b) belegt mit einem Vergleich der Höhenlagen der Hauptterrasse außerhalb des Kartenblattes Bingen, daß eine Aufbiegung der ganzen Schiefergebirgsmasse und ein Absinken des westlichen Mainzer Beckens im Gefolge der Bewegungen des Oberrheingrabsens auch im jüngeren Pleistozän stattgefunden hat. Das Durchbruchstal der Nahe bei Bingen ist damit nicht nur als epigenetisches Durchbruchstal, sondern zu einem Teil auch als "antezedentes Durchbruchstal" zu bezeichnen.

### 3.2.6 Darstellen

An den Schluß der Auswertungsarbeit gehört eine Darstellung der Ergebnisse. Bei jeder Kartenauswertung stellt sich die Frage, wie die Aussagen zu ordnen und entsprechend ihrer Bedeutung darzustellen sind. Es gibt dazu viele Möglichkeiten, wobei immer zu beachten ist, daß die Ergebnisse in einer Form festgehalten werden, die sich von der Arbeitsgrundlage - in diesem Fall einer thematischen Karte großen Maßstabs, der geomorphologischen Detailkarte GMK 25 - deutlich unterscheidet. Dies kann beispielsweise in schriftlicher Form geschehen. Daneben gibt es eine ganze Reihe zeichnerischer Methoden wie Tabellen, Handskizzen, Profilzeichnungen oder Blockdiagramme. Ein didaktischer Vorzug der verwendeten Karte gegenüber anderen Medien besteht darin, daß der Karteninhalt sich in zeichnerische Formen umsetzen läßt und zu dieser Aktivität geradezu anregt. Dazu gehört das Entwerfen von Skizzen durch Vereinfachung der Originalkarte (vgl. Abb. 8) oder die Hervorhebung dominierender Elemente. Eine angemessene Aufgabe besteht auch darin, ausgewählte Karteninhalte auf Umrißskizzen zu übertragen (vgl. Abb. 10). Eine Darstellung in dreidimensionaler Form würde dem räumlichen Nach- und Nebeneinander im vorliegenden Beispiel mit der Genese des Nahedurchbruchs am ehesten

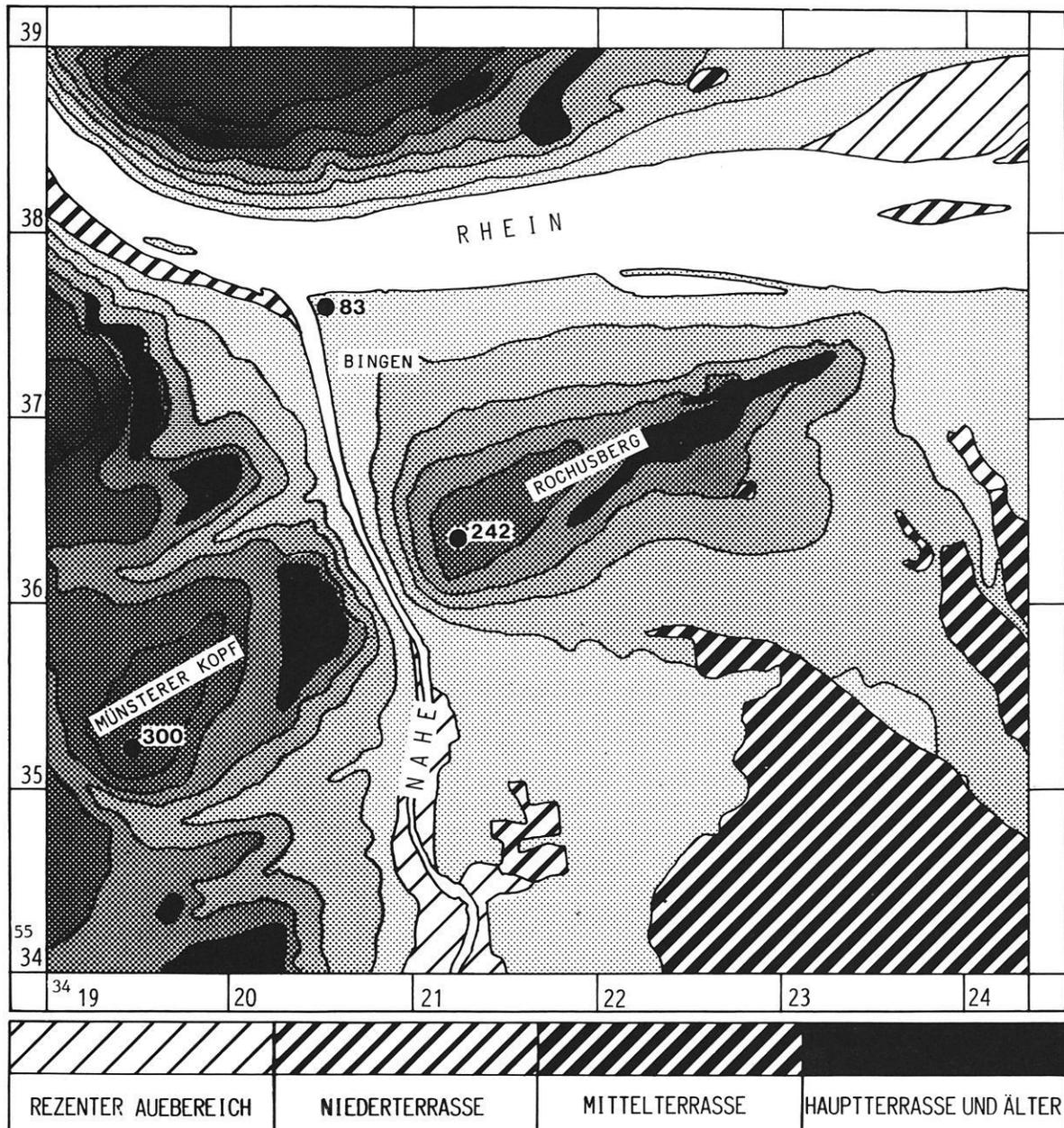


Abb. 10: Vergleichende Karte des Nahedurchbruchs bei Bingen. Morphogenetische Angaben der GMK 25 (Terrassenflächen) sind mit den Höhenschichten der Abb. 6 kombiniert.

Die Übertragung von Einzelheiten der GMK 25 auf ein durchsichtiges Deckblatt ermöglicht den Vergleich von Elementen und Raumeinheiten in ihren Verbreitungsarealen. Solche Karten sind stark vereinfachte Darstellungen mit einer Auswahl von Aussagen der GMK 25. Gegenüber der Originalkarte haben solche Darstellungen den Vorteil, daß sie übersichtlicher und leichter zu lesen sind. Zur Anfertigung von Deckblattskizzen: Ein transparentes Papier wird auf den Kartenausschnitt gelegt und fixiert (Bleiklotze, Tesaband). Der Kartenausschnitt wird umrahmt, gleichzeitig sind Angaben zum Maßstab und zur Lage (Kartenblatt) notwendig. Zum Zeichnen eignen sich wasserfeste Filzstifte am besten, weiche Bleistifte "schmier" gerne. Bei der Wahl der Farben ist es wichtig, daß sie sich gut voneinander abheben und doch zueinander passen. Den Abschluß bildet die Anfertigung einer Legende.

gerecht, doch ist die Anfertigung eines genau gezeichneten Blockdiagramms nicht ganz einfach. Für den schulischen Bereich empfiehlt sich eher, eine vereinfachende Raumskizze anzufertigen (Abb. 11).

In einer Raumskizze stehen die typischen Elemente und ihre Anordnung zu Raumeinheiten im Vordergrund. Gegenüber einer Kartendarstellung hat sie den großen Vorteil, daß die chronologische Reihenfolge aufgezeigt und abgebildet werden kann. Eine Auswahl der abzubildenden Elemente ermöglicht eine übersichtliche Darstellung. Die Lokalisierung und Orientierung bestimmter Erscheinungen, wofür beispielsweise in einem schriftlichen Text ein großer Aufwand nötig wäre, läßt sich in einer Raumskizze bedeutend einfacher gestalten.

### 3.2.7 Messen

Kartometrische Arbeiten sind eine intensive Form der Kartenauswertung. Die großmaßstäbige geomorphologische Detailkarte GMK 25 ist eine geeignete Grundlage für Messungen aller Art. Strecken-, Flächen- und Höhenmessungen sind in der Physischen Geographie bei der Bearbeitung unterschiedlichster Fragestellungen (z.B. quantitativer Bezüge einzelner Geofaktoren) anwendbar. Die messende Beobachtung ergänzt die rein visuelle Betrachtung der Karte. Die wichtigsten, jedoch technisch einfach zu bewältigenden Methoden der Strecken- und Flächenmessung - die Bestimmung der Neigungswinkel ist mit deren Aufdruck auf der Karte hinfällig geworden - sind im folgenden beschrieben und können eingeübt werden. Die Darstellung der Prozeßareale in ihrer deutlichen farblichen Nuancierung bietet sich speziell für Flächenmessungen an.

Streckenmessungen bieten keine besonderen Schwierigkeiten und können mittels Maßstab, Kurvimeter oder Stechzirkel durchgeführt werden (WILHELMY 1966, SCHOLZ 1968, HÜTERMANN 1979). Gerade Strecken ermittelt man durch die Multiplikation der gemessenen Strecke mit der Maßstabszahl oder durch den Vergleich der Kartenstrecke mit dem gezeichneten Maßstab (womit gleichzeitig ein möglicher Papierverzug korrigiert ist). Die Ver-

wendung eines Linearmaßstabs (Reduktionsmaßstabs) erspart die Umrechnung. In aller Regel sind jedoch Flußläufe, Arealumrisse etc. nicht geradlinig, sondern gekrümmt. Für die Messung solcher Strecken gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Am einfachsten ist die Streckenmessung mit dem Meßrädchen (Kurvimeter). Der Nachteil dieses Geräts ist dessen Ungenauigkeit bei engen Radien.
- Bei exakter Durchführung ist die Messung mit dem Stechzirkel genauer. Bei der Messung mit "konstanter Zirkelöffnung" wird die zu messende Strecke in Abschnitte unterteilt, die als geradlinig angesehen werden. Mit einer konstanten, möglichst kleinen Zirkelöffnung schlägt man die Strecke ab und multipliziert die Zahl der Zirkelschläge mit dem Maß der Zirkelöffnung. Die Messung mit "wachsender Zirkelöffnung" legt die Zirkelöffnung nicht fest, sondern erweitert sie um jeden neuen Teilbetrag, bis am Schluß die gesamte Strecke abgelesen werden kann.

Alle diese Messungen erfolgen im Grundriß der Karte und sind folglich als Grundrißmessungen zu bezeichnen (das Resultat ist eine Grundrißentfernung). Diese ist gegenüber der wahren Entfernung, der Profilentfernung, naturgemäß zu kurz, weil die Neigung nicht berücksichtigt wird. In ebenen Gebieten bis 10° Neigung erreicht die Vergrößerung der Profilentfernung gegenüber der Grundrißentfernung erst 1.6 %. Die Vergrößerung steigt dann allerdings rasch an und beträgt bei 25° schon 10.5 %, bei 45° 41.4 % und bei 60° bereits 99.8 % (BORMANN 1953). Um die wahren Entfernungen zwischen den Endpunkten einer Strecke in stärker reliefiertem Gelände zu bestimmen, müßten demnach die Höhenunterschiede berücksichtigt werden. Diese aufwendige Arbeit ist für die meisten schulischen Anwendungen unnötig und kann weggelassen werden. Hier reicht die Grundrißdistanz aus.

Für die Flächenmessung gibt es verschiedene Methoden, die sich in Aufwand und Genauigkeit stark unterscheiden. Am genauesten und sichersten ist die Messung unter Verwendung eines Polarplanimeters. Der Besitz eines

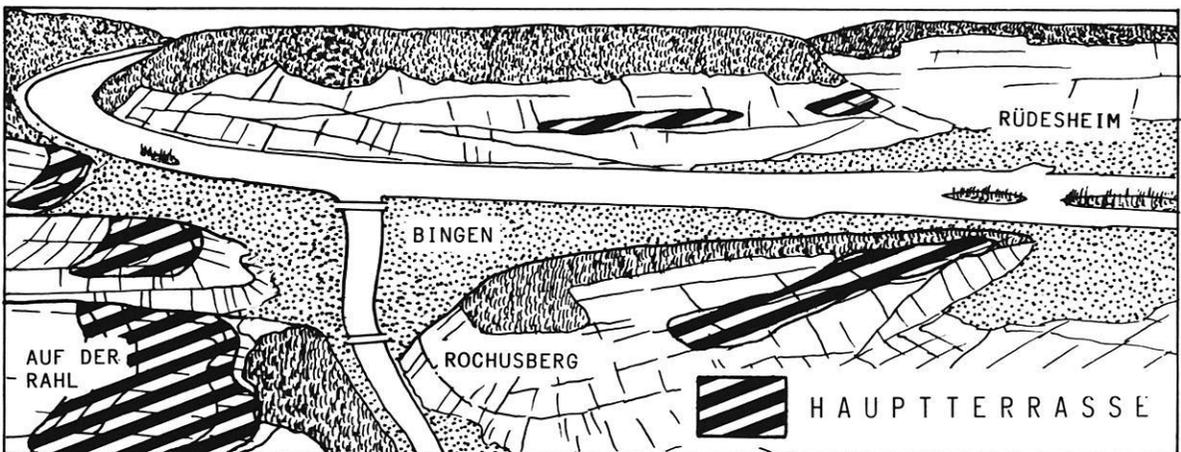


Abb. 11: Raumskizze zur Genese des Nahedurchbruchs bei Bingen.

solchen Meßgerätes kann nicht vorausgesetzt werden; es werden daher hier die einfacheren Methoden beschrieben:

- Bei der "Quadratmethode" wird die zu bestimmende Fläche mit einem Quadratgitter überzogen, z.B. mit einem transparenten Millimeterpapier. Ausgezählt werden alle Zentimeter- oder Millimeterquadrate, die vollständig innerhalb der Flächenumrandung liegen. In einem zweiten Schritt werden alle Quadrate ausgezählt, die von der Umrandung mehr oder weniger geschnitten sind. Als Ausgleich werden diese Quadrate als 1/2-Quadrate gezählt. Die Gesamtfläche erhält man aus der Multiplikation der gezählten Quadrate mit ihrer Flächengröße: im Maßstab 1 : 25 000 ist  $1 \text{ mm}^2$  gleich  $625 \text{ m}^2$ . Eine hohe Genauigkeit läßt sich bei dieser Methode erreichen, wenn die Messung mit verschobenem Gitter wiederholt und der Mittelwert bestimmt wird.
- Flächen mit geraden Umgrenzungslinien sind schnell berechnet, wenn sie in einfache geometrische Teilflächen aufgeteilt werden. Auch hier läßt sich die Genauigkeit durch mehrmalige Messungen mit unterschiedlichen Teilflächen erhöhen.
- Ein etwas aufwendigeres, aber recht genaues Verfahren ist das "Auswägen". Die zu berechnende Fläche wird auf einen gleichmäßig dicken Karton übertragen und ausgeschnitten. Mit Hilfe einer Präzisionswaage wird das Stück gewogen und anschließend mit dem Gewicht einer bekannten Fläche desselben Materials verglichen. Beschleunigen läßt sich die Arbeit, wenn diejenigen Teilflächen, die vollständig in ein Gitterfeld der Karte fallen, herausgenommen werden, und nur die Randbereiche ausgewogen werden.

Zwischen den auf der Karte ermittelten Grundrißflächen und der wirklichen Gelände- fläche besteht die gleiche Abhängigkeit vom Neigungswinkel wie zwischen Grundrißdistanz und Profildistanz. Nur bei kleinen Neigungswinkeln ist die Grundrißfläche der Landoberfläche gleichzusetzen. Die Verfahren zur Ermittlung der topographischen Oberfläche sind aber so aufwendig, daß im vorliegenden

Anwendungsbereich die Gleichsetzung Grundriß- fläche gleich Landoberfläche gerechtfertigt ist.

Die Ermittlung der Höhen ist aus der Höhenlinien- darstellung der topographischen Grundlage möglich. Die absolute Höhenangabe (durch Zählung von der allgemeinen Bezugsfläche "Normal-Null" aus) und der relative Höhenwert (Differenz zweier Absoluthöhen, also Höhenun- terschied) sind bei der Entnahme von Profilen aus der Karte wichtig.

### 3.3 Bemerkungen zur Kartenauswertung

Die Voraussetzungen für die Auswertung der GMK 25 sind eine eindeutige Themensetzung, die grundlegende Fähigkeit zum Kartenlesen sowie eine geographische Vorinformation zum Thema (in Form einer Einführung oder parallel zur Kartenauswertung erfolgender Erläuterungen). Die GMK 25 stellt für den Benutzer ein vielschichtiges Gebilde dar. Es werden karto- graphische Mittel verwendet, welche die Dar- stellung abstrakt und nicht unbedingt wirk- lichkeitsnah machen (Grundrißzeichnung, Ver- ebnung, Verkleinerung, Generalisierung, Re- liefdarstellung etc.). Daß dadurch gewisse "Hemmschwellen" bestehen ist nicht erstaun- lich. Doch der Informationsgehalt dieser Karten - in Signaturen unterschiedlichster Art verschlüsselt - läßt sich im schulischen Anwendungsbereich erarbeiten. Die Befähigung des Schülers zur Kartenauswertung stellt sich allerdings nicht von selbst ein, und auch nicht nach einer kurzen Einführung, sondern ist zu entwickeln und in entsprechender Weise zu fördern. Durch den in zweifacher Weise lernzielorientierten Einsatz einer GMK 25, instrumental und themenbezogen, kann den schulischen Ansprüchen entsprochen werden. Um ein Raumverständnis zu erreichen, ist das Erkennen von landschaftlichen Zusammenhängen notwendige Voraussetzung. Besonders für der- artige Belange eignet sich die kartographi- sche Ausdrucksform der GMK 25 und bietet sich an, ein ökologisches Denken zu fördern. Eine Einschränkung ist jedoch wichtig: Bei der Themenstellung ist die Kombination der Sach- verhalte so aufzubauen, daß nur enge themati- sche Verbindungen miteinander dargestellt werden.

Die bei der Kartenauswertung erlernten und eingeübten exemplarischen Kenntnisse und Fähigkeiten können auf andere kartographische Darstellungsmittel übertragen werden. Es werden damit in instrumentaler, aber auch in kognitiver Hinsicht Bausteine geschaffen, die wieder aufgenommen werden können und die beim Schüler die Befähigung entwickeln, andere Hilfs- und Arbeitsmittel zur Beurteilung geographischer Fragestellungen ein-

zusetzen. Die Voraussetzung ist, daß Kartenarbeit im Unterricht nicht nur etwas gelegentlich Geübtes, sondern etwas Vertrautes ist.

Die folgenden Beispiele zeigen, wie im schulischen Unterricht der Schüler schrittweise zum Kartenverständnis und damit auf den Weg zu eigenständiger Kartenarbeit geführt werden kann.

## 4. Die GMK 25 im Erdkundeunterricht. Beispiele zur Kartenauswertung

Im vorangegangenen Kapitel wurde ein methodisches Konzept entwickelt, wie die Fülle an geographischer Information der GMK 25 nach Inhalt, Aussagemöglichkeiten und Darstellung aufgeschlüsselt werden kann. Entsprechend dieser Abfolge wurden Hinweise zur Kartenauswertung und zu Hilfsmitteln der Kartenarbeit (Höhenschichtenkarte, Handskizze, Profilzeichnung, Deckblattechnik, Raumskizze) vorgestellt. Die einzelnen Schritte der Kartenauswertung - Themenstellung, Lesen und Erkennen, Beschreiben und Benennen, Vergleichen, Deuten und Erklären, Darstellen sowie Messen - werden in diesem Kapitel anhand einiger Beispiele zu einer themenbezogenen Kartenauswertung zusammengeführt. Folgende Blätter der geomorphologischen Detailkartierung werden verwendet:

- Blatt 4 8313 Wehr in Kap. 4.1
- Blatt 10 2213 Wangerooze in Kap. 4.2
- Blatt 5 3415 Damme in Kap. 4.3 und 4.4
- Blatt 1 1927 Bornhöved in Kap. 4.5
- Blatt 9 7520 Mössingen in Kap. 4.6

Das methodische Konzept zur Kartenauswertung wird somit an kartographischen Darstellungen sehr verschiedener Landschaften angewendet.

### 4.1 Die Gliederung des Naturraums

Wird im Erdkundeunterricht die Erscheinung einer Landschaft und ihrer Teilräume nach physisch-geographischen Gesichtspunkten erarbeitet, so kann die unterrichtliche Thematik einer ganzen Reihe von Lernzielen zugeordnet werden. Der Schüler soll erkennen, welche räumlichen Strukturen den Raum prägen und welche Geofaktoren bzw. Geofaktorenkomplexe ihn kennzeichnen. Unabhängig von der Verfahrensweise stellt sich bei Raumgliederungen das Problem der Behandlung der einzelnen Geofaktoren. Die Frage lautet, wie eine geographische Darstellung eines Raumes aufgebaut sein soll. An einem Beispiel aus dem Bayerischen Lehrplan zeigt BAUER (1976) die "Strukturanalyse eines Raumes" (im Rahmen einer Einführung in die Angewandte Geographie im verbindlichen Unterricht an höheren Stufen). Bei der Aufstellung des Fragenkatalogs wird dort dem länderkundlichen Schema gefolgt, wobei je nach Schwerpunkt der Analyse eine begrenzte Auswahl daraus zu treffen ist. Das länderkundliche Schema ist die einfachste und bekannteste Möglichkeit für die Anordnung des Stoffes und eignet sich durch

die vollständige Erfassung aller Faktoren als Leitfaden. Physisch-geographische Themen sind demnach etwa:

- Kennzeichnung der Oberflächenformen
- Bau der verschiedenen Oberflächenformen
- Aufbauende Gesteine (Härte, mineralische Zusammensetzung, Lagerung und Mächtigkeit der Gesteine)
- Alter und Entstehung der Gesteine und der Oberflächenformen
- Nutzbare Gesteine und Erden (Bergwerke, Steinbrüche, Tongruben)
- Art und Verbreitung der Böden
- Kennzeichnung der Oberflächengewässer (Wasserscheiden, Abflußrichtung)
- Erklärung der Talformen und des Gewässernetzes
- Grundwasserverhältnisse (Tiefe des Grundwasserspiegels, Quellhorizonte, Karsterscheinungen)
- Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse durch den Menschen (Flußbegradigungen, Staudämme, Stauseen, Wasserentnahme, Wasserverschmutzung).

Bei der Arbeit mit der GMK 25 zu Fragen der Raumgliederung handelt es sich um Verfahren, die den allgemein wissenschaftlichen Methoden der Analyse und der Synthese entsprechen. Die Darstellung von einzelnen Geofaktoren in einem analytischen Verfahren wird deren Art, Häufigkeit, Größenordnung und Verbreitung angegeben. Ihr unterschiedliches Auftreten in einzelnen Gebieten führt schließlich zu einem räumlich gegliederten Überblick über das Zusammenwirken der Elemente zu räumlichen Einheiten. Das heißt allerdings nicht, daß die großmaßstäbige Karte mit ihren vielen Einzelementen und relativ wenigen Raumeinheiten nur in einem analytischen Verfahren auszuwerten ist. Besonders die GMK 25 mit ihren einzelnen Informationsschichten erlaubt ein eigenständiges Vorgehen. Bei der Auswertung der geomorphologischen Detailkarte ist es sinnvoll, zuerst eine Gliederung nach den hervorragenden Formengruppen vorzunehmen und danach die einzelnen Raumeinheiten nach den Elementen zu beschreiben. Der Vorteil gegenüber dem aufzählenden Muster des länderkundlichen Schemas ist, daß sich dadurch das Zusammenwirken der einzelnen Geofaktoren zu Geofaktorenkomplexen darstellen läßt. Das

beherrschende kartographische Darstellungsmittel bei der GMK 25, die Flächenfarbe, wird für die Zeichnung der "Geomorphologischen Prozeßbereiche" verwendet. Darunter sind Areale zu verstehen, deren heutiges Relief durch einzelne Prozesse bzw. Prozeßkomplexe formenbestimmend geprägt wurde (weitere geomorphologische Prozesse sind damit nicht ausgeschlossen, treten aber nicht primär in Erscheinung). Die Informationsschicht der geomorphologischen Prozeßbereiche ist für die Auswertung der GMK 25 von großer Bedeutung. Durch sie steht eine ganze Reihe von aufbereiteten, interpretierten Informationen zur Verfügung, die entsprechend der Themenstellung angewendet werden können. Bei der Ausführung einer Raumgliederung nach physisch-geographischen Aspekten gewinnt die Informationsschicht der Prozeßbereiche so eine unterrichtspraktische Bedeutung, was am Beispiel von Blatt 4, 8313 Wehr (Aufnahme: LESER 1977-1978; Grundlage: Topographische Karte 1 : 25 000 Blatt 8313 Wehr, Ausgabe 1976; Nebenkarte: Morphostrukturelle Übersichtskarte 1 : 275 000; Erläuterungsheft: LESER 1979).

Für das Kartenblatt L 8312 Schopfheim der amtlichen topographischen Karte hat GEIGER (1977) methodische Überlegungen zur Kartenauswertung durchgeführt (Abb. 12). Das Blatt 4 der GMK 25 umfaßt die Fläche des südöstlichen Quadranten dieser Karte. GEIGER unterteilt das Gebiet anhand der Reliefverhältnisse nach orographischen Gesichtspunkten. Eine Merkmalskombination aus Höhenlage, Talnetz, Reliefformen, Bewaldung, Landnutzung, Gewässernetz, Siedlungsformen, Orts- und Flurnamen gibt eine geographische Skizzierung der einzelnen Räume und streicht die Unterschiede zwischen diesen Teilräumen heraus. In der Folge sind vielfältige Aussagen, hauptsächlich zu kulturlandschaftlichen Themen, möglich. Es sind auch die anthropogenen Indizien für naturgeographische Sachverhalte dargestellt. So zum Beispiel in den breiten Talböden: Ortskerne auf Terrassen und Schwemmkegeln, neuere Gebäude im Talboden, damit Hinweise auf frühere Hochwassergefährdung und Siedlungsentwicklung; Trinkwasserpumpwerke weisen auf das Vorkommen von Grundwasser und damit auf eine Schotterlage und einen Akkumulationsbereich hin.

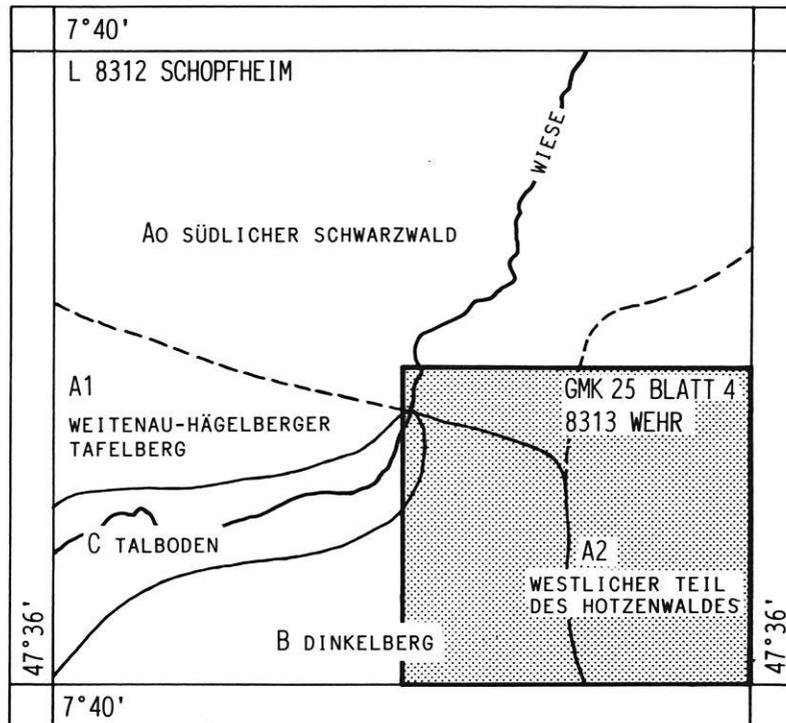


Abb. 12: Grobgliederung des Kartenblattes L 8312 Schopfheim nach GEIGER (1977) und Lage der GMK 25 Blatt 4 8313 Wehr.

Primäre Informationen zum Gesteinsuntergrund fehlen auf der TK 50. Dazu, und zu Fragen der geotektonischen Verhältnisse, zeigt GEIGER, wie durch Karteninterpretation Aussagen gewonnen werden können.

Die Gliederung nach den geomorphologischen Prozeßbereichen ist eine Möglichkeit, um eine räumliche Ordnung in die Fülle an Karteninformationen der GMK 25 zu bringen. Die Prozeßbereiche gehen einher mit typischen Gefüge- und Baustilmerkmalen, die für die Landesnatur der jeweiligen Raumeinheiten maßgebend sind und die bei der Kartenarbeit zu beachten sind. Auf Blatt Wehr lassen sich fünf hauptsächliche geomorphologische Prozeßbereiche unterscheiden (Abb. 13):

(I) Den umfangreichsten Anteil auf Blatt Wehr nimmt die lila Farbe der [cryogenen] Prozeßbereiche ein. In diesen Arealen werden diejenigen Reliefbereiche zusammengefaßt, deren äußere Erscheinung auf das Einwirken periglazialer Prozesse zurückzuführen ist. Vergleicht man das Verbreitungsgebiet mit der morphostrukturellen Nebenkarte, so zeigt

sich, daß sein Auftreten identisch ist mit dem Verbreitungsgebiet des [variscischen bzw. prävariscischen Grundgebirges] mit seinen kristallinen und metamorphen Gesteinen. Hauptkriterium zur Abgrenzung dieses Prozeßbereichs ist das verbreitete Vorkommen von mächtigen periglazialen Schuttdecken [Substratsymbole]. Dieser Solifluktionsschutt bedeckt nicht nur die Hochflächen, sondern auch die Hänge, wo er trotz steiler Hangneigungen erhalten blieb. In den [cryogenen] Prozeßbereich sind zwei weitere Farben eingestreut. Einerseits ist dies die hellgrüne Farbe der [fluvialen] Prozeßbereiche: Im nordwestlichen Hotzenwald mit einem Kerbtalrelief und starken Hangneigungen; im südöstlichen Hotzenwald mit breiteren, muldenförmigen Tälern. Andererseits sind in das Gebiet der vorherrschend cryogenen Formung Flächen mit der ockernen Farbe der [denudativen] Prozeßbereiche eingebettet (besonders auf den Hochflächen des südöstlichen Hotzenwaldes in der Gegend um Rickenbach/Hütten).

(II) Im westlichen Teil ist mit dem Dinkelberg ein Formbildungskomplex repräsentiert,

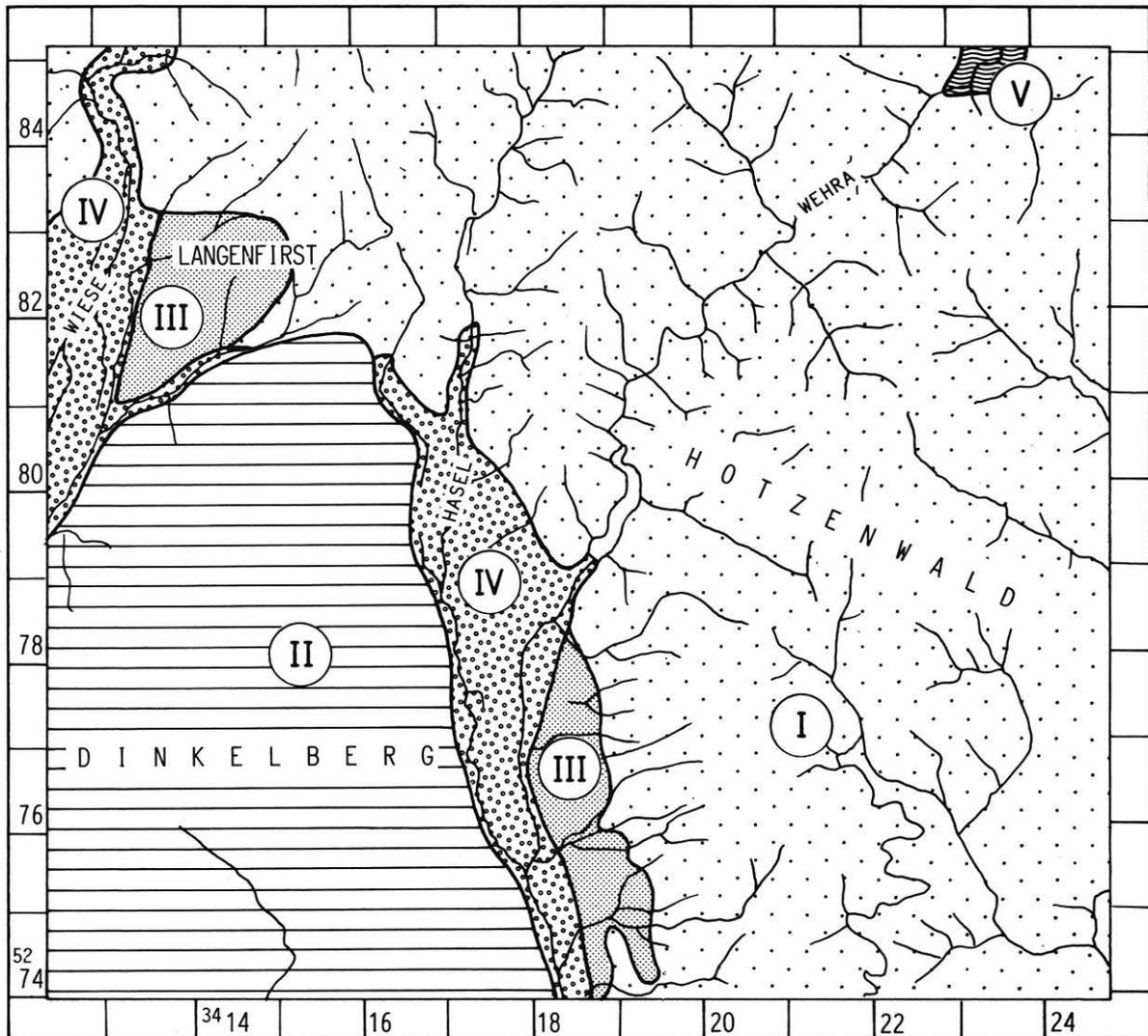


Abb. 13: Gliederung des Blattes Wehr nach den hauptsächlich geomorphologischen Prozeßbereichen. Erklärung der Raumeinheiten I bis V im Text.

dessen Prozesse durch den verkarstungsfähigen Muschelkalk bestimmt werden [Nebenkarte: Höher liegende mesozoische Schollen, vor allem Buntsandstein und Muschelkalk, lokal Keuper und Jura. Lokal auch pleistozäne Löß- und Solifluktionsschuttdecke darüber]. Die Hochfläche des Dinkelberges zeigt als herausragenden geomorphologischen Prozeßbereich die blaue Farbe für [karstisch/subrosiv/korrosiv]. Damit sind diejenigen Stellen ausgewiesen, an denen die Prozesse der Subrosion formbestimmend sind. Als Karstformen zeigen sich hauptsächlich [Dolinen], die unterschiedlich dicht über den Dinkelberg verteilt

sind und besonders zahlreich westlich von Hasel auftreten. Eine weitere Oberflächenform bilden die durch die lila Prozeßfarbe [cryogen] gekennzeichneten Täler des Dinkelbergs. Da es sich heute um Trockentäler handelt, stellt sich die Frage, wann deren fluviale Formung stattgefunden hat. Während der pleistozänen Kaltzeiten herrschte in Mitteleuropa Permafrost, der mit seiner Tiefenwirkung ein unterirdisches Abfließen des Wassers verhinderte. Die Gewässer flossen oberflächlich ab und zeitigten erosive Wirkung. Ebenfalls unter periglazialen Klimabedingungen wurde Löß aufgeweht. Die nur schwach wirksame flä-

chenhafte Abtragung ist die Ursache, daß die Lößdecken, die mit der gelben Prozeßfarbe [äolisch] markiert sind, in größerer Verbreitung erhalten blieben.

(III) Die in Ockerfarbe auf der Karte dargestellten Areale werden dem [denudativen] Prozeßkomplex zugeordnet. Unter Denudation wird eine flächenhafte Abtragung verstanden, die in den europäischen Mittelbreiten vor allem durch das Wasser bewirkt wird. Die denudative Abtragung räumt Vorzeitreliefelemente ab, indem die Lockersubstrate der fluvialen Abtragung im Vorfluterbereich zugeführt werden. Sowohl das Gebiet des Langenfirst als auch Gebiete östlich von Hemmet zeichnen sich durch eine solche Hangdenudation aus. Die auf diesen Formen ablaufenden Prozesse können auch als hangial, d.h. hangformend, bezeichnet werden.

(IV) In den auf der Karte in hellgrüner Farbe ausgewiesenen [fluvialen] Bereichen ist das konzentriert abfließende Wasser formenbestimmend. Neben den zahlreichen kleineren Gewässern treten auf Blatt Wehr zwei große, fluvial geprägte Talformen auf: Das Wiesetal im Nordwesten und das Tal der Hasel bzw. der Unterlauf der Wehra im Zentrum des Blattes. Außerhalb der Engtalstrecken haben die Wiese und die Wehra umfangreiche Flußterrassenlandschaften gebildet. Mehrere Niveaus sind deutlich zu unterscheiden. Die Substratsymbole zeigen die Aufschotterung von [Geröllen] und die Ausbildung von Terrassenniveaus, die z.B. [Löß] als Decksediment tragen.

(V) In der Nordostecke des Blattes Wehr ist ein kleines Areal in dunkelvioletter Farbe eingetragen, ein [glazialer] Prozeßbereich. Es handelt sich um einen stark überformten Moränenaufschluß der würmzeitlichen Eisrandlage am Südrand des Kessels von Todtmoos-Au und zu Beginn des Wehra-Engtals.

Nach der Gliederung des Blattes in die Formengemeinschaften können einzelne Untersuchungsobjekte in einem sondierenden Verfahren weiter bearbeitet werden. Als Sachverhalte für eine Auswertung eignen sich im speziellen diejenigen, die auch bei der Feldkartierung sofort und ohne Hilfsmittel aufgenommen wurden. Im wesentlichen handelt es sich dabei

um die geomorphologischen Verhältnisse, die hydrologische Situation und die rezente Geomorphodynamik.

#### 4.2 Dynamik und Wirkungskraft einzelner Geofaktoren

Oft finden physisch-geographische Fragestellungen durch die Behandlung von Naturkatastrophen Eingang in den Erdkundeunterricht bzw. Aufnahme in die Lehrmittel. An Beispielen wie Erdbeben, Sturmfluten, Überschwemmungen oder Dürrekatastrophen wird die Frage der Dynamik und Wirkungskraft einzelner Geofaktoren erläutert. Solche Themen ermöglichen einen eindrucklichen Unterricht und lassen sich mit viel Bildmaterial veranschaulichen. Allerdings werden dabei die Einflüsse und Wechselwirkungen der Geofaktoren in normalen Situationen vernachlässigt. Daß physisch-geographische Kräfte in vielfältiger Art und Weise wirken und der Naturraum einem ständigen Wandel unterliegt, sollte in der schulischen Bildung nicht allein auf die Betrachtung von extremen Einzelereignissen beschränkt bleiben. Das Vorhandensein der Wirkungskraft einzelner Geofaktoren demonstriert nicht nur deren vernichtendes Einwirken auf gesellschaftliche Einrichtungen!

Mit dem Blatt 10, 2213 Wangerooge (Aufnahme: EHLERS & MENSCHING 1977-1981; Grundlage: Küstenkarte 1 : 25 000, Blatt 2212 K Wangerooge/Ausgabe 1980; Nebenkarte: Geologische Übersichtskarte 1 : 300 000; Erläuterungsheft: 1984 noch nicht erschienen) der GMK 25 ist ein Gebiet kartiert, das starken rezenten Formveränderungen unterliegt. Vor der Niedersächsischen Küste und dem Wattenmeer erstreckt sich von der Ems- bis zur Jademündung die Reihe der Ostfriesischen Inseln (Borkum, Juist, Norderney, Baltrum, Langeoog, Spiekeroog und Wangerooge). Physisch-geographische Prozesse, die normalerweise in anderen Zeitdimensionen ablaufen als die Menschheitsgeschichte (und dadurch oft nur schwer verständlich sind) können hier auf kleiner Fläche sowohl zeitlich als auch räumlich übersichtlich dargestellt werden. Die Inseln sind nacheiszeitliche Bildungen,

die Mehrzahl von ihnen dürfte knapp vor der Zeitwende entstanden sein (SINDOWSKI 1973). Die Kartenauswertung geht damit über eine strukturelle Analyse hinaus und schließt die Dynamik mit ein, die zur Erklärung des heutigen Erscheinungsbildes berücksichtigt werden muß. Die Entstehung der Ostfriesischen Inseln ist nach SINDOWSKI (1973) nicht gänzlich geklärt. Mehrere Hypothesen wurden diskutiert (Nehrungsinselhypothese, Strandwallhypothese, Platenhypothese). Letztere wurde für Juist und Langeoog nachgewiesen: Eine submarine Geesthochlage stabilisiert die tiefen Wattrinnen und bildet den Ansatz für Sandablagerungen und damit für eine hochwasserfreie Sandplate. Das Inselstadium ist erreicht, wenn diese sandige Wattfläche durch Dünen aufwehungen und deren Festigung durch Dünengräser stabilisiert ist.

Für die Insel Wangerooge ist die Entwicklungsgeschichte schwieriger erklärbar. Hier fehlt ein hochgelegener Geestsockel. Der Untergrund wird von Watt- und Rinnensanden, die eine Mächtigkeit von rund 20 Metern aufweisen, gebildet. SINDOWSKI (1973) vermutet für Wangerooge eine hochwasserfreie Plate aus lockeren Küstensedimenten als Ursprung und nähert sich damit der Strandwallhypothese an: aus einer gleichzeitig mit dem für die Nord-

see postulierten Meeresspiegelanstieg (SINDOWSKI 1962, EHLERS & MENSCHING 1983) emporwachsenden Lockermaterialansammlung entwickelte sich eine dünentragende Schwemmsandinsel auf dem ostfriesischen Wattstrand. Sowohl der nur wenige Meter hohe "Sokkel" der Insel [Seemarsch], als auch die bis zu 15 m hochragenden Sanddünen bestehen aus Akkumulationsmaterial, das dem Meer entstammt. Die weitere Entwicklung der Insel ist geprägt durch starke Verlagerungen (Abb. 14). Geologische und kartenhistorische Untersuchungen belegen, daß Wangerooge, Baltrum und Spiekeroog - alles Inseln, denen ein hochragender Geestsockel fehlt - ihre Lage in besonderem Maße verändert haben (HOMEIER 1965). Für Juist, Norderney und Langeoog ist demgegenüber eine langanhaltende Lagestabilität nachgewiesen (SINDOWSKI 1963). Von einem generellen "Wandern" der Inseln kann demnach nicht gesprochen werden. Es sind vielmehr die Auswirkungen der großen Sturmfluten und die dadurch hervorgerufenen Veränderungen im Einzugsbereich der Seegats (Durchgänge zwischen zwei benachbarten Inseln als Verbindung der See mit dem hinter den Inseln liegenden Watt) verbunden mit dem Sedimenttransport in den Riffbögen (Ketten einzelner Sandriffe), die für die steten Lageveränderungen verantwortlich sind.

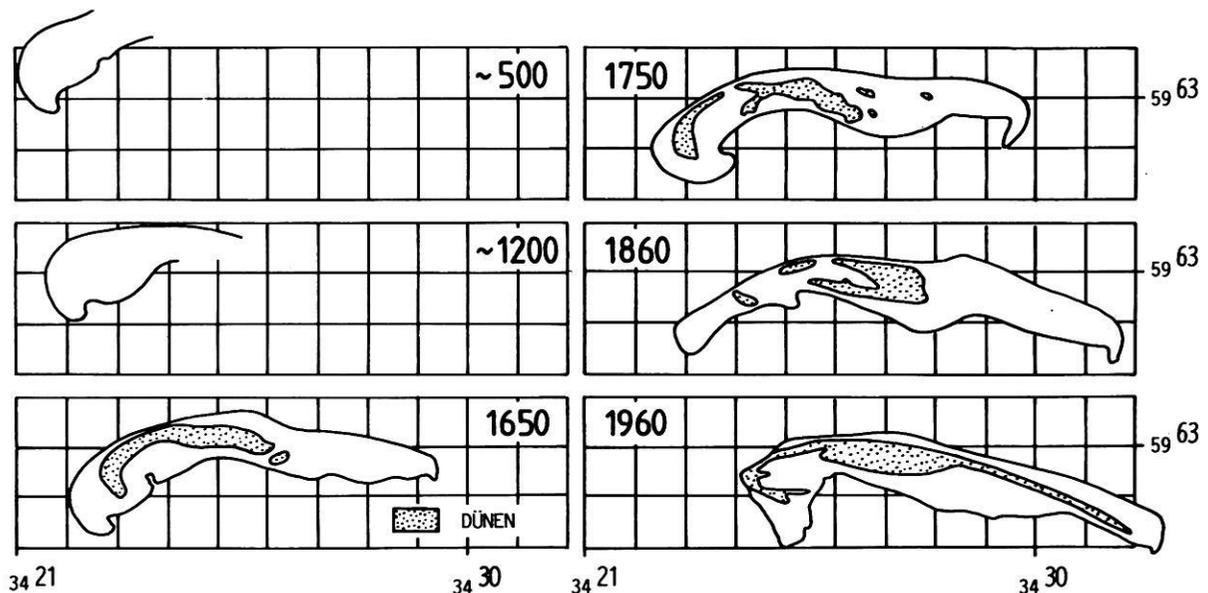


Abb. 14: Lageveränderung der Insel Wangerooge (nach SINDOWSKI 1973, verändert).

Aus dem Kartenblatt können allein durch den Schritt des "Lesens und Erkennens" Einsichten in diese Themenbereiche gewonnen werden. Ergänzungen durch die weiteren Schritte des methodischen Konzepts führen zu vertieften Kenntnissen in unterschiedlichen Bereichen der allgemeinen bzw. der regionalen Geographie. Für die folgenden Betrachtungen ist das Kartenblatt Wangerooge in vier geomorphologische Großeinheiten gegliedert:

- Meer (Seegats und Vorstrand)
- Insel Wangerooge (als Teil der ostfriesischen Inselkette)
- Wattenmeer (Inselwatt, Mittelplattenregion, Festlandwatt)
- festländischer Küstenstreifen (Vorland und Marschen)

Diese Gebiete lassen sich anhand der geomorphologischen Prozeßbereiche deutlich auf der Karte unterscheiden.

#### 4.2.1 Der ständig überflutete marine Bereich

Die marinen geomorphologischen Prozeßbereiche sind in blauen Farben dargestellt. Der dunkelblaue Teil [marin, ständig überfluteter Bereich], ist dauernd durch Wasser bedeckt. Er umfaßt auf dem Kartenblatt Wangerooge die Seegats im Westen und Osten der Insel (Harle bzw. Blaue Balje), die Baljen und größeren Priele, welche die Wattstreifen voneinander trennen, und den Vorstrand der Insel. Der nasse Strand (MTnw-MThw, Abb. 15) ist als spezieller Prozeßbereich herausgehoben, um die äolische Überformung während der Trockenfallzeit deutlich zu machen [marin, äolisch überformt; Naßstrand; Deflation]. Seewärts sind im nassen Strand die Sandriffe [Wölbungsform: konvex, Riffe (im Vorstrandbereich)] eingezeichnet, die den litoralen Sandtransport dokumentieren. Im Vorstrand (MTnw-SKN minus 7 m) fehlt allerdings die spezielle Signatur der Sandriffe und man ist

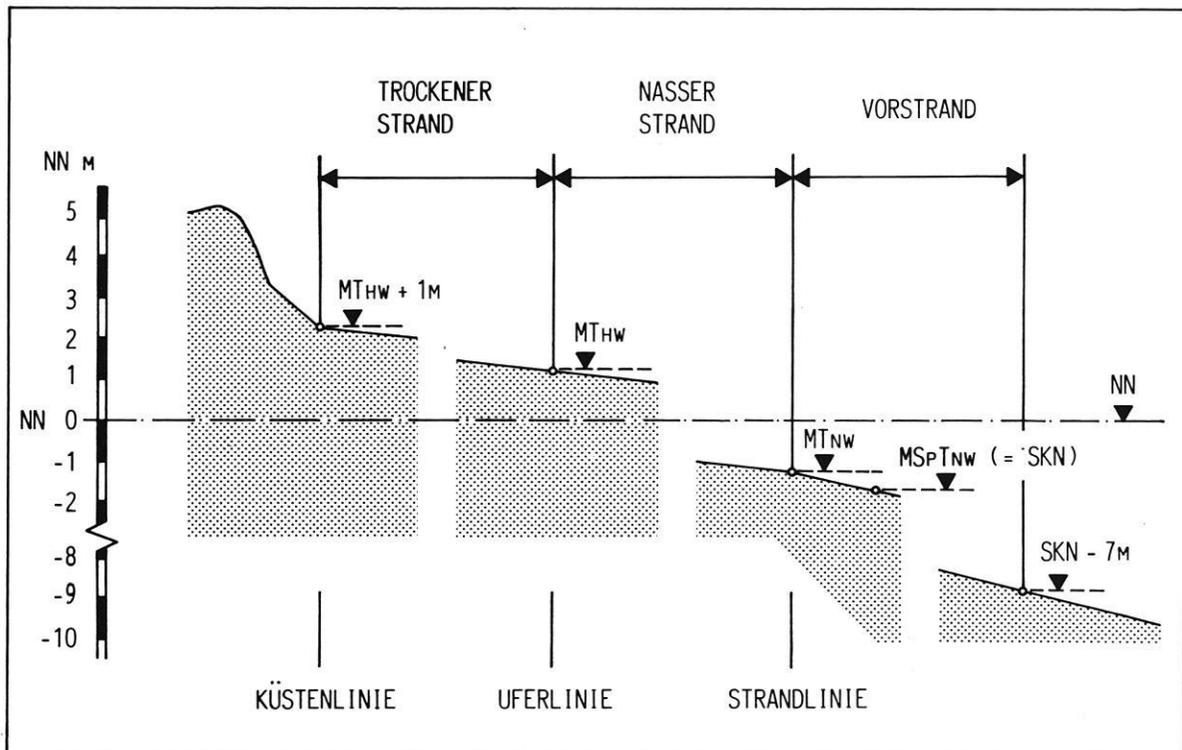


Abb. 15: Tidewasserstände und Strandabgrenzungen (nach STADELMANN 1981, verändert).

Die diversen Abgrenzungslinien sind in ihrer lokalen Lage großen Veränderungen und Schwankungen unterworfen. Es bedeuten: NN Normalnull, SKN Seekartennull, MThw Mitteltidenhochwasser, MTnw Mitteltiden-niedrigwasser und MSPtNW Mittleres Springtidenniedrigwasser.

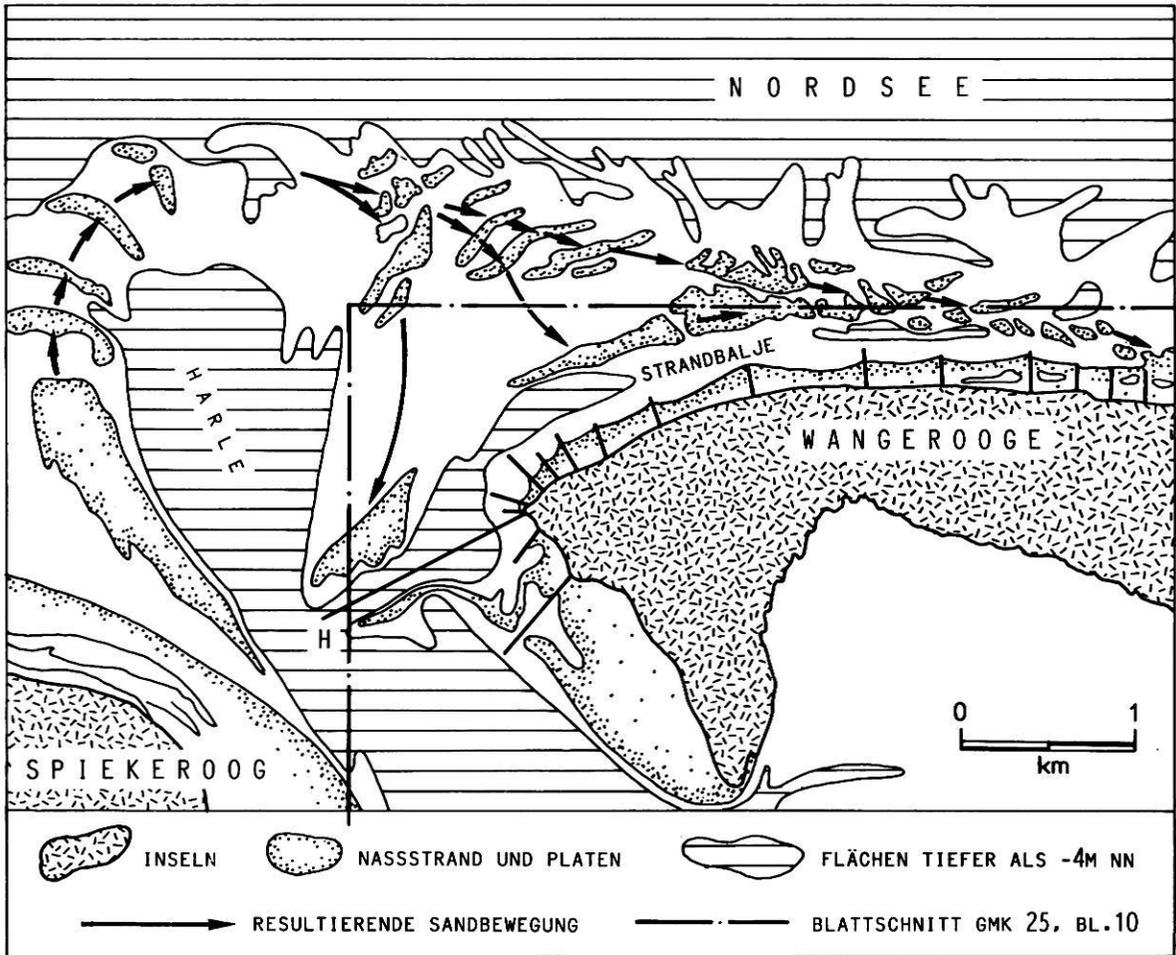


Abb. 16: Der Riffbogen der Harle und der Blattschnitt der GMK 25 Blatt 10 2213 Wangerooge (nach EHLERS & MENSCHING 1983, verändert).

Der Riffbogen der Harle folgt der gebogenen Ausgleichslinie zwischen dem ostgerichteten Strömungsvektor (Reststrom + Brandungsströmung durch Westwindlage) bzw. dem nordgerichteten Strömungsvektor durch den Ebbstrom aus dem Seegat (SINDOWSKI 1973). Die Buhne H drängt den Ebbstrom der Harle vom Inselsockel weg, dadurch wird der Drehpunkt der Sandbewegung nach Westen verschoben. Die Sandbewegung spaltet sich in drei Bewegungsrichtungen auf, deren östliche an den Strand und die westliche zurück in die Harle führt. Der mittlere Ast wird durch die Strandbalje nach Osten abgedrängt und vereinigt sich mit dem östlich anlandenden Sand.

auf die Isobathenzeichnung angewiesen. Ihr geripelter Verlauf ist ein deutlicher Hinweis, daß sich die Riffe im Vorstrand fortsetzen. Das ganze Gebiet wird auch als Riffzone bezeichnet: landgerichteter Flutstrom + Brandungsschwall bzw. seegerichteter Ebbstrom + Brandungssog bestimmen die Transportrichtung des Sandes, der sich in einer Zickzacklinie längs des Strandes ostwärts bewegt.

Für den Sedimenttransport vor Wangerooge ist der Riffbogen der Harle von besonderer Bedeutung. Leider tritt dieser wichtige Prozeß-

bereich wegen des Blattschnittes nicht deutlich genug in Erscheinung (Abb. 16). Erst durch ergänzende Karten (die topographische Wattkarte 1 : 25 000 der Niedersächsischen Küste, Ausgabe 1964, dokumentiert auf dem Blatt Nr. 7 das Seegat der Harle samt dem Riffbogen; die Wattkarten haben allerdings einen gänzlich anderen Blattschnitt als die amtlichen topographischen Karten desselben Maßstabs), durch Luftbilder oder durch erläuternde Darstellungen werden diese für das Verständnis der Genese so bedeutungsvollen Prozesse verständlich. Es sei die Frage er-

laubt, ob sich hier ein Abweichen vom strengen Blattschnitt der TK in Form einer lokalen Erweiterung nicht geradezu aufgedrängt hätte (ähnlich der für die GMK 25 Blatt 7, 3923 Salzhemmendorf gefundenen Lösung). Die Ebbstromrinne der Harle nahe dem Westkopf der Insel Wangerooge bedroht nicht nur den Inselsockel, sondern auch die Strandzone und die Riffanlandung zur Insel. Dem Bau der Buhne H (vgl. Abb. 16) in den Jahren 1938-1941 lag die Absicht zugrunde, den Westkopf der Insel vor den Strömungen der Harle zu schützen. Die Buhne H hat eine Länge von rund 1460 m (NIE-MEIER 1972), wovon auf der GMK 25 nur die ersten 1050 m sichtbar sind. Aus der Abb. 16 ist ersichtlich, daß die im Seegat abfließenden Ebbwasserströme den Radius des Riffbogens und damit die Lage der Riffanlandezone nachhaltig bestimmen. Die Auswirkungen des Buhnenbaus führen nicht nur zu einer Abdrängung der Ebbstromrinne vom Inselsockel weg, sondern sie beeinflussen auch die Riffbogenmorphologie. Ähnliche Verhältnisse zeigen sich beim Minsener Oog. Diese ehemals hochwasserfreie Sandplate verschwand mit der Zeit, bis sie bei der Jade-Korrektion mit Buhnenbauten versehen wurde, um die Spülkraft der Blauen Balje zu verstärken.

Die geomorphologischen Auswirkungen des Buhnenbaus können auf der GMK 25 teilweise erfaßt werden. Beidseits der Buhne H kam es zu einer Auskolkung durch ausstrudelndes Wasser bis zu einer Tiefe von 10 m unter NN [muldenförmige Übertiefung innerhalb eines Priels]. Die Signatur [Unterspülung der Buhnen] verdeutlicht die langsame Tieferlegung der Buhne und ihre zunehmende Überströmung. Daß es am Kopf der Buhne H zu einer Auskolkung bis 30 m unter NN kommt, ist auf dem Kartenblatt nicht mehr sichtbar. Die direkten Auswirkungen des Buhnenbaus, die Veränderungen des Querschnitts und des Strömungsverlaufs der Harle, sind durch den westwärts abdrehenden Lauf der Harle angedeutet [muldenförmige Hauptrinne eines großen Priels]. Die strandwärtige Sandverlagerung ist aus der GMK 25 anhand der Signaturen [marin, Ebb-Delta; Wölbungsform: konvex, Riffe (im Vorstrandbereich)] und der Isobathendarstellung ersichtlich. Die starke küstenparallele Strömung in der Strandbalje zeigt sich durch das Fehlen des trockenen Strands,

den schmal ausgebildeten nassen Strand, die Auskolkung vor der Buhne beim Badestrand und die allgemeine Unterspülung der Buhnen. Im Westteil der Insel wird also kaum Sand zugeführt, was aber durch künstliche Aufschüttungen offensichtlich ausgeglichen werden soll [anthropogene Planation]. Neben den Buhnen sind weitere bauliche Küstenschutzmaßnahmen verzeichnet: [Deckwerk; Längswerk; Ufermauer].

Die heutige Form der Insel Wangerooge ist in besonderem Maße ein Ergebnis der künstlichen Schutzmaßnahmen. Ausgelöst durch die Sturmflut an Silvester 1854/55 setzte der Bau von Dämmen, Deichen, Mauern, Hafenanlagen und weiteren Kunstbauten in großem Umfang ein (SINDOWSKI 1973). Unbestritten ist deren Bedeutung für die Sicherung der Insel gegen Sturmfluten. Großen Einfluß haben diese Schutzwerke aber auch auf die Sandversorgung der Insel durch die Fixierung des Riffbogens an einer neuen Lage.

#### 4.2.2 Die Insel Wangerooge

Die Insel kann durch den Verlauf der Uferlinie (MThw) umgrenzt werden (Abb. 15). Diese Linie entspricht dem Übergang vom nassen zum trockenen Strand, hier läuft die Flut im Mittel aus. Der trockene Strand bildet einen Grenzsäum zwischen dem Meer und der Insel, denn er ist ebenfalls - wenn auch nur zeitweise - den Kräften des Transportmediums Wasser ausgesetzt. Darauf weist die Auszeichnung der geomorphologischen Prozesse im Bereich des trockenen Strandes hin, wenn auch die äolische Umlagerung der Strandsande vorherrscht [äolisch, marin überformt; Trockenstrand]. Die unterschiedliche Breite des trockenen Strandes zeigt, daß die Anlandung des Sandes unregelmäßig erfolgt und daß sie bevorzugt am Ostteil der Insel stattfindet. Am trockenen Strand übernimmt der Wind die entscheidende Transportarbeit [Deflation]. Die Sandkörner werden je nach Korngröße, Dichte, Wassergehalt etc. bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten erfaßt und im Lee von kleineren und größeren Hindernissen abgelagert. Damit ist die Dünenbildung initialisiert, doch erst die stabilisierende Wirkung der Vegetation vermag die kleinen Sandbuckel

[Primärdünen] zusammenzuhalten. Strandweizen siedelt sich an, und nach fortgesetzter Sandauflagerung, nach der Austrocknung durch die Sonneneinstrahlung bzw. den Wind, und nach der Verringerung des Salzgehaltes durch Niederschlagswasser folgt die Strandhafergesellschaft. Der zunehmend dichter werdende Bewuchs läßt die Düne beschleunigt wachsen. Auf der Insel Wangerooge ist nach dem Kartenblatt der GMK 25 die Primärdünenbildung nur an einer Stelle, nördlich des Ostaußengrodens, anzutreffen. In dieser Gegend ist der trockene Strand sehr breit, hier kann Sand ausgeweht werden. Im Westteil der Insel ist der trockene Strand praktisch nicht mehr vorhanden, und der nasse Strand ist auf wenige hundert Meter verringert. So erstaunt es nicht, keine Angaben zur Primärdünenbildung zu finden. Doch auch auf dem Westaußengroden ist rezente Dünenbildung im Gange [jüngere Dünensande auf älteren Dünensanden]: Vom neuen Westturm her bauen sich Dünen entlang von künstlich angelegten Buschzäunen auf und bedecken größere Flächen (EHLERS & MENSCHING 1983). Sie breiten sich langsam gegen das Lagunengebiet des Westaußengrodens aus. Als Nährgebiet kommt die hochliegende Wattfläche zwischen dem Westanleger und der Harle in Frage [Deflation].

Die Erwähnung der Buschzäune als Ansatzpunkt der Dünenbildung zeigt den starken anthropogenen Einfluß auf die Dünengebiete der Insel. Das große Dünenfeld im zentralen Inselteil [äolisch, Dünen jünger - älter bzw. äolisch, Flugsand] ist in vielfältiger Weise überformt worden. Das Dorf Wangerooge ist zum größten Teil im Dünenfeld errichtet worden. Sowohl die topographische Kartengrundlage als auch die GMK-Signaturen geben Hinweise auf weitere anthropogene Eingriffe:

- topographische Kartengrundlage: Friedhof, Saline, Eiskuhlen, Deichbau, Straßen und Wege.
- GMK-Signaturen: [Mülldeponie], Veränderungen der Oberflächenformen durch einen Bombenangriff am 25. April 1945 [von Bombentrümmern durchsetzte ältere Dünen], Maßnahmen des Küstenschutzes [Seedeich; Deckwerk; Längswerk; Ufermauer].

Daß ein Großteil der als [Strichdünen] markierten Dünenzüge anthropogenen Ursprungs sind, kommt auf der GMK 25 nicht deutlich zum Ausdruck. Die bereits erwähnte Silvesterflut 1854/55 durchbrach den alten Dünenzug und zerstörte den Ort Wangerooge (SINDOWSKI 1973). Der danach errichtete Schutzdamm übersandete und schloß als künstliche Stranddüne die Öffnung. Der Dünenzug im Ostteil der Insel geht ebenfalls auf bauliche Maßnahmen zurück. Der Bau und Betrieb einer Inselbahn über die reliefarme Sandplate zum Ostanleger (in Betrieb zwischen 1904 und 1958) und die in diesem Zusammenhang errichteten Buschzäune zum Schutz des Bahnkörpers vor Überwehungen waren hier der Auslöser der Dünenbildung (SINDOWSKI 1973). Anthropogene Einflüsse können auch zur Zerstörung von Dünen führen. Die Signatur der [Hohlwege] im Dünenkörper verdeutlicht dies.

Die Darstellung der Dünen kann auf der GMK 25 laut EHLERS & MENSCHING (1983) nur schematisch und undifferenziert erfolgen. Trotzdem kann die Dünenentwicklung verfolgt werden. Der Weg des Sandes aus dem Meer über den Vorstrand mit seinen Riffen zum nassen Strand und schließlich auf den trockenen Strand, die Bildung kleiner Primärdünen, die Entstehung von hoch aufragenden Außendünen (Sekundärdünen) in Strandnähe und von Dünenfeldern im Inselinneren (Tertiärdünen) zeigen, wie sich nach und nach die einzelnen Bauteile einer Landschaft unter dem Einfluß bestimmter Geofaktoren herausbilden können.

Ein anderes Bild zeigt die dem Watt zugekehrte Seite der Insel. Ihrem Entstehen liegt ein Sedimentationszyklus zugrunde, bei dem der Wind nur eine untergeordnete Rolle spielt. Das Tidewasser führt in Form von Schwebstoffen eine große Menge an organischem und anorganischem Material mit, das in Ruhigwasserbereichen als Sinkstoffe abgelagert wird. Der Boden erhöht sich allmählich und übersteigt mit der Zeit das Niveau des mittleren Tidehochwassers (MThw). Der Bewuchs verdichtet sich, aus den Wattsedimenten entwickelt sich der Marschboden der landwirtschaftlich nutzbaren deichreifen oder eingedeichten "Grodens":

- Binnengroden: Hinter dem Hauptdeich [alter Seedeich] vor schweren Sturmfluten geschütztes Land, das als [denudativ, durch Deiche geschützte Marsch (Innengroden)] bezeichnet ist. Das Substrat ist als [Sand, Seemarsch] charakterisiert. Die Eindeichungen können durch Jahresangaben eingeordnet werden [Jahr der Eindeichung]: Westinnengroden 1912, Dorfgroden 1902, Ostinnengroden 1925.
- Außengroden: Das ungeschützte Deichvorland umfaßt den jüngsten Teil des Inselanwuchses. Hier findet der Sedimentationsprozeß der Marschenbildung rezent statt. Die Auflandung erfolgt wegen der Höhenlage nicht mehr durch das normale Hochwasser, sondern nur noch durch erhöhte Flutereignisse [denudativ, marin überformt, nur bei Sturmfluten überfluteter Bereich (Außergroden); Akkumulation; natürliches Gewässer, zeitweise fließend (kleiner Priel)]. Die Substratbezeichnung gibt weitere Hinweise auf die zeitweilige Überspülung [sandig-toniger Schluff, salzhaltig; Roh-Seemarsch, noch nicht vollständig entsalzt].

Auf der geschützten Südseite der Insel erwartet man eine starke Verlandung. Am Rande des Ostaußengrodens steht [Queller-Vegetation] als Hinweis für den Anwachs an der Wattküste. Dieser einen Stelle stehen auf der Südseite der Insel die Signaturen für Küstenabbruch und Uferverlegung gegenüber [Erosionskante des Außengrodens, Kliffhöhe 0.5 m; Abrasion]. Das sedimentäre Wachstum erfolgt demnach nicht gleichmäßig. Hauptsächlich Sturmwellen laden Sinkstoffe eher am Außenrand des Außengrodens ab, es kommt zur Wallbildung. Daran nagt jeder höhere Wasserstand und verursacht kleinere Einbrüche. Ebenso tragen die lokalen Strömungsverhältnisse zur Kliffbildung bei. Auch gut durchwurzeltes Vorland kann so wieder wegerodiert werden.

#### 4.2.3 Das Wattenmeer

Im Rhythmus der Gezeiten dringen große Wassermassen durch die Seegats in die als [marin, bei Hochwasser überfluteter Bereich,

ohne Vegetation] gekennzeichneten Wattflächen ein. Der Wechsel zwischen Ebbe und Flut führt zu einer Landschaft, die durch das Wechselspiel von Zerstörung und Aufbau geprägt ist. Die vielfältigen Materialumlagerungen im Wattraum können auf der GMK 25 erkannt werden. Die großen Wattströme, die vom Ebbwasser in seewärtiger und vom Flutwasser in landwärtiger Richtung durchflossen werden, zeigen kein einheitliches Gefälle: übertieften Bereichen [muldenförmige Übertiefungen innerhalb eines Priels] stehen Erhöhungen vor den Mündungen der Seitenpriele gegenüber [Flut-Barre]. Das sind kleine Akkumulationsbereiche, hervorgerufen durch die nachlassende Strömungsgeschwindigkeit und die dadurch verminderte Transportkraft. Die Carolinensieler-Balje beispielsweise hat sich bis 6.1 m unter NN eingetieft, während ihre Mündungsbarre zur Breite Legde bis auf 3 m unter NN aufragt. Im weiteren gibt die Darstellung der Flutdeltas [marin, Flut-Delta im Watt] einen Eindruck von den Stellen, wo der Flutstrom von den Strömungsrinnen auf die Wattflächen trifft. Hier bewirkt die Strömungsgeschwindigkeitsminderung einen Verlust an Transportkraft. Die Angabe der Großrippel [Megarippel] ist ein weiteres Zeichen für den strömungsbedingten Sedimenttransport, ebenso wie die Signatur [Uferwall eines Priels]. Auf den Wattflächen sind die Strömungsverhältnisse wesentlich anders. Bei Strömungsruhe, wenn der Flutstrom beendet und der Ebbstrom noch nicht eingesetzt hat, können sich die Schwebstoffe auf hochgelegenen Stellen der Wattscheide und des Festlandwatts, im Schutze von Miesmuschelbänken oder von künstlichen Anlagen (Lahnungsfeldern, Dämmen, Gruppen) ablagern. Den Weg eines Schwebstoffteilchens gibt Abb. 17 wieder.

Der Anteil der organischen bzw. anorganischen Schwebstoffe im Tidewasser ist unterschiedlich, nimmt aber generell von der See her gegen die Küste hin zu. Die Schwebstoffe stammen hauptsächlich aus dem Wattenraum selber, wo sie umgelagert werden. Den Rest bilden marine Sedimente aus dem Küstenvorland und fluviale Sedimente aus Binnengewässern. Die Sedimentation ist wegen der periodischen Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit, der Wassertiefe und der Strömungsrichtung sehr

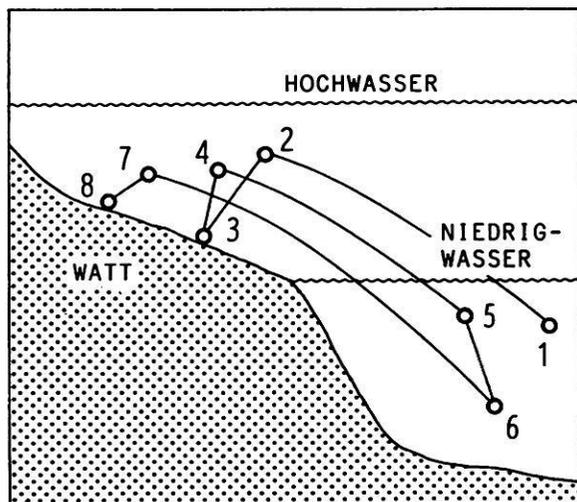


Abb. 17: Transportweg eines Schwebstoffteilchens durch den Gezeitenstrom im Wattenmeer (nach BRAMEIER 1983, verändert).

Die Flutwelle dringt in den Wattenraum ein und breitet sich aus; die Strömungsgeschwindigkeit nimmt rasch ab, wodurch das Schwebstoffteilchen auf den Boden absinkt (1 bis 3). Bei Ebbe ist der Strom am Ort der Sedimentation zu schwach, um das Teilchen zurückzutransportieren (4), der Rücktransport endet, bevor es seinen ursprünglichen Herkunftsort erreicht hat (5). Infolge der großen Wassertiefe und der kurzen Stromstille erreicht das Schwebstoffteilchen den Boden nicht (6). Bei der nächsten Flutwelle wird das Schwebstoffteilchen wieder aufs Watt transportiert (7). Dort sinkt es ab (8). Während einer Tide hat es die Strecke von 3 bis 8 zurückgelegt.

verschieden. Hinweise liefern auf der GMK 25 die Substratbezeichnungen (Abb. 18). Die Wattedimente unterscheiden sich durch ihren unterschiedlichen Anteil an organischen, organogenen und anorganischen Stoffen, wobei der Anteil an letzteren für die Unterteilung benutzt wird:

- *Wattsande*: Substratbezeichnung [Sand, marin]. Die meisten Wattflächen sind damit gekennzeichnet. Wattsande treten dort auf, wo die Gezeiten und Strömungen – und damit die Umlagerungsprozesse – am stärksten sind.
- *Wattschlicke*: Substratbezeichnung [toniger Schluff, mariner Schlick]. Die Wattschlicke weisen einen großen Anteil an organischem Material auf und finden sich bevorzugt an strömungsarmen hochgelegenen

Stellen wie Prielrändern, Wattwasserscheiden, [Miesmuschelbänken] und auf dem Festlandswatt.

Daß sich die Schutzmaßnahmen im Inselbereich auch auf das Watt auswirken, zeigt der Verlauf der Wattwasserscheide. Sie folgt vor allem im Norden der allgemeinen Entwicklung der Insel und verläuft dadurch weit im Osten. Die massiven Küstenschutzmaßnahmen haben zur Folge, daß sich die Wasserscheide in einem Beharrungszustand eingependelt hat.

Direkte anthropogene Einflüsse im Watt zeigt eine Stelle im Wangeroogener Inselwatt durch die Signatur [Baggerloch im Watt]. Es ist aus dieser allgemein gehaltenen Formulierung nicht ersichtlich, für welchen Zweck der Abbau erfolgt. Die Größe der Baggerrinne zeigt nur, daß der Sandabbau von Bedeutung ist. Sehr wahrscheinlich fand das Material Verwendung für Bauten auf der Insel selbst, vielleicht für die erwähnten Sandaufschwemmungen am Westkopf von Wangerooge. Weniger wahrscheinlich ist, daß es sich um einen industriellen Abbau für die Nachfrage auf dem Festland, wo die Sandgewinnung immer problematischer wird, handelt. Immerhin gibt die angegebene Signatur einen Anstoß zur Behandlung der Umweltschutzproblematik: Schäden an den Wattplatten, Störung des Sandhaushaltes und Eingriffe in einzigartige Biotope.

#### 4.2.4 Das Deichvorland und die Marschen

Das Deichvorland erstreckt sich als ebene Fläche vor dem Hauptdeich. Es bildet den Übergang vom Wattenmeer zur Küste und verdankt seine Entstehung sowohl der natürlichen Anlandung durch das Tidewasser als auch den Maßnahmen der hier ansässigen Bevölkerung zur Beschleunigung dieser Anlandung. Die Signatur [Queller-Vegetation] weist auf das Vorkommen dieses angestammten Landbildners des norddeutschen Watts hin. Diese einjährigen Pflanzen bestehen aus einem fleischigen Sproß mit gelenkartig verbundenen Gliedern und werden etwa 20 cm hoch. Hat der Wattboden eine Höhe von MThw minus 30 cm erreicht, so treten die ersten vereinzelt Exemplare auf, aus denen sich geschlossene Bestände entwickeln. Ihre besondere Wirkung ist die Strömungsverminde-

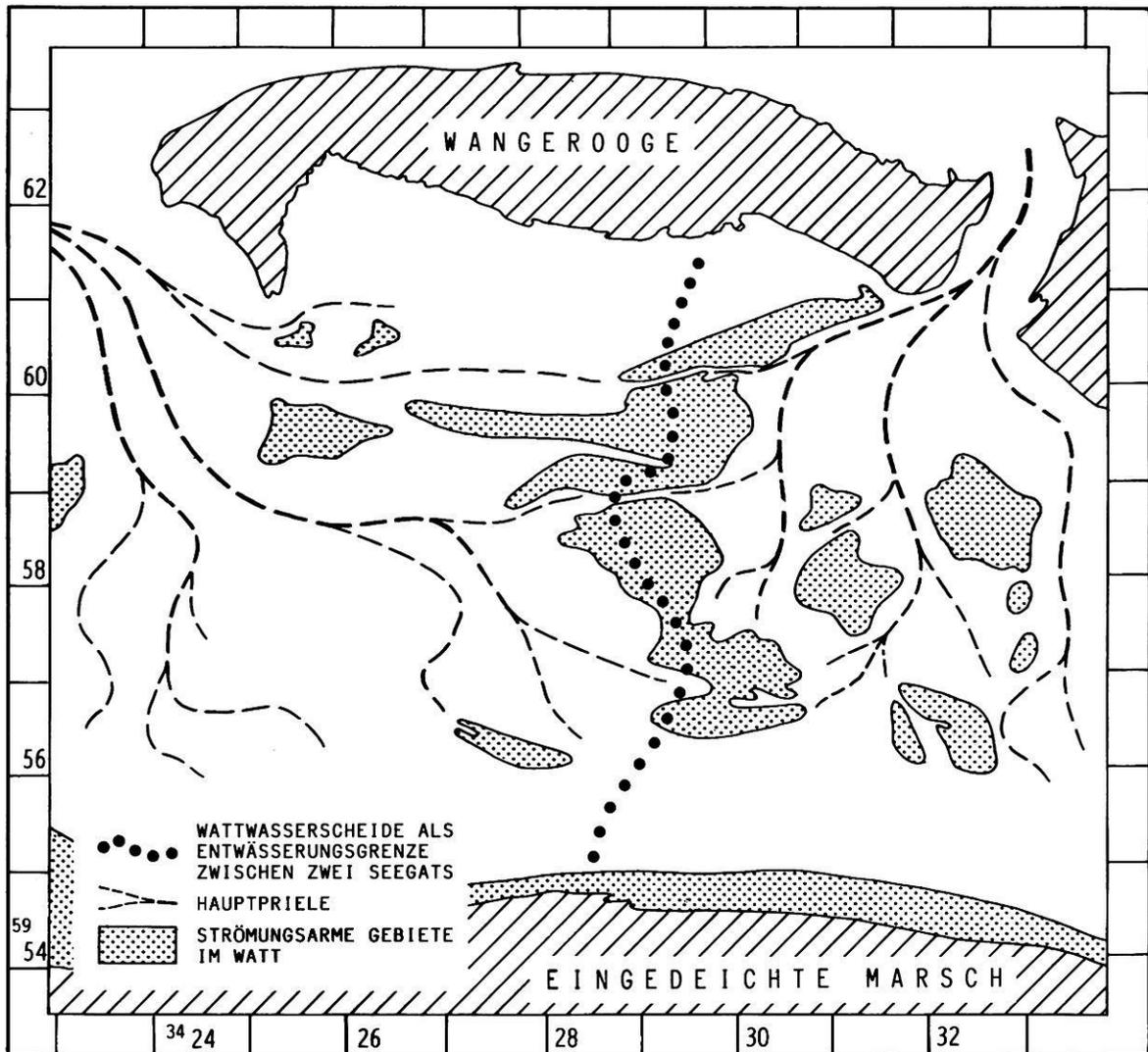


Abb. 18: Strömungsreiche und strömungsarme Bereiche des Watteraums, ausgeschieden nach den Substratarealen der GMK 25.

Daß sich die Schutzmaßnahmen im Inselbereich auch auf das Watt auswirken, zeigt der Verlauf der Wattwasserscheide. Sie folgt vor allem im Norden der allgemeinen Entwicklung der Insel und verläuft dadurch weit im Oste. Die massiven Küstenschutzmaßnahmen haben zur Folge, daß sich die Wasserscheide in einen Beharrungszustand eingependelt hat.

zung, wodurch die Sedimentation begünstigt und die Erosion erschwert wird. Steigt die Aufhöhung in diesen Anlandungsarealen über die MThw-Linie beginnen sich Landpflanzengesellschaften anzusiedeln (Andelwiesen), die noch weit bis ins Vorland hinein von Quellerbeständen durchsetzt sein können. Dieses Land wird nun nicht mehr regelmäßig überflutet und erfährt durch das Niederschlagswasser eine allmähliche Verminderung des Salzgehaltes: es entwickelt sich zum Marschenland.

In den Auflandungsgebieten geht das Watt ohne scharfe Grenze ins Vorland über. Die Aufhöhung des Vorlandes auf natürliche Weise erfolgt nur, wenn der Wasserstand über MThw steigt. Planmäßig werden die natürlichen Auflandungsprozesse für die Landgewinnung ausgenutzt. Mit dem Bau von Lahnungen und der Anlage von Gruppenfeldern kann die Sedimentation beschleunigt werden; nach und nach läßt der zunehmende Bewuchs eine Beweidung zu. Die Bedeutung des Vorlandes liegt heute aller-

dings weniger in der Gewinnung von neuem landwirtschaftlichem Nutzland als vielmehr in seinem Nutzen für den Küstenschutz. Ein breites Vorland bremst die Wasserenergie bei Sturmfluten und entlastet den Hauptdeich. Für Ausbesserungsarbeiten an den Deichen können Rasensoden und Klei (das tonige Sediment der Marschen, das spät-diagenetisch durch weitere Porenwasserabgabe, Entkalkung und Eisenoxidation verändert wurde) den schnell regenerierenden Vorlandflächen entnommen werden [Kleientnahmeflächen]. Abschließend sei die Bedeutung des Vorlandes als Lebensraum für Fauna und Flora gewürdigt [Naturschutzgebiet Elisabeth-Außengroden].

Auf das Außendeichland an der Küste folgt der Hauptdeich [moderner Seedeich] und damit der Übergang ins Landschaftsbild der Marschen. Das Marschengebiet am unteren Blattrand weist auf die großräumigen Veränderungen durch den Anstieg des Nordseespiegels und die jahrhundertelangen Anstrengungen der ansässigen Bevölkerung um Landgewinn und Küstenschutz hin. Nach SINDOWSKI (1962) erreichte die Nordsee bei ihrem Südvordringen um 5500 v. Chr. die heutige ostfriesische Küste und drang in den pleistozän angelegten Rinnen bis an den Geestrand vor. Über den nacheiszeitlichen Mooren und Sandern wuchs der Marschboden [Nebenkarte: alte Marsch]; an Flußufem, Meeresbuchten und an Prielrändern siedelten sich Menschen an. PLINIUS beschrieb im Jahre 57 n. Chr. diese "Chauken" als ein "elendes Völkchen", das hohe Hügel im Wattraum in Besitz hat, die wie Rednertribünen von Menschenhand erreicht worden sind. Deren Bewohner glichen "Seereisenden, wenn die Flut das umliegende Land bedeckt, aber Schiffbrüchigen, wenn sie wieder zurückgewichen ist" (zitiert in SINDOWSKI 1962:325). Die auf der GMK 25 kartierten Wurten [anthropogen bedingte Akkumulation; Wurt] deuten mit ihren Endungen -en, -ens und -um auf frühmittelalterliche Entstehung hin. Ab etwa 1000 n. Chr. begann mit dem Deichbau die aktive Gestaltung der Landschaft durch den Menschen. Die ersten Deiche waren nur primitive Erdwälle, welche die sommerliche Ernte vor erhöhten Tiden zu schützen hatten. Bis um 1300 n. Chr. entstand nach und nach eine geschlossene Deichlinie im südlichen Teil der Harlebucht, die jedoch

immer wieder von schweren Sturmfluten gefährdet und durchbrochen wurde. Die natürlichen Sedimentations- und Verlandungsvorgänge wurden von den Küstenbewohnern stetig ausgenützt und gefördert. Bis 1810 war die Harlebucht vollständig eingedeicht, danach kam es nur noch zu kleineren Eindeichungen zur Küstenbegradigung [Jahr der Eindeichung]. Die fast ebenen Marschen werden von einer Vielzahl von Gräben durchzogen, in denen das hochanstehende Grundwasser und das von der Geest stammende Oberflächenwasser seewärts geleitet werden [künstliches Gewässer, zeitweise bzw. ständig fließend (Entwässerungsgräben)]. Das Landschaftsbild ist geprägt von kleineren Siedlungen und von Einzelhöfen auf [Wurten] im Altmarshland und von Einzelhöfen in der jungen Marsch. Hier sind die Höfe bodeneben errichtet und nicht mehr auf Wurten erbaut. Der Schutz der Deiche genügt offenbar. Fruchtbare kalkreiche Böden [toniger Schluff, Seemarsch; schluffiger Ton, Seemarsch] werden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Landeinwärts folgen die weitgehend verdichteten und entkalkten Böden [Sackung durch Entkalkung (in den älteren Groden)], die keinen Ackerbau mehr zulassen, aber als Weideland eine umfangreiche Viehzucht ermöglichen [Deichschaden durch Viehtritte].

Das Kartenblatt Wangerooge der GMK 25 gibt einen Einblick in eine in historischer Zeit starken Wandlungen unterworfenen Landschaft. Dabei hatten auch immer die menschlichen Eingriffe Auswirkungen auf das dynamische Gleichgewicht dieses Gebiets. In der Gesamtschau wird deutlich, daß die umfangreichen Sicherungsmaßnahmen auf der Insel Wangerooge auch als Maßnahmen des Küstenschutzes gewürdigt werden müssen: Die ostfriesischen Inseln bilden einen natürlichen Schutzwall zwischen dem Meer und der Festlandküste. Die Sturmfluten im Jahre 1953 (Hollandflut) und im Jahre 1962 (Februarflut) zeigen deutlich genug, welche Wichtigkeit den Inseln zukommt.

#### 4.3 Der Naturraum als Bezugsfeld menschlicher Nutzungsansprüche

Die Kartenauswertung als Analyse einzelner Geofaktoren und ihrer Verbreitung ist in

einer rein deskriptiven Form wenig problemorientiert. Die genaue Kenntnis der Situation ist aber unabdingbare Voraussetzung, wenn zu einer Bewertung von Raumausschnitten übergegangen wird. Die Beanspruchung von Grund und Boden führt vielerorts zu Konfliktsituationen. Die Errichtung von Wohnsiedlungen und Verkehrswegen, die Ansiedlung von Industrien und die Gewinnung von Rohstoffen, die Versorgung mit Wasser und die Deponierung von Abfällen, die Produktion von Nahrungsmitteln und schließlich die Gestaltung von Freizeit und Erholung dokumentieren die umfangreichen menschlichen Nutzungsansprüche an den Raum. Eine Behandlung sich daraus ergebender Konfliktsituationen unter dem Einbezug von Entscheidungsprozessen (z.B. raumplanerische Ansätze) ist im schulischen Rahmen durchaus möglich und läßt sich an mannigfaltigen Beispielen anschaulich durchführen: Schotterabbau in Talauen, die für die Wassergewinnung genutzt werden; Anlage von Mülldeponien in aufgelassenen Gruben ohne Berücksichtigung einer möglichen Grundwassergefährdung; Überbauung landwirtschaftlicher Nutzflächen; Naturschutz in Gebieten, die dem Abbau von Lagerstätten unterliegen etc. Die Verwendung einer GMK 25 in diesem Zusammenhang soll nicht dazu dienen, eine einseitige Abhängigkeit dieser Problemkreise von den physisch-geographischen Geofaktoren zu postulieren. In jedem Fall aber spielen die physisch-geographischen Bedingungen eine entscheidende Rolle. Die Physische Geographie trägt "maßgebend dazu bei, das Potential und Wirkungsgefüge der Naturkategorien kennenzulernen und ihre Bedeutung als Rahmenbedingung und Bezugsfeld menschlicher Nutzungsansprüche richtig einzuschätzen" (FICK 1978:36). In diesem Kapitel wird am Blatt 5, 3415 Damme (Aufnahme: GALBAS, KLECKER, LIEDTKE 1976-1979; Grundlage: Topographische Karte 1 : 25 000 Blatt 3415 Damme, Ausgabe 1974; Nebenkarte: Morphogenetische Übersichtskarte 1 : 300 000, Erläuterungsheft; GALBAS et al. 1980) gezeigt, welche Bedeutung das Relief und seine Entwicklung für die heutige Nutzung eines Raumes haben können. Mit dem Signaturschatz der geomorphologischen Detailkarte läßt sich die starke Überprägung der natürlichen Formen durch anthropogene Aktivitäten nachweisen.

#### 4.3.1 Landschaftsgenese

Innerhalb der niedersächsischen Altmoränen- und Geestlandschaft erheben sich die Dammer Berge als Teilstück eines weitgespannten Altmoränenzuges, der von der Hase an seiner südlichen Auswölbung durchbrochen wird. Auf der Nebenkarte sind die Dammer Berge als [Altmoränenplatten] mit aufliegenden [Sandlößdecken] und [Stauchungsrücken] gekennzeichnet, die im Osten von der Hunteniederung (Großes Moor, Diepholzer Moor, Dümmer) begrenzt sind [Hoch- und Flachmoore]. Im Nordwesten gehen die Dammer Berge in die Niederung der Hase über, einer Landschaft der [Talsande, meist periglazial-fluvialer Herkunft]. Die Altmoränen der Dammer Berge zeigen vorherrschend einen sandigen, stark geschichteten Sedimentaufbau, der häufig durch Stauchungen verstellt ist:

- 8.10 Moräne, Geschiebelehm (Drehnte)
- 8.11 Sande und Kiese, glazifluvial, gestaucht (Drehnte)
- 10.8 Geschiebedecksand auf gestauchten kiesigen Sanden
- 10.9 Geröll auf gestauchten kiesigen Sanden

Den Stauchungsvorgang kennzeichnen im besonderen die folgenden Signaturen:

- 7.3 glazigene Stauchung
- 7.7 Tertiärton
- 10.10 kiesiger Sand auf gestauchtem Tertiärton

Die eingeschobenen Schollen tertiärer Tone zeigen, daß dieses Material vom Untergrund aufgenommen und vom Inlandeis mit den fluvio-glazialen Sedimenten zusammengeschoben wurde.

Die Angabe [Drehnte] gibt einen morphochronologischen Bezugsrahmen: Die Saale-Eiszeit, die vorletzte und ausgedehnteste Eiszeit in Norddeutschland, gliedert sich in diverse Stadien, darunter das Rehburg-Stadium. Dazu zählen die Moränenzüge bei Lingen, Rehburg und Damme. Diese älteren, stark überformten und oft mit Löß bedeckten Stadien faßt man unter dem Namen Drehnteabschnitt zusammen (die jüngeren werden als Warthestadium bezeichnet). Umstritten ist, ob es sich bei den Dammer Bergen um ein Rückzugsstadium innerhalb des Drehnteabschnittes oder um eine vom

Hauptvorstoß überfahrene frühsaalezeitliche Eisrandlage handelt. Die Befunde nach der geomorphologischen Kartierung sprechen "mehr für ein nachträgliches Überfahren der Stauchmoränenbildung durch das Inlandeis als für eine Eisrandlage der Drehnte-Abschmelzzeit" (GALBAS et al. 1980:46). Die Landschaft der Dammer Berge erfuhr im Anschluß an das Abschmelzen des Inlandeises nochmalige Überformungen. Im Periglazialklima des Warthe-Stadium, als die Dammer Berge vor dem Inlandeis lagen, und später auch während des weichselzeitlichen Periglazials, wurden die ursprünglichen Landschaftsformen stark verändert. Der Grund für die Umgestaltung der Oberflächenformen bildete der kaltzeitliche Dauerfrostboden, der nur im Sommer oberflächlich auftaute. In Aufschlüssen auf dem Kartenblatt zeigen sich Frostbodenformen:

- 7.1 Würgeboden
- 7.2 Eiskeile

Wichtigster Landschaftsgestalter im Periglazialgebiet waren die Prozesse, die unter der Bezeichnung Kryodenudation zusammengefaßt werden: Kryoplanation, solifluidale Bewegungen und abluale Prozesse. Unter letzterem sind flächenhafte "aquatische Prozesse unter periglazialen Bedingungen in Form von Abspülung und Akkumulation" zu verstehen (GALBAS et al. 1980:10). Die Abluation und die Solifluktion sorgten als die entscheidenden Faktoren für die Abtragung der Vollformen und die Zuschüttung der Hohlformen. Gleichzeitig erhielten viele Talhänge ihre asymmetrische Form, und der Geschiebedecksand überkleidete die glazialen Ablagerungen. Dazu kam die Anwehung von Sandlöß und die Bildung von Flugsanddecken durch die hoch- und spätglazialen äolischen Prozesse:

- 5.3 Darstellung hangasymmetrischer Täler
- 8.5 Äolische Sande (Holozän, Spätglazial)
- 8.7 Sandiger Schluff, Sandlöß (Weichsel)
- 8.8 Sand, periglazialfluvial
- 8.9 Kiesige Sande, meist abluale (Weichsel)

Die nach Nordwesten ins Artland und nach Südosten in die Hunteniederung mündenden Täler weisen hauptsächlich holozänfluviale Schluffe und Sande auf:

- 8.4 Sand (Holozän)
- 8.6 Sandiger Schluff, Schwemmlöß (Holozän)

Neben den Hochgebieten der Dammer Berge zeigt das Kartenblatt den flach abfallenden Außenrand der Dammer Berge (das Übergangsgebiet zwischen den Hochlagen und den Niederungen) und die vermoorte Niederung der Hunte mit dem Dümmer. Die postglaziale (holozäne) Vermooring bildet das jüngste Glied der quartären Entwicklungsreihe dieser Altmoränenlandschaft (vgl. 4.4):

- 8.1 Hochmoor
- 8.2 Niedermoor
- 8.3 Anmoor

#### 4.3.2 Oberflächenformen

An der Gestaltung der Oberflächenformen waren vorherrschend die pleistozänen und holozänen Formationen des Quartärs beteiligt. Der überwiegende Teil der Dammer Berge zeigt die glazifluvialen Ablagerungen (Kiese und Sande) des Drehnte-Stadiums der Saale-Eiszeit, welche die älteren pleistozänen (und tertiären) Sedimente bedecken. Im Periglazialklima wurden die cryogenen Prozesse für die Überformung der Stauchendmoräne bedeutsam. Im Gletschervorfeld waren diese verantwortlich für das Abtragen der Vollformen und das Zuschütten der Hohlformen, für die asymmetrische Ausarbeitung der Täler und die Anwehung von Sandlöß. Der Landschaftstyp der Dammer Berge ist damit ein gutes Beispiel für die periglaziale Umgestaltung einer Landschaft.

Die Dammer Berge, die sich als auffallende Wallform in der Altmoränenlandschaft erheben, weisen einen ausgeprägten Formenschatz auf. Das hat seinen Grund darin, daß die Dammer Berge im Vergleich mit anderen Elementen der norddeutschen Moränenlandschaft eine relativ große Reliefenergie auszeichnet. Für die Darstellung des Reliefs stehen bei der geomorphologischen Detailkartierung verschiedene kartographische Möglichkeiten zur Verfügung. In der Reihenfolge der Legende des Kartenblattes Damme steht an erster Stelle die Neigungsraasterung mit den drei Kategorien [ $0^\circ - 2^\circ$ ], [ $>2^\circ - 7^\circ$ ] und [ $>7^\circ - 15^\circ$ ]. Die Darstellung der Wölbungen weicht etwas von den übrigen Blättern der GMK 25 ab. Es sind lediglich konvexe Wölbungslinien eingezeichnet, "um rückenartige Reliefelemente zum Ausdruck zu bringen. Die Wölbungslinie folgt der

Kammlinie des Rückens. Da die Legende keine Rückensignatur beinhaltet, mußte diese Vorgehensweise gewählt werden, um die besonders in den Stauchmoränenkomplexen sehr zahlreich vorkommenden Rücken darstellen zu können, da deren Streichrichtung quer zur Richtung des Eises verläuft" (GALBAS et al. 1980:42). Eine weitere Darstellungsgruppe widmet sich den "Stufen und Kanten". Diese hält sich, ebenso wie die der "Täler und Tiefenlinien", eng an die allgemeine Legende: Unter den verschiedenen Zeichen für die Kleinformen sind es die beiden Signaturen:

- 6.1 Kuppe
- 6.2 Sporn

die für die Darstellung des vorliegenden Formenschatzes wichtig sind. Das kuppige, kleinflächig gegliederte Relief der Dammer Berge ist mit dem beschriebenen kartographischen Instrumentarium wiedergegeben. Für das Lesen der Karte stellen sich aber gewisse Probleme. Die Reliefdarstellung im Hauptteil der Dammer Berge verflacht in einem - im Quervergleich mit den anderen 1984 vorliegenden Kartenblättern der GMK 25 - ungewöhnlichen Maße. Der Grund ist die gestreifte Farbgebung der Schichtigkeit der Substrate. Die "Schönheit" der Geländezeichnung ist stark beeinträchtigt durch den dominierenden hell-dunkel Kontrast in den Prozeßbereichen. Bei aller gewünschten exakten Ansprache des Reliefs und seiner Grundelemente entstand so ein optisch verwirrendes Bild. Auch die Isohypsenzeichnung der topographischen Grundkarte ist durch diese Farbgebung schlecht erkennbar. Im Zentralbereich der Dammer Berge fallen erst bei einem eingehenden Studium der GMK 25 die zahlreichen länglichen Vollformen auf. Diese Moränenrücken streichen staffelartig vom linken Kartenrand an den oberen Kartenrand, also von Südwesten nach Nordosten. Sie zeigen, daß die tertiären und quartären Tone, Sande und Kiese durch das Eis intensiv gestaucht und verschuppt wurden. Der Höhenzug der Dammer Berge wird von den stark aufgelösten [Kuppen] beherrscht. Die höchste Erhebung bildet der Signalberg mit 145.5 m NN. Weitere dominante Höhen sind der Mordkuhlenberg (142.1 m NN), der Stappen-Berg (123.5 m NN) oder der Bökenberg (114.4 m NN). Der Vergleich der Höhenlagen zeigt eine deutliche

Zweiteilung der Dammer Berge. Während im zentralen Teil die höchsten Höhen von aufgelösten Moränenkuppen gebildet werden, so gehen die nördlicheren Moränenzüge allmählich in flachere, schmale Hügel über, die sich nur noch sanft aus den Niederungen erheben (Höhenlage unter 100 m NN). Damit zeigt sich neben dem Streichen in der Achse Südwest-Nordost die Tendenz, daß der Moränenzug nach Norden an Höhe verliert. Die auffällige Ausrichtung der einzelnen Rücken und Kuppen stimmt allerdings mit der Hauptentwässerungsrichtung keineswegs überein. Diese ist von den Dammer Bergen ins Beckeninnere der Hase bzw. nach außen zur Hunteniederung gerichtet. Die Ausbildung der Rücken kann somit nicht durch eine jüngere Zertalung begründet werden. Die Täler zerschneiden die Vollformen des Reliefs, wodurch die Oberflächengestalt der Dammer Berge noch vielseitiger wird und dem Moränenkomplex ein unruhiges, stark gegliedertes Aussehen gibt. Das Bild dieser Landschaft wird von der Vielzahl meist langgestreckter Rücken und isolierter Kuppen sowie den zahlreichen Tälern bestimmt.

Die Ausrichtung der Haupttäler ist durch die kontrastierende Farbe der Substratareale [Sand (Holozän)] und [Sandiger Schluff, Schwemmlöß (Holozän)] leicht erkennbar. Die Signatur der Nebentäler unterstützt die Darstellung der Reliefformen sowie deren Streichverhalten [Tiefenlinien]. Die Signaturen zur Hydrographie, z.B. [natürliches Gewässer, ständig fließend], sind in den wenigsten Tälern und Tiefenlinien vorhanden, denn das sandige und kiesige Substrat des oberflächennahen Untergrundes läßt den Niederschlag schnell versickern. Eine aktive Talbildung war nur bei kaltzeitlichem Dauerfrostboden möglich, der ein Einsickern des Niederschlags verhinderte. Die heutigen Trockentäler sind somit ein Ergebnis der Eintiefung durch Niederschlags- und Schmelzwässer unter kaltzeitlichen Klimabedingungen. Verschiedene Täler zeigen die Signatur [Darstellung hangasymmetrischer Täler]. Hangasymmetrie konnte sich kaltzeitlich im periglazialen Formungsbereich dort ausbilden, wo die beiden Hangseiten unterschiedlicher Sonneneinstrahlung ausgesetzt waren. Die süd- bis westorientierten Hänge tauten im Laufe des Jahres zuerst auf, wodurch die im Tal abfließenden Gewässer

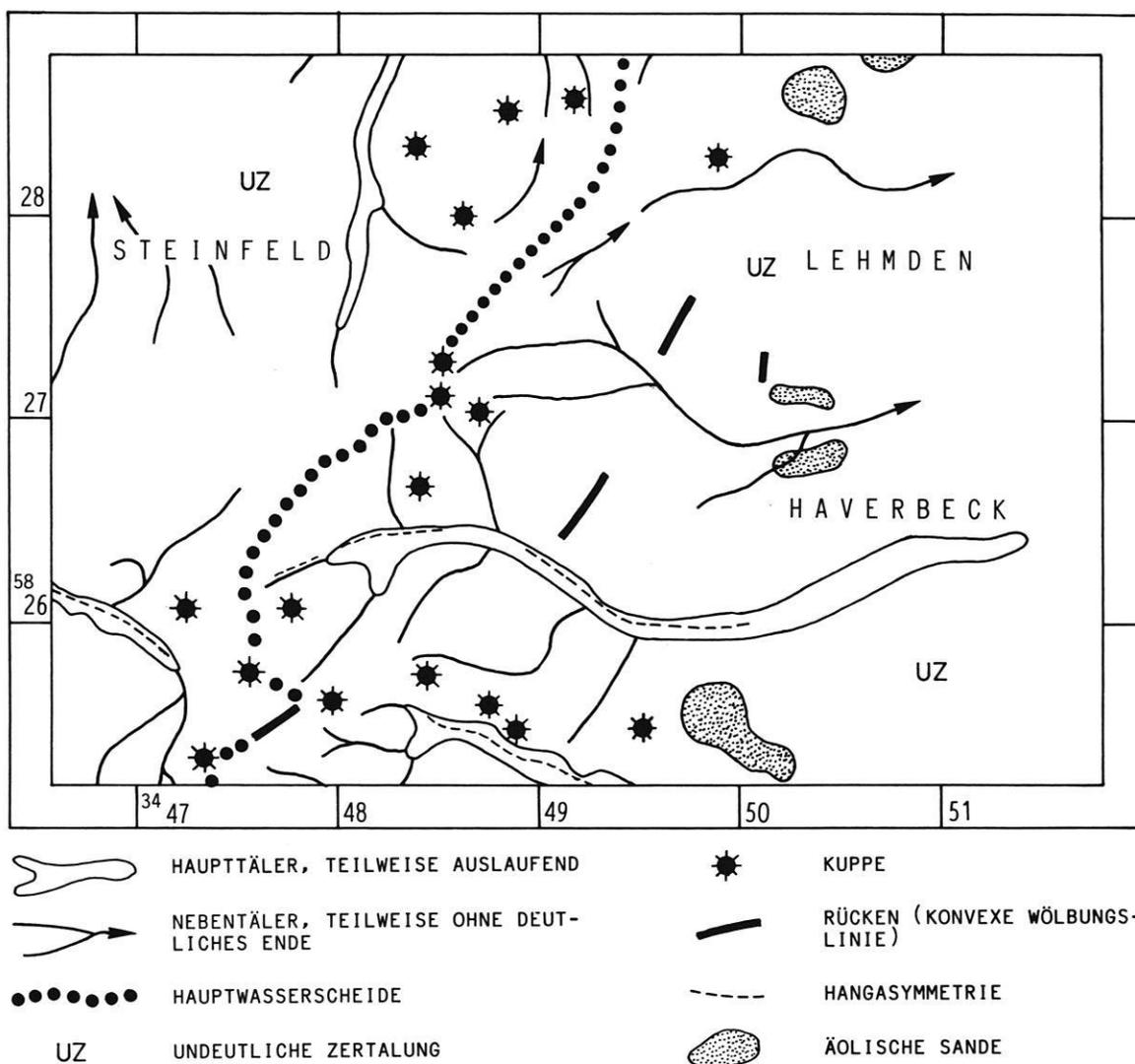


Abb. 19: Periglaziale Reliefelemente der Dammer Berge.

diese Seite unterschneiden und somit allmählich versteinen konnten. Die Angabe über Hangasymmetrien läßt sich im zentralen Bereich der Dammer Berge bei allen größeren Tälern erkennen. Die Dammer Berge zeigen insgesamt eine starke Reliefierung. Es ist ersichtlich, daß das heutige Relief überwiegend durch postsaalezeitliche, periglaziale Prozesse geformt wurde. Für einen Ausschnitt aus dem Kartenblatt Damme der GMK 25 ist diese prägende Reliefgeneration (GALBAS et al. 1980) in der Abb. 19 zusammenfassend dargestellt.

Der Kartenausschnitt erfaßt den Dammer Moränenbogen in seinem zentralen Bereich, unmittelbar nördlich der höchsten Erhebung des Blattes Damme (Signalberg 145.5 m NN). Die glazigene Reliefgeneration kann als Reliefanlage für den ganzen Ausschnitt zugrundegelegt werden. Die natürlichen Prozesse der holozänen Reliefgeneration beschränken sich in diesem Teil der Dammer Berge auf eine schwache Veränderung der Bachbetten von Fließgewässern. Damit bleibt als raumwirksame Reliefgeneration die periglaziale (Hauptformung im Wechsel-Periglazial):

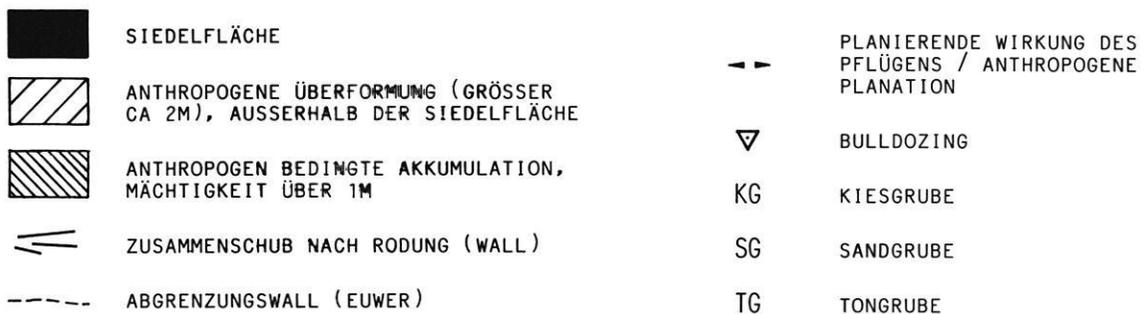
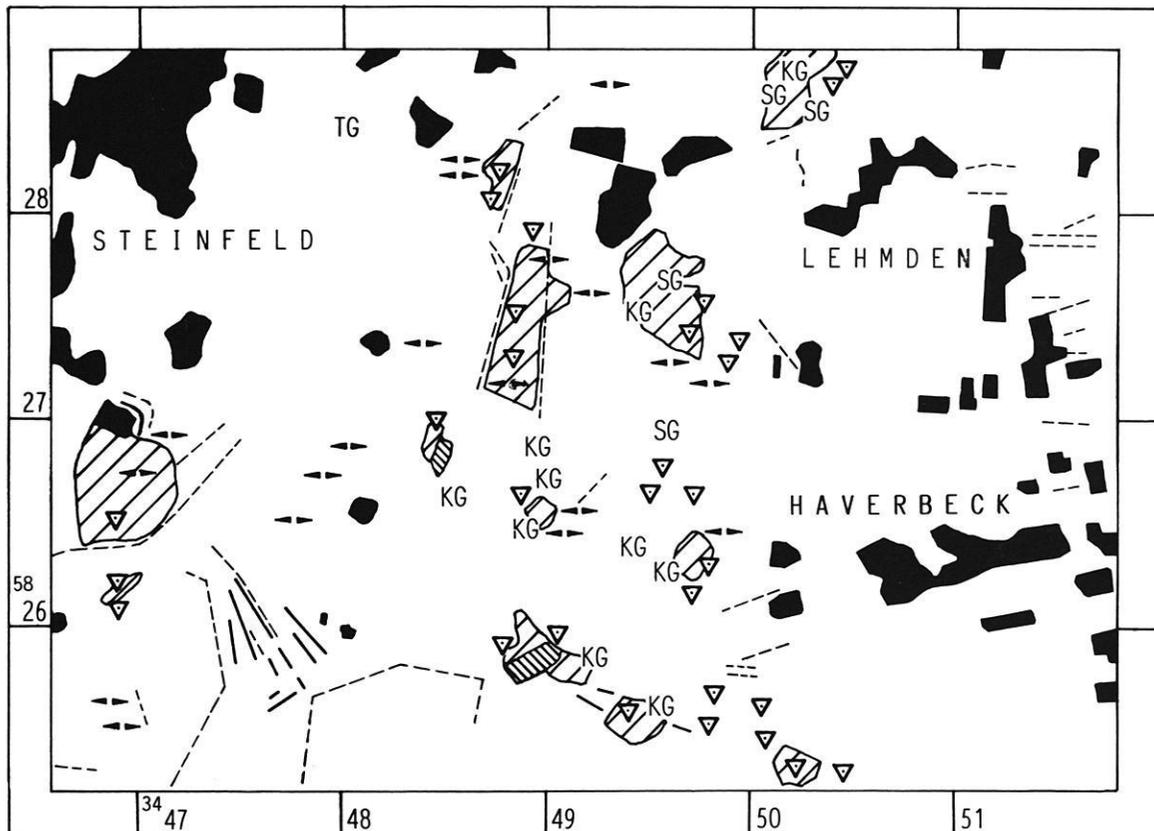


Abb. 20: Anthropogene Eingriffe in das Relief der Dammer Berge.

Anhand der Signaturen der geomorphologischen Detailkarte GMK 25 zeigen sich die umfangreiche Beanspruchung und die starke Überformung der natürlichen Reliefelemente durch die anthropogenen Nutzungsansprüche. Die Formulierungen in der Abbildungslegende entsprechen - mit Ausnahme der Zeichnung der Siedelflächen - der Legende auf dem Blatt 3415 Damme. Die Abbildung zeigt den gleichen Kartenausschnitt wie Abb. 19.

- Solifluidale und ablaue Abtragung und Erniedrigung des höheren Geländes und Verschüttung von Hohlformen und Niederungen (damit allgemeine Verringerung der Reliefenergie)
- Periglazialfluviale Zertalung und Anlage heutiger Trockentäler
- Asymmetrieerscheinungen an Talhängen
- Äolische Sedimentation von Sandlöß.

#### 4.3.3 Der anthropogene Formenschatz

Mit der Auswertung des Karteninhalts zu den Themen Landschaftsgenese und Landschaftsformen sind die Aussagemöglichkeiten mit Hilfe der GMK 25 nicht erschöpft. Geomorphologisch kommt im Reliefbild der Dammer Berge ein weiteres Formungselement dazu, der anthropogene Formenschatz. Die im wesentlichen durch

die Vergletscherungen und die periglaziale Überformung geprägte natürliche Differenzierung der Landschaft der Dammer Berge ist für die Nutzung von großer Bedeutung. Deshalb hat das Relief starke Veränderungen durch anthropogene Eingriffe erfahren (Abb. 20).

An Vollformen lassen sich die [anthropogen bedingte Akkumulation (Mächtigkeit über 1 m)] und eine größere Zahl an Einzelformen erkennen [Euwer (Abgrenzungswälle); Wall (Zusammenschub bei Rodung)]. Die Rodungswälle sind durch eine spezielle Signatur gekennzeichnet, obwohl es sich um relativ kurzlebige Formen handelt. Hohlformen sind im Kartenausschnitt in Form von [Kiesgruben], [Sandgruben] und einer [Tongrube] vorhanden. Andere geomorphologische Einwirkungen auf das Relief der Dammer Berge bilden die [Stufen und Kanten], die allerdings auf dem Kartenausschnitt von Abb. 20 nicht eingezeichnet sind. Dafür sind darin die orographischen Veränderungen durch das [Bulldozing], die [planierende Wirkung des Pflügens/anthropogene Planation] und die allgemeine [anthropogene Überformung (> ca. 2 m)] eingetragen. Die Signatur [Bulldozing] wurde für die GMK 25 gewählt, wenn unter Einsatz größerer Maschinen Planierungen durchgeführt wurden.

Die Zusammenfassung der kartographischen Darstellungsmittel über die anthropogene Beeinflussung des Reliefs in Abb. 20 zeigt sehr deutlich, in welchem Umfang der Mensch auf das geographische Umfeld einwirkt. Der Abbau von Bodenschätzen, die Zersiedelung und die Wandlungen in der landwirtschaftlichen Anbautechnik verändern und zerstören das natürlich gewachsene kleinräumig strukturierte Muster dieser Landschaft. Die landwirtschaftliche Nutzung mit dem zunehmenden Einsatz schwerer Maschinen überprägt in großflächigem Ausmaß das Antlitz der Oberflächenformen in den Dammer Bergen. Die auffälligsten Veränderungen verursacht aber der ungewöhnlich intensive Abbau von Kiesen, Sanden und Tonen. Von den bei der Stauchung der Dammer Berge verschuppten Schichten widerstanden die Kiese stärker der Abtragung als die Sande. Während der Warmzeiten versickerte hier das Niederschlagswasser sehr rasch, ohne geomorphologisch wirksam zu werden, und während der

Kaltzeiten war die solifluidale Umlagerung wegen des fehlenden Feinmaterials gering. Die Stauchungsrücken der Dammer Berge sind damit auch Härtlingszüge, die an gröberes Material gebunden sind. Die kleinindustriellen Aufschlüsse zum Abbau dieser Materialien erreichen eine bemerkenswerte Größe. Besonders deutlich sichtbar ist das bei den Gruben nördlich von Lehmden bei Scherbrink bzw. westlich von Lehmden in der Holthäuser Mark. Diese Gruben überformen das kleinkammerige, abwechslungsreiche Relief der Dammer Berge in so starkem Maße, daß die landschaftsprägenden Kuppen gänzlich abgetragen oder zumindestens randlich aufgeschlossen sind. Eine derartige Veränderung des Landschaftsbildes wird eine Verminderung des Erholungs- und Freizeitwertes dieser Gegend unmittelbar bedingen. Neben den direkt anthropogen hervorgerufenen Einwirkungen ist im Kartenausschnitt als aktueller geomorphologischer Prozeß nur die [Deflation] erkennbar. Da diese Prozesse meist durch menschliche Eingriffe initiiert werden, sind sie als quasinatürlich zu bezeichnen. Damit umfaßt die holozäne Reliefgeneration neben den quasinatürlichen Prozessen hauptsächlich die direkten anthropogenen Eingriffe:

- Wälle und Böschungen (Hangkanten) durch die landwirtschaftliche Nutzung und Gebietsabgrenzung
- Anthropogen bedingte Vollformen und Hohlformen
- Siedlungsflächen
- Planierungen für unterschiedliche Zwecke

Das Gebiet der Dammer Berge zählt zu den ländlichen Bereichen, die eine überdurchschnittliche flächenhafte anthropogene Reliefveränderung erfahren. Der beschriebene Raum wird durch die Kartierung der GMK 25 nicht nur als Naturraum, sondern auch als Lebens- und Wirtschaftsraum dokumentiert. Die Erfassung von Entwicklungsvorgängen in der Landschaft erscheint heute als selbstverständliches Unterrichtsprinzip. Jede genetische Betrachtungsweise ist zugleich Schulung im Hinblick darauf, daß auch in der Zukunft Aufgaben zur Raumbewältigung in der Raumordnung und Raumplanung gelöst werden müssen.

#### 4.4 Naturschutz unter ökonomischen Randbedingungen

Bereits in der Einleitung wurde darauf hingewiesen, daß sich in der physischen Geographie das Schwergewicht der Lehre immer mehr auf den Komplex der Landschaftsökologie verschiebt. Wird darunter nach TROLL das "Studium des gesamten, in einem bestimmten Landschaftsausschnitt herrschenden komplexen Wirkungsgefüges zwischen Lebensgemeinschaften (Biozöosen) und ihren Umweltbedingungen" verstanden (zitiert in FINK 1981:158), so sind ökologische Fragen nicht gesondert, sondern immer auch in ihrem Bezug zu ökonomischen Fakten zu behandeln. Diese Betrachtungsweise kann besonders für schulische Themenstellungen interessant sein, wenn die Fragen der Inwertsetzung, Nutzung, Zerstörung oder Rekultivierung einer Landschaft aufgegriffen werden. Damit kann verdeutlicht werden, wie vielschichtig die Bezüge zwischen der Natur und der Gesellschaft sind, und in "welchem Maße sich das primäre Milieu der Naturgegebenheiten und das sekundäre Milieu gesellschaftlicher Wertvorstellungen und Initiativen gegenseitig beeinflussen und durchdringen" (FICK 1978:35). In diesem Konfliktfeld gewinnen naturschützerische Aspekte zunehmend an Bedeutung, wobei deren Bewertung mit physisch-geographischen Methoden möglich sein sollte. Die großmaßstäbige geomorphologische Detailkarte weist häufig neben den rein geomorphologischen Signaturen eine ganze Reihe von Hinweisen auf das Wirtschaftsleben und die Rohstoffe auf, weil diese Faktoren auch und gerade auf die naturräumlichen Verhältnisse einwirken. Die Themenstellung dieses Kapitels ist eine Ergänzung des vorangegangenen. Deshalb fand noch einmal das Blatt 5, 3415 Damme der GMK 25 Verwendung.

##### 4.4.1 Der Dümmer-See

In der Hunteniederung liegt der einzige [natürliche See mit Abfluß] des Kartenblattes Damme, der Dümmer-See. Der Name läßt sich aus der mittelalterlichen Bezeichnung "diummeri" herleiten, wobei "dium" auf das braune, humusreiche Sediment der Mudden hinweist, die

im nordgermanischen als "Dy" bezeichnet werden; und "mer" bedeutet soviel wie See (SEEHAFER 1980). Der Dümmer weist eine Fläche von 12 km<sup>2</sup> auf, wovon rund 5.2 km<sup>2</sup> (Flächenmessungen vgl. 3.2.7) auf dem Blatt Damme dargestellt sind. Der Wasserspiegel liegt auf 37 m NN (Nebenkarte), auf dem Kartenblatt selbst fehlt allerdings eine Angabe. Ebenso ist die Tiefe des Sees nicht direkt ablesbar. Im Mittel beträgt sie nach LIEDTKE (1981) zwischen 1 und 1.5 m. Der wichtigste Zu- und Abfluß des Dümmer ist die Hunte. Auf dem Blatt Damme ist der kanalisierte Abfluß gerade noch sichtbar.

Nach GALBAS et al. (1980) ist das Auftreten eines so großen Sees in einem Altmoränengebiet eine Seltenheit. Deshalb hat der Dümmer-See schon seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Normalerweise wird die Altmoränenlandschaft durch Täler gegliedert, und Hohlräume sind aufgrund der periglazialen Überformung verschwunden. Die erste Seebildung datiert LIEDTKE (1981) ins Ende der älteren Tundrenzeit (um 12.000 v.h.). Zur Erklärung der Seebildung wurden in der Vergangenheit mehrere Ursachen angeführt: Schmelzwasserbecken hinter Endmoräne, Toteisenken, tektonische Muldenbildung, Salzlösungsvorgänge, Windausblasungswanne sowie Eislinsenbildung (Thermokarstvorgänge). Diese diskutierten Ursachen erklären die Singularität des Dümmer nicht, können aber unter Umständen eine Rolle gespielt haben. LIEDTKE (1981) führt nun nach den geomorphologischen Kartierungen zum Blatt Damme die Seebildung auf eine periglaziale Abdämmung zurück. Aus den reliefreichen sandig-kiesigen Böden der Dammer Berge erfolgten Einschüttungen in die Hunteniederung, was zur Bildung einer Schwelle führte. Die von Süden zuströmende Hunte konnte diese Wanne nicht mehr verfüllen, weil die Niederungssubstrate (Lehm, Löß) mit ihrer Vegetationsbedeckung eine Abspülung behinderten. Der See unterlag in der Folge größeren Schwankungen und dehnte sich bis zu einem Maximalstand von 150 km<sup>2</sup> Wasserfläche aus. Seit dem frühen Mittelalter sind Eingriffe des Menschen durch Ausbau, Verbreiterung und Begradigung der Ausflüsse vorgenommen worden. Hinweise auf den Charakter als Altsiedelland geben auf dem Karten-

blatt die Signaturen [Hügelgrab] bzw. [Großsteingrab].

In den letzten Jahrzehnten haben die Eingriffe der Menschen in den Naturraum der Hunteniederung stark zugenommen. Auf dem Kartenblatt sind mannigfaltige anthropogene Einflüsse unschwer auszumachen. In der flachen Niederungslandschaft prägen sie den Gebietscharakter bereits nachhaltig:

- 4.1 Stufen und Kanten: Stufenhöhe bis 1 m, Grundrißbreite 1 bis 5 m
- 6.4 Euwer (Abgrenzungswälle)
- 6.5 Damm (Höhe bis 1 m)
- 6.7 Bulldozing
- 8.15 Schluffe und Sande, anthropogen bedingte Akkumulation. Damit in Zusammenhang steht die Farbgebung 13.8 der Geomorphologischen Prozeßbereiche: [anthropogen bedingte Akkumulation (Mächtigkeit über 1 m)]
- 12.4 planierende Wirkung des Pflügens/anthropogene Planation
- 13.7 anthropogene Überformung (> ca. 2 m)
- 14.4 künstliches Gewässer, ständig fließend (Entwässerungsgraben)
- 14.5 künstliches Gewässer, zeitweise fließend (Entwässerungsgraben)
- 14.6 künstlicher See ohne Abfluß
- 15.1 Halde
- 15.6 Torfstich

In diesem Zusammenhang sind auch die Angaben der topographischen Grundkarte zu erwähnen: Bad, Stege, Zeltplatz weisen auf eine ausgebauten touristische Infrastruktur hin.

Der Grund für diese umfangreichen Eingriffe in das Landschaftsgefüge waren die jährlichen Überschwemmungen, unter denen die größtenteils landwirtschaftlich tätige Bevölkerung der Hunteniederung seit jeher zu leiden hatte. Schon bei geringfügigen Wasserstandserhöhungen wurden größere Gebiete überflutet (die Isohypse 38.75 läßt sich auf dem Kartenblatt gut verfolgen und gibt einen Eindruck von einer möglichen Überschwemmungsgrenze). "Immer wieder setzten Überschwemmungen die Fluren und Hausfundamente unter Wasser - oft monatelang. So richtete 1904 eine Hochwasserkatastrophe unermeßlichen Schaden an. Noch zu Anfang des Ersten Weltkrieges, zwischen Dezember 1914 und April 1915, wurden dort, wo die Hunte den See verläßt, mehr als 9000 Hektar landwirtschaftlicher Flächen überspült (SEEHAFER 1980:23). Im letzten Jahrhundert dachte man noch daran, den Dümmer ganz trockenzulegen, doch lag dann ab 1907 ein Plan

vor, der bis heute eine Grundlage für die Bodenkultivierung des gesamten Huntegebietes durch Entwässern (Melioration) bildet. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg begannen die Arbeiten. Der Dümmer wurde eingedeicht (Damm (Höhe bis 1 m), die Hunte begradigt und mit einem Rückstaudamm versehen (auf Blatt Damme nicht sichtbar). Als wichtigste und umfangreichste Auswirkung ist die Absenkung des Grundwasserspiegels zu nennen (Entwässerungsgräben; Dümmer-Randkanal). Damit wurden neue landwirtschaftlich nutzbare Flächen erschlossen. 1953 war der Deich geschlossen, insgesamt hat er eine Länge von 18 km.

Vor der Eindeichung speisten Grundwasser und zufließende Oberflächengewässer den Dümmer. Nach der Eindeichung und der Drainage der Umgebung (mit dem Randkanal als hauptsächlichem Wasserableiter und der damit zusammenhängenden Grundwasserabsenkung) ist nur noch die Hunte ein regelmäßiger Wasserbringer, wenn vom Niederschlagswasser abgesehen wird. Von den Dammer Bergen fließt kein Bach mehr zum See. In den meliorierten Niederungen wird das Wasser nur noch in den Entwässerungsgräben abgeführt. Alle diese baulichen Maßnahmen können auf der GMK 25 erkannt werden. Etwas schwieriger ist es, die Folgen der Grundwasserabsenkung durch die Flußbegradigungen, Kanalisationen und Eindeichung des Dümmer zu erfassen:

– Aus den Signaturen der topographischen Grundkarte läßt sich die Bedeutung des regulierten, überschwemmungsfreien Dümmer für den Tourismus ableiten. Eine vor den wasserbaulichen Maßnahmen weitgehend unberührte Naturlandschaft wird heute stark frequentiert (Sportsegelei) und hat so einen wichtigen ökonomischen Stellenwert in dieser überwiegend agrarisch genutzten Gegend.

– Mit der Erschließung neuer landwirtschaftlich nutzbarer Flächen durch die Meliorationen in der Hunteniederung konnte sich die Landwirtschaft stark ausweiten. Durch die Bannung der wiederkehrenden Überschwemmungsgefahr konnten neue Weiden und Ackerflächen erschlossen werden. Auf der topographischen Grundkarte ist größtenteils die Wiese-Signatur sichtbar, doch zeigen viele Areale in der Hunteniederung keine spezielle Boden-

bewachungssignatur und lassen sich als Ackerflächen erklären. Dies belegen die GMK 25-Signaturen [planierende Wirkung des Pflügens/anthropogene Planation]. Weitere Hinweise für den Ackerbau sind die geometrisch angeordneten Felder, deren kleinflächige Teilung und das Fehlen der Signaturen für Gebüsche und Baumreihen.

– Die Übergangszone vom Dümmer zum umliegenden Land ist durch den Dammbau begrenzt worden. Das Seeufer, früher ein Gebiet ständiger Veränderungen, hat durch die Eindeichung seine Funktionen weitgehend verloren. Früher konnten die jährlich mehrmals auftretenden Hochwässer allen Schwimmschmutz herauschwemmen. Nun bilden sich mächtige Schlammablagerungen und Treibwälle, was die Verlandung des Dümmersee unverhältnismäßig vorantreibt. Durch die landwirtschaftlichen und die kommunalen Abwässer gelangen Phosphate und Nitrate in den See, der nun nährstoffübersättigt (eutroph) und sauerstoffarm ist. Die großen Stallgebäude auf der topographischen Grundkarte zeigen die Spezialisierung vieler bäuerlicher Betriebe auf Geflügelwirtschaft oder Schweine- und Kälberzucht. Zeitweilig drohte der See ökologisch regelrecht umzukippen und zwang wiederum zu sanierenden Gegenmaßnahmen: Die Ableitung der Abwässer um den See herum und die Erweiterung der kommunalen Kläranlagen (SEEHAFER 1980).

– Die zu starke Einengung des Uferbereichs hatte aber noch weiterreichende Folgen. Die krautigen Unterwasserwiesen und große Gebiete des Schilfröhrichts, das auf Abwasserkeime eine wachstumshemmende Wirkung hat, starben weitgehend ab. Der eutrophe Zustand des Wassers treibt die Planktonproduktion voran. Nach kurzer Blüte sinkt die Pflanze als Schlamm zu Boden und wird durch chemische Umsetzung zu einer gallertartigen Masse, der Mudde. Ihre obersten Schichten, die Treibmudden, werden durch den Wellenschlag fortgetragen, können aber wegen der Eindeichung nicht mehr aus dem See herausgeschwemmt werden (SEEHAFER 1980). Auch hier helfen nur andauernde Gegenmaßnahmen wie die umfangreiche Sanierung in den Jahren 1974-77. Die Entschlammung des seichten Westufers erbrachte große Mengen an Schlammmaterialien, welche auf einer Halde im Hüder-Moor deponiert wurden

[Halde; Schluffe und Sande, anthropogen bedingte Akkumulation; anthropogen bedingte Akkumulation (Mächtigkeit über 1 m)].

– Der Vogelwelt sind durch die wasserbaulichen Maßnahmen und durch die Entwässerung der Sumpfgebiete viele Nahrungs- und Brutplätze verlorengegangen. Wohl ist ein Großteil des Kartenblattes zum "Naturpark Dümmer" gehörig, der eine Gesamtfläche von 472 km<sup>2</sup> umfaßt und 1972 begründet wurde. Dies allerdings unter einem vorwiegend touristischen Aspekt, indem ein Erholungsgebiet ausgestaltet und gesichert wurde. Von der Gesamtfläche des Naturparks zählen lediglich 150 km<sup>2</sup> als Landschaftsschutzgebiet, und nur gerade 10 km<sup>2</sup> sind Naturschutzgebiet. Von dieser kleinen Fläche sind 5,3 km<sup>2</sup> auf dem Blatt Damme kartiert [Naturschutzgebiet].

Damit gilt für den Dümmer-See, was SEEHAFER (1980:89) folgendermaßen kommentiert: "Wenn eine natürliche Landschaft von Kulturgebieten umgeben wird, kann man sie nicht mehr sich selbst überlassen, sonst verliert auch sie über kurz oder lang ihre Natur. So paradox es klingen mag: Sie muß dann durch Eingriffe und zum Teil sehr kostspielige Pflegemaßnahmen natürlich erhalten werden."

#### 4.4.2 Das Hüder-Moor

Die Angaben zu den geomorphologischen Prozeßarealen kennzeichnen die Hunteniederung als großflächiges Moorgebiet. Zum größten Teil handelt es sich um [Niedermoor], zwei Areale sind als [Hochmoor] bezeichnet: Das Hüder-Moor und das Steinfeld-Moor. Nach NEEF (1975:728) sind Moore im geographisch-geologischen Sinn "dauernd durchfeuchtetes Gelände mit schlammigem Boden aus unvollständig zersetzten Pflanzenresten und einer höchstens durch Wassertümpel unterbrochenen Pflanzendecke, die in der Hauptsache aus Hartgräsern und Moosen besteht....Sie bilden sich auf wenig durchlässigen Böden überwiegend in feuchten Gebieten mit gemäßigttem und kaltem Klima, wenn in ihnen die Feuchtigkeitszufuhr größer ist als die Verdunstung." Die Moorgebiete, die einst besonders in Niedersachsen großflächige Areale bedeckten,

unterliegen heute mannigfaltigen Eingriffen, die den Bestand dieser einzigartigen Naturlandschaften grundlegend gefährden:

– Die Niedermoore, die sich direkt an Seeufern oder entlang von Flußläufen ausbilden und an einen hohen Grundwasserspiegel gebunden sind, wurden durch die Meliorationsarbeiten bei der Dümmerregulierung in Wiesen und Weideflächen umgewandelt oder stellenweise unter Pflug genommen (vgl. 4.4.1).

– Die Hochmoore (auch Moosmoore genannt) bilden sich unabhängig vom Wasserspiegel und häufig aus Niedermooren. Anspruchslose Moose wachsen über das Grundwasserniveau hinaus und ziehen den Wasserspiegel wegen ihrer hohen Wasserkapazität mit hoch. Die anwachsenden Torfschichten werden unterschiedlich genutzt. Der jüngere, schwach zersetzte Hochmoor-Torf (Weißtorf) wird als Gartendünger geschätzt. Der ältere, stärker zersetzte Hochmoor-Torf (Schwarztorf) fand als Brennstoff Verwendung. Das gut gedüngte Hochmoorland wurde schon seit langer Zeit beackert. In Hude sind die Hochmoorinseln "Im Witten", also "Im Weißtorf" (SEEHAFER 1980), seit dem 18. Jahrhundert ackerbaulich genutzt. In den Hochmooren wird aber nicht nur Torf abgegraben. Auch

Deponien und Halden wurden in diesen Gebieten angelegt.

Auch die beiden auf dem Kartenblatt Damme eingezeichneten Hochmoorareale sind nicht ungestört, sondern in hohem Maße beeinträchtigt. Im Steinfelder-Moor weist die Signatur [Torfstich], inklusive der Zeichensignatur 'Torfstich' der topographischen Kartengrundlage, auf einen umfangreichen und wahrscheinlich maschinell betriebenen Torfabbau hin. Es gibt in dieser industriell schwach besetzten Gegend sicher gute Gründe, die eine derart intensive Nutzung rechtfertigen. Für einen Erhalt der Hochmoore, die sich bei einem übermäßigen Abbau nicht mehr regenerieren können, sprechen ebenso wichtige Gründe: Die Bedeutung der Hochmoore als Standorte seltener oder bedrohter Tiere und Pflanzen, die Speicherkapazitäten der Moorflächen für Wasser und die klimatische Ausgleichswirkung dieser feuchten Gebiete. Die detaillierten Angaben auf der GMK 25 lassen Überlegungen zu, wie die Schäden an den Hochmooren behoben werden könnten und welche Maßnahmen zu ihrer Pflege ergriffen werden müßten. Hilfestellung bieten die zum Schutz der letzten natürlichen Hochmoore vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt postulierten Erhaltungs- und Re-

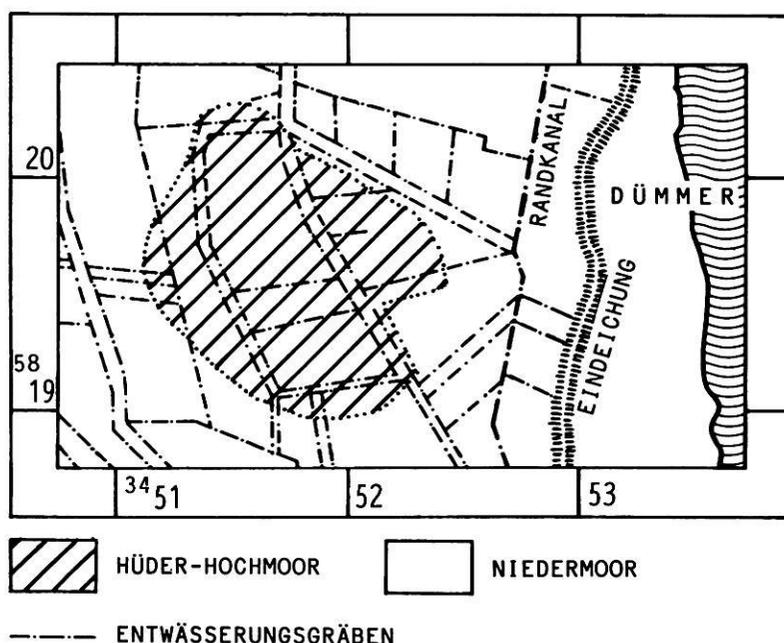


Abb. 21: Hüder-Hochmoor: Entwässerung.

generationsmaßnahmen (zitiert in SEEHAFFER 1980:51). Als Beispiel ist die vollständig im Kartenblatt Damme liegende kleine Fläche des Hüder-Moors (unmittelbar über dem südlichen Kartenrand gelegen) gewählt (Abb. 21 bis 24):

– Das Hüder-Moor ist im Zuge der beschriebenen allgemeinen Meliorationsmaßnahmen von einer großen Zahl von Entwässerungsgräben durchzogen worden (Abb. 21). Dazu liegt es nahe am großen Dümmer-Randkanal, der das Wasser der ständig bzw. zeitweise fließenden Wasserläufe aufnimmt. Eine Regeneration des Hochmoors ist nur möglich, wenn eine weitere Entwässerung des Moorkörpers durch *Wiedervernässung* unterbunden wird. Die bestehenden Gräben müssten zu diesem Zweck verfüllt werden, damit das Niederschlagswasser im Moor verbleiben kann (alles in diesen Mooren gespeicherte Wasser entstammt den Niederschlägen und ist mineral- und nährstoffarm). Nur so können sich die Bedingungen für ein erneutes Wachstum des Moores wieder einstellen.

– Einige Straßen und Wege, zum Teil mit Böschungen mit einer Höhe bis zu 1 m, zerschneiden das Gebiet des Hochmoors (Abb. 22). Innerhalb dieser Fläche müssten die Wege be-

seitigt werden; außerhalb des Hochmoorgebiets hätte die *Anlage von Randwegen*, die das Moor dammartig umgeben, eine wichtige Aufgabe: Gut verdichtete Randwege halten das Wasser zurück und verhindern gleichzeitig eine Vernässung der umliegenden Kulturflächen (und das Entwässern der Kulturflächen in das Moor hinein, was die Düngereinspülung in Grenzen hält).

– Größere Flächen des Hüder-Hochmoors sind mit Gebüsch, einzelnen Bäumen oder sogar mit kleineren Waldflächen besetzt (Abb. 23). Diese Bäume entziehen dem Moor durch Verdunstung zusätzlich Wasser. Durch die Beseitigung von Gehölzen, durch sogenannte *Entkusselung*, und durch die Wiedervernässung kann ein erneutes Vordringen des Gehölzaufwuchses verhindert werden. Im Randbereich des Moors ist das Aufkommen eines Gehölzstreifens dagegen sinnvoll. Dadurch kann eine Nährstoffanreicherung durch Düngereinwehung aus den landwirtschaftlich intensiv benutzten Feldern begrenzt werden.

– Der bäuerliche oder gewerbliche Torfstich veränderte die Hochmoorfläche in ihrer Oberflächengestalt (Abb. 24). Kleinere Torfstichkanten oder Torfstichstufen können durch *Einplanierung* und Abflachung soweit regene-

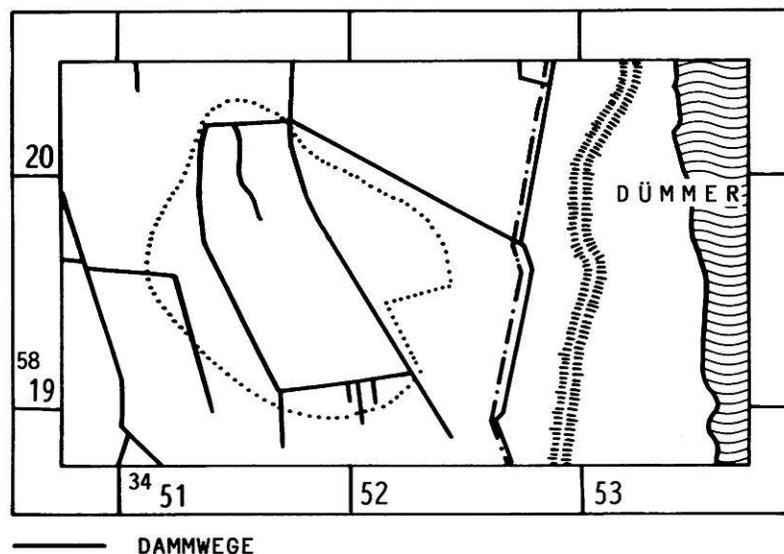


Abb. 22: Hüder-Hochmoor: Wegnetz.

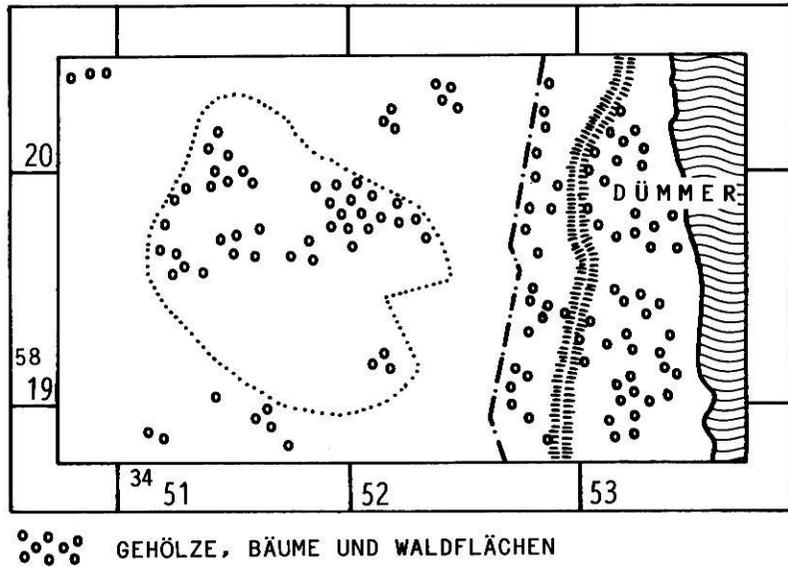


Abb. 23: Hüder-Hochmoor: Bodenbedeckung.

riert werden, daß die durch die Abtorfung gestörten Lebensbedingungen der Pflanzen und Tiere wieder verbessert werden können. Das größtenteils abgetorfte Hüder-Hochmoor ist durch eine umfangreiche Schlammdeponie (vgl. 4.4.1) zusätzlich belastet. Diese Anlage greift vom Niedermoor her in der Südostecke in den Naturbezirk des Hochmoors ein und

bedeckt eine große Fläche mit ortsfremdem Material.

Dieses Beispiel zeigt, wie mit einfachen Mitteln anhand des umfangreichen Signaturenangebots der GMK 25 Aussagen gemacht werden können, die eine planerische, prognostische Dimension einschließen.

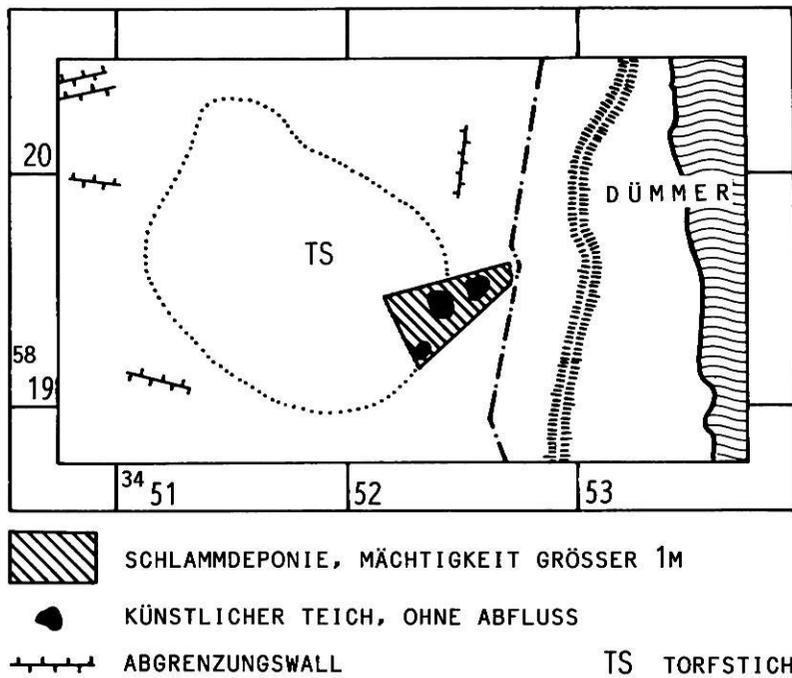


Abb. 24: Hüder-Hochmoor: Oberfläche.

#### 4.5 Landschaftsformen I: Die Glaziallandschaft

Die Beschreibung der großräumigen Landschaftsgenese mit der Darstellung von Typenlandschaften (z.B. der Glaziallandschaft) erfolgt im schulischen Erdkundeunterricht normalerweise mit kleinmaßstäbigen Karten. Zur Verfügung stehen etwa Wandkarten, ergänzende Karten in Schulbüchern oder die Karten im Atlas. Der DIERCKE-Weltatlas (1974:26-27) enthält beispielsweise eine Karte der Oberflächenformen im nördlichen Mitteleuropa mit einer Übersicht über die glazialen Formen. Diese Karte zeigt die Gebiete, die im Pleistozän mehrfach vergletschert waren, und reicht bis zu den Mittelgebirgen, die als "Gebiete ohne nennenswerte Quartärbedeckung" bezeichnet sind. Daraus läßt sich als Lernziel die lagemäßige Reihenfolge der Landformen der glazialen Serie aufzeigen. Als Teillernziele nennt das Beiheft zum DIERCKE-Atlas, das DIERCKE-Handbuch (1976:56), bei dieser Karte:

- Die Haupteisrandlagen der drei Eiszeiten lokalisieren und die zugehörigen Urstromtäler benennen
- Den Formenschatz der glazialen Serie in seiner Abfolge an gewählten Beispielen nachweisen
- Die Unterschiede im Formenschatz des Alt- und Jungmoränenlandes erläutern
- Die holozänen äolischen, fluvialen und marinen Bildungen in ihrer Lage beschreiben und erklären

Die Haupteisrandlagen, die Endmoränenzüge, sind auf der erwähnten Atlaskarte gut erkennbar. Es bedarf allerdings zusätzlicher Information, um die einzelnen Stadien auseinanderhalten zu können (die Endmoränenzüge sind alle mit der gleichen Signatur gezeichnet, eine Beschriftung fehlt). Fraglich ist, ob die anderen drei genannten Lernziele anhand einer Karte im Maßstab 1 : 4 500 000 erreichbar sind. Das Beiheft gibt folgende Hinweise zu dieser Karte: "Das Gebiet, das von den Endmoränen der Weichseleiszeit umschlossen

wird, unterscheidet sich von dem südlich vorgelagerten, nur von den älteren Vergletscherungen erreichten Gebiet durch ein überwiegend hügeligeres Relief ('wellige bis kuppige Grundmoränenplatte' der Jungmoränenlandschaft im Gegensatz zur 'ebenen bis flachwelligen Grundmoränenplatte' der Altmoränenlandschaft). Es wird angenommen, daß die periglaziale Überformung der Altmoränenlandschaft während der Weichseleiszeit diesen Unterschied im wesentlichen verursachte. Aus gleichen Gründen finden sich andere Glazialformen in der Jungmoränenlandschaft ebenfalls viel deutlicher erhalten: zahlreiche Seen, als Rinnen- oder Zungenbeckenseen durch Eis- und Schmelzwassererosion entstanden; Eisstauseen, die sich vor dem abschmelzenden Eis bildeten; die südlich der Endmoränen durch Schmelzwasser aufgeschütteten sandkiesigen Sander und die anschließenden Urstromtäler, in welche die Schmelzwässer auf ihrem Weg nach Süden gelangten und von dort nach Westen abflossen" (DIERCKE-Handbuch 1976:55).

Die Begriffe, die hier aufgeführt werden, verlieren bald jeglichen Bezug, da sie in der dazu gehörigen Atlaskarte durch deren Kleinmaßstäbigkeit nicht erfassbar sind. Es bleibt bei der Nennung von Formen, ohne deren Ausmaß, Aussehen und Vorkommen deuten, geschweige denn Unterschiede erläutern zu können.

Deshalb ist jetzt eine der umfassendsten Möglichkeiten der Auswertung der großmaßstäbigen geomorphologischen Detailkarte im schulischen Bereich aufzuzeigen: Die Betrachtung einzelner Landschaftsformen. Die Farbgebung der geomorphologischen Prozeßareale erläutert, unter welchen Bedingungen die einzelnen Reliefelemente entstanden sind. Darauf kann bei einer detaillierten Beschreibung der Formen ebensowenig verzichtet werden wie auf die geomorphographischen Angaben der GMK 25. Im Rahmen des Erdkundeunterrichts soll diese Karte den Schüler mit den einzelnen Gliedern der - hier als Beispiel gewählten - glazialen Serie vertraut machen. Erst mit diesen Kenntnissen wird es möglich, in der erwähnten kleinmaßstäbigen Übersichtskarte im Atlas die einzelnen Formelemente einzuordnen und als typische Glieder der Glaziallandschaft zu erkennen.

Blatt 1, 1927 Bornhöved (Aufnahme: SCHEEL 1972-1974; Grundlage: Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 1927 Bornhöved, Ausgabe 1973; Nebenkarte: Morphogenetische Übersichtskarte 1 : 500 000; Erläuterungsheft: BARSCH 1978) der GMK 25 zeigt einen Ausschnitt des Norddeutschen Tieflandes, der durch die letzte Eiszeit, die Weichsel-Eiszeit, geprägt worden ist. Auf diesem Blatt können wesentliche Formelemente der Glaziallandschaft vorgestellt werden, da das Kartiergebiet im Grenzraum der letztglazialen maximalen Ausdehnung des nordischen Inlandseises im mittleren Schleswig-Holstein liegt. Die in quartären Gebieten vorliegende besonders enge Koppelung zwischen der Geomorphogenese und der Geomorphographie ermöglicht es, die hauptsächlich geomorphologischen Einheiten anhand der farblichen Differenzierung der geomorphologischen Prozeßbereiche auszuscheiden. Abb. 25, die als einfaches Deckblatt schnell angefertigt ist, zeigt diese Gliederung. Solche größeren Relief-einheiten bilden die Grundlage einer detaillierten Formanalyse. Das Kartenblatt Bornhöved der geomorphologischen Detailkarte umfaßt einen bedeutenden Teil des Formenschatzes der glazialen Serie.

#### 4.5.1 Jungmoränen

Die Moränengebiete der letztglazialen maximalen Ausdehnung nordischen Inlandseises sind auf Blatt Bornhöved in mehreren Flächen vertreten. Sie alle sind markiert durch die hellviolette Prozeßfarbe [glazial/Weichsel] und setzen sich damit deutlich von der übrigen Farbgebung ab. Die durchgehende Flächenfarbe darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß sich das Reliefbild im Jungmoränengebiet in sehr unterschiedlicher Form präsentiert und daß sich Gebiete mit charakteristischem Kleinrelief von der allgemeinen Formgebung abheben.

In der Grundanlage zeigen die Jungmoränengebiete eine flachwellige bis leicht kuppige Form, die mit Hilfe einer ganzen Reihe von Signaturen dargestellt wird. Neben den [Wölbungslinien] und der Zeichnung der [Wölbungen von Kuppen und Kesseln] stehen für die Vollformen die Signatur [Kuppe] und für die Hohlformen diejenige für [Kessel] bzw. diejenige

für [Senke, flache Mulde]. Flächige Angaben über die kleinräumig unruhige Topographie ermöglichen die Zeichen [flachwelliges Gelände] und [kuppiges Gelände]. Damit sind die geomorphologisch schwächer gegliederten Jungmoränenbereiche umfassend dargestellt. Bei einer mittleren Höhenlage von rund 50 m NN ist eine allgemeine Abnahme gegen die Sanderflächen festzustellen. Bei diesem Übergang kommt der sanftwellige und schwach kuppige Reliefcharakter besonders deutlich zum Ausdruck. Aus den mittleren Höhenlagen ragen einzelne Kuppe heraus, die eine Höhe von rund 60 m NN erreichen können. Die Höhenlinienscharung und die Angabe der Neigungswinkel lassen für diese Kuppen relativ steile Böschungswinkel von [7° bis 15°] erkennen, so z.B. die Höhen in der Nordwestecke des Kartenblattes oder der Karkhop in der Nordostecke.

Im Gegensatz dazu zeigen einzelne Teile der Jungmoränenlandschaft eine deutlich stärkere Reliefierung. Östlich von Schmalensee und westlich bzw. nördlich von Damsdorf liegt eine Ansammlung von Kuppen und Rücken, die von durchlaufenden Tiefenlinien und geschlossenen Hohlformen voneinander isoliert sind. Die Hohlformen und die sanft eingetieften Niederungsbereiche lassen im allgemeinen keine steileren Böschungswinkel auftreten. Nirgends wird das Hochgebiet durch eine Tiefenlinie geteilt, die als Tal mit gleichmäßigem Gefälle einen Vorfluter erreicht. Die Signatur der [glazigenen Stauchung] erklärt diese wallartig gegliederten Formen wenigstens auf der östlichen Seite des Kartenblattes Bornhöved. Mit dem Rückschmelzen des Eises aus dem Blattbereich setzte eine starke cryogene Überformung ein. Dazu gehörte das verbreitete [Erdfließen] und die gelegentlich erkennbaren [Eiskeile].

#### 4.5.2 Sanderflächen

Ein großer Teil des Kartenblattes Bornhöved der geomorphologischen Detailkarte wird von Sanderflächen bedeckt. Die Nebenkarte enthält dafür die Angabe [glazifluvial, Sander (Weichsel)] bzw. [glazial und glazifluvial, Übergangsbereich von Moräne und Sander (Weichsel)]. Auf dem Kartenblatt ist es die

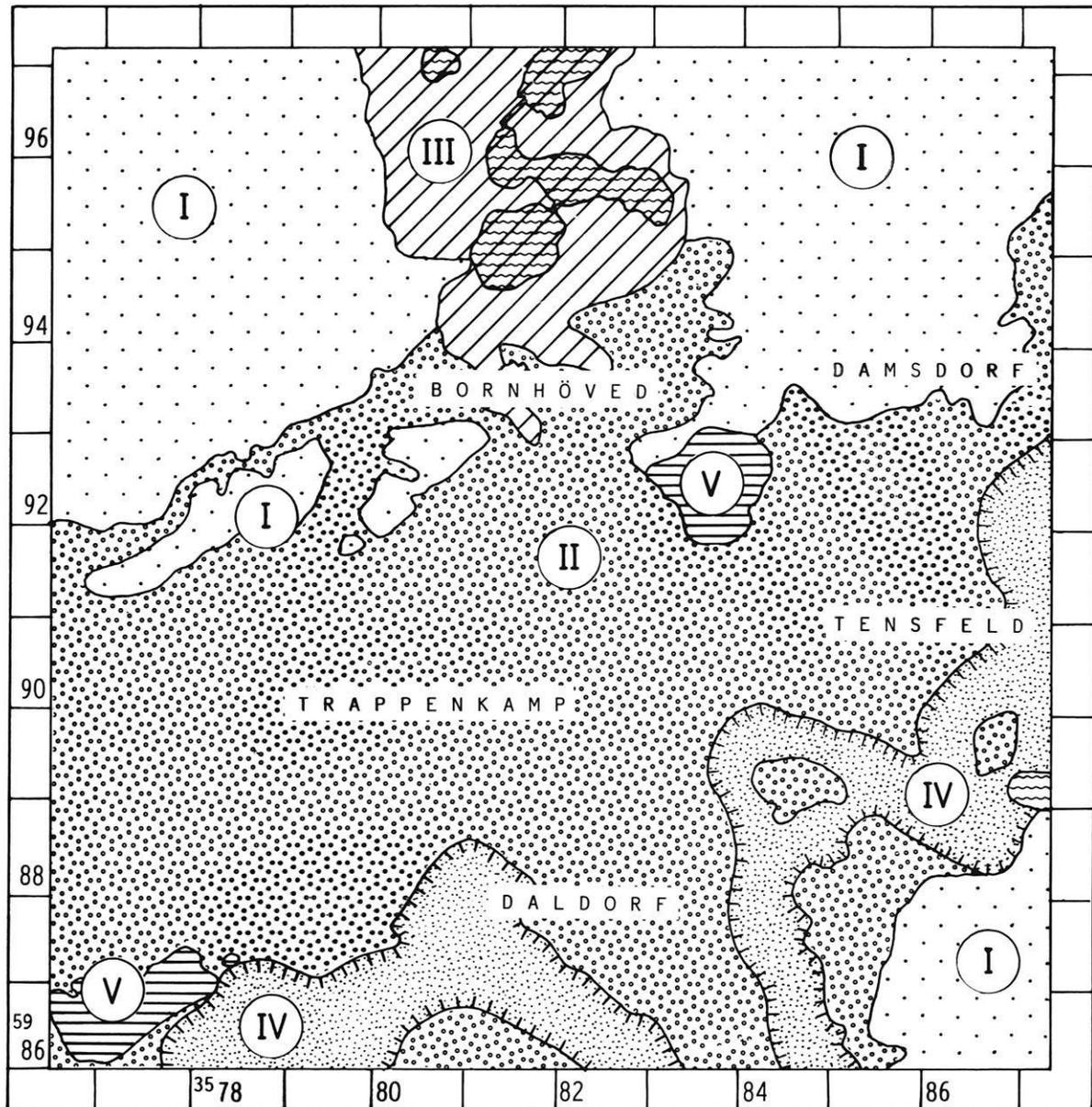


Abb. 25: Gliederung des Blattes Bornhöved nach den hauptsächlich geomorphologischen Prozeßbereichen.

- I Jungmoränengebiete als glazigen geprägte Reliefeinheit der Weichselzeit
- II Sandergebiete als Reliefeinheit mit glazifluvialer Formung
- III Das Zungenbecken von Bornhöved als Gebiet mit hauptsächlichlicher Formung durch nachsackendes Toteis (Seenbildung)
- IV Entwässerungsrinne als glazifluviale Reliefeinheit
- V Altmoränengebiet als älteste glazigen gestaltete Formen (mit starker periglazialer Überformung).

eisgrüne Farbe [glazifluvial], die die Haupt-sanderflächen markiert. Die Sander - die Ablagerungsbereiche der Gletscherbäche im Vorfeld der Eismassen - sind nicht nur in ihrer Formung, sondern auch in ihrer Zusammensetzung charakterisiert. Von der Austrittsstelle des aufschüttenden Baches gegen

den Sanderaußensaum zu ist eine Korngrößen-sortierung des akkumulierten Materials fest-zustellen. Das gröbere Material wurde bereits in der Nähe der Austrittsstelle abgelagert, das feinere wurde weggeführt. Die Substratan-gaben der GMK 25 verzeichnen die Unterschie-de: Die eisrandnahen Sanderflächen bei Born-

höved und Damsdorf zeigen die Symbole [Sand und Kies, steinig (Weichsel)], gegen Westen und damit gegen den Sandersaum zu werden diese Flächen fast vollständig von den Symbolen [Sand und Kies (Weichsel)] abgelöst. Feinere Korngrößen sind außerhalb des Kartenblattes zu erwarten. Die Signatur [Schüttungsrichtung] markiert, daß die großen Sanderflächen auf dem Kartenblatt sowohl von Norden her (Bornhöved) als auch von Osten her (Damsdorf) aufgeschüttet worden sind.

Die Oberflächenform der Sander ist im allgemeinen flach (Neigungsangabe [0° bis 2°]) und ohne Reliefzeichnung. Nur das Isohypsenbild weist auf einige sanftgeböschte Erhebungen, die wenige Meter aus der Umgebung herausragen. Die Hauptsanderfläche dacht allmählich und kontinuierlich gegen Südwesten ab und weist zwischen den höchsten Stellen bei Bornhöved und Damsdorf und dem westlichen Blatttrand einen Niveauunterschied von über 20 m auf. Nordwestlich von Trappenkamp markieren [konvexe Wölbungslinien] und die Neigungsangabe [2° bis 7°] eine natürliche Geländekante mit einem Abfall gegen den Sanderrand und die nordwestlichen Moränengebiete. Die Angabe eines [Muldentales] mit einem [Gewässer, perennierend] deutet darauf hin, daß diese Rinne bei Gönnebeck fluvial gestaltet ist. Die Rinne zwischen den Moränenarealen bis zur Geländekante zeigt dagegen keine Signaturen einer erosiven Gestaltung. Nach BARSCH (1978) handelt es sich um eine "Niedertaukante", wofür aber auf dem Kartenblatt eine entsprechende Darstellung fehlt. Weitere Oberflächenformen in den Sandern treten im Gebiet Damsdorf - Tensfeld auf: Flache, abflußlose Hohlformen, die als [Senke, flache Mulde] beschrieben sind. Sie weisen als Zusatzinformation den Vermerk [Sackung durch Austauen von Toteis] auf. Nach BARSCH (1978) ist die Entstehung solcher Hohlformen durch Nachsackungen über verschüttetem Toteis, das spät- bis postglazial ausgeschmolzen ist, oder durch einsedimentiertes und ebenfalls später aufgeschmolzenes "Aufeis" zu erklären.

Bei Daldorf und bei Bornhöved lassen sich einige kleinere [Täler und Tiefenlinien] ausmachen. Bedeutungsvoll ist, daß sie keine hydrographischen Signaturen aufweisen und damit nicht von einem Bach durchflossen wer-

den. Durch die Legendenerweiterung [periglaziale Tälchen] - anstelle einer farblichen Differenzierung der Prozeßbereiche - wird deutlich, daß es sich hier um Vorzeitformen handelt, als das heute höchst durchlässige und mächtige Lockermaterial der Sanderflächen noch als Dauerfrostboden in oberflächigen Auftaubereichen linienhaft abgetragen werden konnte.

Bei der Aufzählung der Oberflächenformen ist abschließend auf die große Zahl an anthropogen bedingten Hohlformen zu achten. Der großflächige Abbau des kiesigen und sandigen Materials südlich von Damsdorf und östlich von Daldorf führt zu einer allmählichen Tieferlegung der Sanderflächen [Kiesgrube; Sandgrube]. Die verschiedenen Gruben werden wohl allmählich wieder aufgefüllt. Die Signatur [Mülldeponie] zeigt, daß dies in den ehemaligen Kiesgruben durchaus mit Müll und anderem Abraum geschehen kann. Nebenbei läßt sich dadurch die ganze Problematik der Grundwassergefährdung in einem derart wasserdurchlässigen Untergrund diskutieren.

#### 4.5.3 Toteis-Nachsackungsformen

Nördlich von Bornhöved bilden die verschiedenen Seen zusammen mit dem sie umschließenden kuppigen und welligen Gelände und den flachen Moorzonen eine eigene Reliefeinheit, das Bornhöveder Zungenbecken. Dieses kann orographisch deutlich abgegrenzt werden gegen die Jungmoränenrücken im Osten und Westen sowie gegen die weiten Sanderflächen im Süden. Das gewählte Strichraster [durch austauendes Toteis] kennzeichnet einen geomorphologischen Prozeßbereich, der durch bewegungslos gewordene, vom Inlandeis durch dessen Rückzug und Zerfall abgetrennte Gletscherteile geprägt worden ist. So lagerte sich beim Abschmelzen der Schüttinhalte dieses Resteises als Deckschicht über die darunterliegenden Schichten. Die Schmelzwässer sedimentierten weiterhin Material um die Toteismassen und in die allmählich entstehenden Hohlräume, es kam zur Bildung von Kames. Mit dem Ausschmelzen der durch die Sedimentbedeckung bis ins Spät- und Postglazial konservierten Toteisblöcke wurden die aufliegenden Moränen- und Sanderflächen stark deformiert und das Relief in

seinen Grundzügen angelegt. Auf der GMK 25 kann das kleinflächige Bild der Prozeßbereiche diese Vorgänge verständlich machen: [Unterlagerung: glazifluvialer Sand und Kies unter glazialem Geschiebelehm (Sander unter Moräne)] bzw. [Überlagerung: glazifluvialer Sand und Kies über glazialem Geschiebelehm (Sander über Moräne)]. Neben den Signaturen für [Wölbungen von Kuppen und Kesseln] und [Stufen und Kanten] sind es die Angaben zu den Kleinformen wie [Kessel] und [Kames], die einen Eindruck über die Reliefgestaltung unmittelbar im Gletschervorfeld geben.

Durch das völlige Austauen des Toteises sank die Oberfläche allmählich nach, die entstehenden Hohlformen wurden von Seen ausgefüllt. Diese Seen sind im Unterschied zu den eigentlichen Zungenbeckenseen - die durch den Gletscherschurf im Bereich der Gletscherzunge geschaffen wurden - verhältnismäßig tief und weisen nur eine schmale Verlandungszone auf. Dem Kartenblatt der GMK 25 sind keine Angaben über die Seetiefe und über die Profilform der Seen zu entnehmen. Das Fehlen der Isobathenzeichnung verunmöglicht auch die selbständige Zeichnung eines Querprofils. Zwar weist der Schmalensee (Tiefe 7 m) ein kastenförmiges Querprofil auf, doch zeigen der Bornhöveder See (Tiefe 14 m) und der Belauer See (Tiefe 26 m) unregelmäßige Querprofile, die eindeutig auf ausschmelzendes Toteis zurückzuführen sind (BARSCH 1978). Dieses Toteis hat die glazigen geschaffenen Becken vor der Verschüttung (z.B. durch glazifluviale Sedimente während des Eisabbaus) bewahrt.

Mit der Anlage der Seerinne bei Bornhöved wurde nördlich der Vereisungsgrenze ein Niveau hergestellt, das heute unter dem der Hauptsanderfläche liegt. Auf das tiefere Niveau hat sich die gesamte Entwässerung der Seerinne eingestellt. Begradigungen der Bäche und die Anlage von Entwässerungsgräben belegen die anthropogenen Eingriffe zur Belebung des Abflusses in dieser Tiefenzone. Die Signatur [Niedermoor], die an alle der aufgeführten Seen angrenzt und den am nördlichen Kartenrand gelegenen Fuhlensee gänzlich umschließt, dokumentiert die allmähliche Verlandung der Seenflächen.

#### 4.5.4 Entwässerungsrinne

Als weiteres Formenelement der glazialen Serie ist in der südöstlichen Seite des Kartenblattes Bornhöved eine glazifluviale Entwässerungsrinne zu erkennen, die Tensfelder Talung. Durch das allmähliche Rückschmelzen des Eises - die letzten weichselzeitlichen Vorstöße mit dem Frankfurter- bzw. dem Pommerschen-Stadium haben das Gebiet Bornhöved nicht erreicht - konzentrierten sich die aus nordöstlicher Richtung fließenden Schmelzwässer auf den Bereich der Tensfelder Talung. Diese Rinne ist deutlich eingetieft und setzt sich durch hohe [Böschungen] bis maximal 15 m unter das Niveau der umliegenden Sanderflächen ab. Die Breite der Talung kann 1000 m übertreffen, und die Mäanderradien betragen bis gegen 2000 m. Dies läßt auf die großen Wassermengen schließen, die während der Eisschmelze hier abgeflossen sind. Der nördliche Talhang ist durch die Böschungssignaturen gut abgrenzbar, während auf der gegenüberliegenden Seite der Übergang zu den Sander- und Moränenflächen offener ist. Nach BARSCH (1978) wird dadurch die Wirkung des offensichtlich erst nach der Bildung des Tales ausschmelzenden Toteises deutlich. Auf der Karte finden sich allerdings im Talbereich keine Hinweise auf eine Oberflächengliederung durch Toteislagen, wenn von der Mulde des Muggenfelder-Sees abgesehen wird. Einzig neben dem Mäanderbogen bei Pettluis ist die Prozeßbereichszeichnung [durch austauendes Toteis] sichtbar, bedeckt aber nur die angrenzenden Sanderflächen. Mit dem vollständigen Abtauen der Eismassen verloren die glazifluvialen Entwässerungsrinnen ihre Funktion. Große Teile der dem Vereisungszentrum zugewandten Gebiete nördlich der Moränenzüge tauten unter das Niveau der Sanderflächen ab und bewirkten dadurch eine Entwässerungsumkehr von einer zentrifugalen zu einer zentripetalen Richtung.

Spätestens in der wärmeren und feuchteren Zeit des Atlantikums dürfte die Bildung von Mooren und anmoorigen Böden in der ehemaligen Entwässerungsrinne eingesetzt haben. Folgende Signaturen verdeutlichen diese Landschaftsformen auf der GMK 25: Mit der Grundfarbe der [organogenen] geomorphologischen Prozeßbereiche sind die Areale [Niedermoor] bzw. [An-

moor] bezeichnet. Für die geringmächtigen anmoorigen Gebiete sind die liegenden glazifluvialen Sedimente in der Tensfelder Talung von großer Bedeutung, was mit der speziellen Signatur der [Überlagerung: organogen über glazifluvial (Anmoor über Sander)] herausgestellt wird. Hochmoore kommen im Blattschnitt Bornhöved nicht vor.

Die jüngsten natürlichen Formungselemente in der Tensfelder Talung sind einige kleinere Bachläufe [Gewässer, perennierend], die sich auf die heutigen Vorfluter eingestellt haben. Bei Alt Erfrade ist eine [Talwasserscheide] in der alten Rinne vermerkt, ebenso liegt eine östlich von Kuhlen. Die Tensfelder Au entwässert demnach nach Norden, während die restlichen Bäche in die andere Richtung fließen. Mit Ausnahme der Rotmühlenau (Ursprungsgebiet südlich von Kuhlen) folgen diese aber nicht der hochwürmzeitlichen Entwässerungsrichtung zur Elbe und damit in die Nordsee, sondern fließen zur Trave und damit ebenfalls in die Ostsee. Weitere Formen bilden die zahlreichen [Kiesgruben] und der Abbau von Torf [Torfstich]. Mit letzterem in Zusammenhang steht die Senkung des Grundwasserspiegels durch die Entwässerungsgräben in den Niedermooren [Gewässer, perennierend].

#### 4.5.5 Altmoränen

Das Kartenblatt Bornhöved der GMK 25 zeigt eine hauptsächlich durch die jungpleistozäne Formung der Weichseleiszeit geprägte Landschaft. Die glazigenen und glazifluvialen Prozesse dieser letzten Kaltzeit bestimmen trotz der periglazialen bzw. postglazialen Überformung weitgehend das Landschaftsbild. Präquartäre bzw. präglaziale Gesteine sind auf dem Blatt Bornhöved nicht kartiert. Erst aus dem Warthe-Stadium der Saale-Eiszeit sind reliefformende Ablagerungen in diesem Gebiet erhalten geblieben. Die dunkelviolette Farbe des Prozeßbereichs [glazial/Warthe] mit der Substratangabe [Moräne, sandig (Warthe)] bzw. [Moräne, kiesig-steinig (Warthe)] zeigt sich in zwei Arealen. Das eine liegt in der Südost-Ecke des Kartenblattes zwischen Rickling und Kuhlen und bildet flache, sandige Kuppen, die sich nur wenige Meter über die Umgebung erheben. Das zweite Gebiet mit Altmoränenre-

sten ist der Grimmelsberg in der Blattmitte. Die Zeichnung der [Wölbungslinien] markiert mehrere West-Ost streichende Rücken dieser bis auf 83.3 m NN aufragenden Erhebung. Mit der Signatur [glazigene Stauchung] ist das Areal als warthezeitlicher Stauchmoränenrest zu bezeichnen, der intensiv von periglazialen Prozessen überformt wurde: [Würgeboden; Windkanter; Erdfließen (Kryosolifluktion)]. An den stark geneigten Hängen des Grimmelsberges [Neigung 7° bis 15°] ist als einzige Stelle auf dem Kartenblatt Bornhöved aktuelle [Hangerosion] kartiert worden.

#### 4.6 Landschaftsformen II: Die Schichtstufenlandschaft

Wenn ausschließlich mit kleinmaßstäbigen Mitteln gearbeitet wird, beschränken sich die Betrachtungen über den Werdegang einer Landschaft auf einen allgemeinen Überblick. Wer sich mit der Genese befaßt, sollte auch die Einzelheiten des Inventars an Formen und Formungsunterschieden in die Auswertung einbeziehen. Mit der GMK 25 steht eine Karte zur Verfügung, mit der das geomorphologische Verhalten der am Aufbau der Landschaft beteiligten geologischen Schichten rasch erfaßt werden kann. Die Eigenschaften der Gesteine wirken sich in mehr oder weniger starkem Maße auf die Geomorphologie aus. Ihre mechanische Widerständigkeit, Verwitterbarkeit, Durchlässigkeit, Art und Richtung der Entwässerung, Schichtlagerung und unter Umständen ihre Höhenlage charakterisieren die Formen der Oberfläche. Zwar ist das Gestein nicht der einzige reliefbildende Faktor, aber in der Landschaftsform der Schichtstufen ein bestimmender. Die Schichtstufenlandschaft ist durch die gestaffelte Abfolge weiter Landterrassen und steiler Stufen gekennzeichnet, bedingt durch den Wechsel von mehr oder weniger widerstandsfähigen Gesteinsschichten. Die Abtragungsresistenz wird oft durch Verkarstung oder doch zumindest Wasserdurchlässigkeit erhöht, während eine geringe Widerständigkeit durch Wasserundurchlässigkeit bedingt ist. Neben der Wechsellagerung verschieden widerständiger Schichten ist ein weiterer Formungsparameter die Neigung der Gesteinsschichten, das schräge Einfallen mit etwa 2.5° bis 3° nach Südosten. Eine Aufwölbung

längs des Oberrheins bewirkte die Neigung der ursprünglich horizontal abgelagerten Schichten.

Das Blatt 9, 7520 Mössingen (Aufnahme: LESER 1978-1979 unter Mitarbeit von OEGGERLI; Grundlage: Topographische Karte 1 : 20 000 Blatt 7520 Mössingen, Ausgabe 1977; Nebenkarte: Geologisch-geomorphologische Übersichtskarte 1 : 250 000; Erläuterungsheft: LESER 1982) der GMK 25 zeigt einen Teil der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft zwischen Neckar und der Reutlinger Alb. Bei der Auswertung dieses Blattes soll nicht die Genese der Schichtstufenlandschaft und die Voraussetzungen dazu im Mittelpunkt stehen, sondern die hauptsächlichsten Formenelemente. Recht instruktiv ist dafür das Zeichnen von geographischen Profilen (vgl. 3.2.3). Oft werden erst auf diese Weise richtige räumliche Vorstellungen ermöglicht und Strukturen sowie zonale Gliederungen erkennbar. Als Teilkomplex-Profil ist eine solche Zeichnung mit einer Tabelle der aus der GMK 25 ersichtlichen Angaben ergänzt. Bei einer solchen Anordnung kommt es nicht darauf an, die Geofaktoren möglichst vollzählig und nach dem länderkundlichen Schema geordnet in der Tabelle aufzuführen. Vielmehr genügt es, die wichtigsten Faktoren zu berücksichtigen, wobei sich die Reihenfolge nach der Dominanz der Erscheinungen richten mag. Die Schwierigkeit der Aufgabe liegt darin, das Profil an der geographisch zweckmäßigsten Stelle auf der Karte anzulegen. Die in diesem Kapitel verwendeten vier Teilkomplex-Profile erfassen das gesamte Kartenblatt Mössingen. Sie verlaufen vom Neckar in südöstlicher Richtung bis Nehren und von dort in west-östlicher Richtung bis an den Rand der Reutlinger Alb.

#### 4.6.1 Die Keuper- und Liasstufen

In der Nordwestecke des Blattes Mössingen ist der Neckar gerade noch angeschnitten. Er fließt in der Richtung Südwest-Nordost und folgt damit der orographischen Hauptrichtung, die durch das Streichen der Stufenränder gegeben ist. Die Signaturen zeigen, neben dem Auebereich des Neckars mit seiner umfangreichen anthropogenen Beeinflussung, das Vorkom-

men von Terrassenschottern des Pleistozäns [Niederterrasse]. Über dem Neckartal erhebt sich, als erste Stufe der Profillinie (Abb. 26), eine Sandsteinstufe des Keupers. Diese niedrigste Stufe auf dem Blatt Mössingen wird von den ältesten hier vorkommenden Schichtgliedern gebildet. Sie erhebt sich rund 110 m über den Neckar und erreicht eine Höhe von 440 m NN. Ihre Form ist die einer Traufstufe mit Walm. Der Stufenhang ist von zahlreichen Tiefenlinien zerschnitten, die bis zum Rand der Stufendachfläche reichen. Die meisten davon sind als [periglazial, Dellen] gekennzeichnet, die den zunächst flachen, dann langsam steiler ansteigenden Sockel der Sandsteinstufe gliedern. Die anderen Tiefenlinien werden durch rezente Bäche gebildet, die ständig oder zeitweise fließen. Das Vorkommen einzelner Quellen in der weiteren Umgebung der Profillinie läßt auf einen Quellhorizont schließen, der etwa auf der Höhe von 400 m NN von einer wasserstauenden Schicht gebildet wird. Über diese Gesteine gibt die Karte keine direkte Auskunft. Erst die Interpretation der GMK 25 liefert Hinweise. Der Stufenrand unterliegt intensiven rezenten Prozessen. Die Angabe von [Rutschungen], [Tiefenerosion] und von [Hohlweg]-Bildungen weisen, zusammen mit den Substratsymbolen, auf einen tonigen oder mergeligen Untergrund. Die Dachfläche der Sandsteinstufe ist gegen Südosten geneigt und zeigt keine besondere Oberflächenformung. Da die rezent wirkenden Bäche des Stufenhangs nicht bis zur Stufenkante hinaufreichen, verändert sich an diesem Relief wenig. Das Wasser versickert durch den Sandstein, der die Dachfläche bildet und tritt erst am Quellhorizont wieder aus. Die periglazial angelegten Dellen dagegen reichen, wie oben beschrieben, bis an den Stufenrand. Zusammen mit der Verwitterungsdecke der Dachfläche und der Hangschuttlage am Stufenhang [Substratsymbole] dokumentieren sie, daß die Formenentwicklung dieser Landschaft in besonderem Maße durch die periglazialen Verhältnisse beeinflusst wurde. Wo Gesteine anstanden, kam es zur Frostverwitterung und damit zur Bildung von Frostverwitterungsschutt. Die Bedingungen des Permafrostes ermöglichten den fluvialen Abtrag auch dort, wo heute karstische Verhältnisse vorliegen.

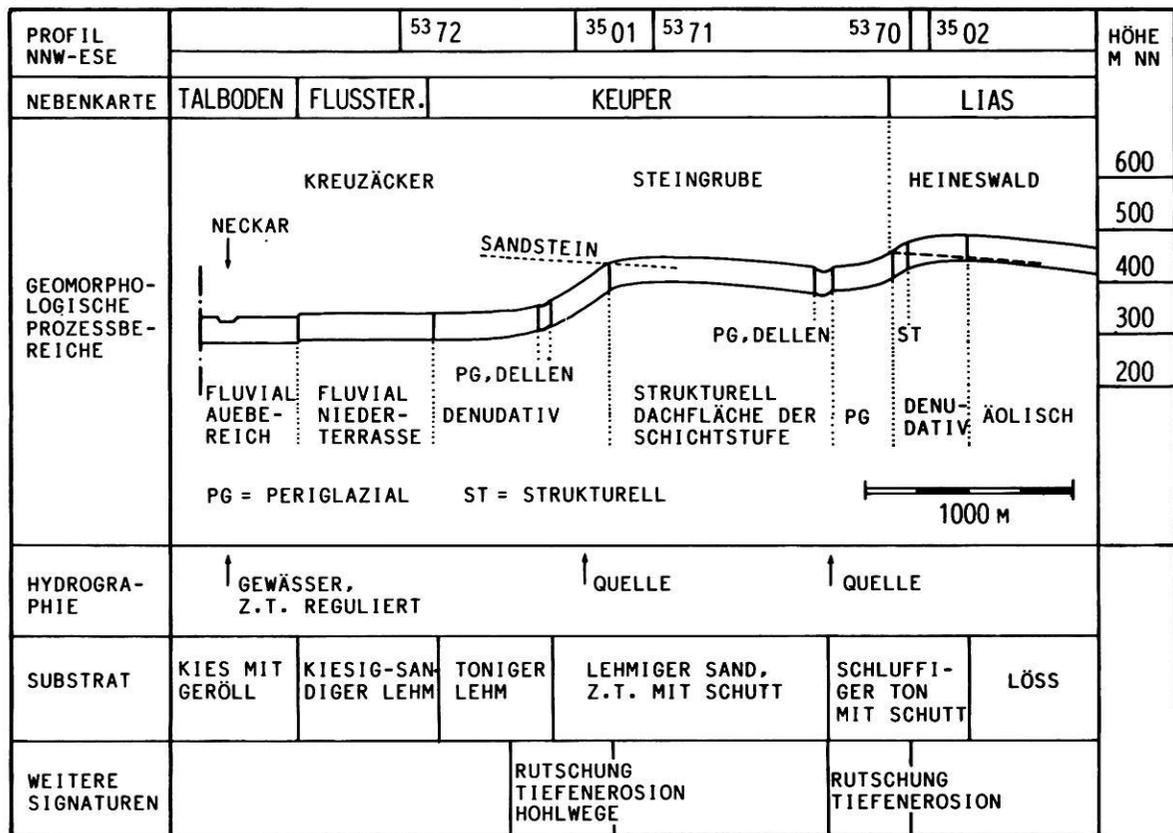


Abb. 26: Teilkomplex-Profil durch die Keuper- und Liasstufen vom Neckartal bis Heineswald.

Ausgedehnte Periglazialschuttdecken liegen auf dem Stufenhang der Lias-Stufe, was mit der Prozeßbereichsangabe [periglazial, Hänge von Schichtstufen] bezeichnet ist. Unter den periglazialen Bedingungen mit dem häufigen Wechsel von Einfrieren und Auftauen und dem Fehlen einer Vegetationsdecke verliefen die Formungsprozesse sehr intensiv. Noch heute ist der Stufenhang ein ausgedehntes Rutschgebiet, die rezenten Umlagerungen vollziehen sich auf dem periglazial aufbereiteten Untergrund. Neben diesen gravitativen Prozessen ist die fluviale Zerschneidung bemerkenswert. In den pleistozän angelegten Dellen fließen kleinere Bäche, ohne jedoch die Lias-Stufe zu zertalen. Die rezente Geomorphodynamik setzt an dieser Stufenstirn aus. Nur noch einzelne der periglazialen Dellen reichen bis zur flachgewölbten Walmstufe der Lias-Stufe hinauf. Diese erreicht eine Höhe von 480 m NN und grenzt die schwach geneigte Dachfläche deutlich vom Stufenhang ab.

Die Lias-Dachfläche senkt sich allmählich gegen das Steinlachtal ab. Sie nimmt einen großen Teil der linken Kartenhälfte des Blattes Mössingen ein und bildet einen breiten Streifen zwischen dem Westrand und der Nordostecke der Karte. Die Lias-Dachfläche ist überwiegend mit Löss bedeckt, was wiederum auf die periglazialen Vorgänge in dieser Landschaft hinweist. Die Lössdecke reicht vom Walm-Stufenrand bis in den Talboden der Steinlach. Sie ist wenig gegliedert und zeigt nur einige periglaziale Dellen, die alle auf die nächste Subsequenzfurche ausgerichtet sind (Abb. 27). Einzelne Bachläufe folgen den Dellen, ohne daß sich ein dichtes Bachnetz ausgebildet hätte. Eine der wenigen Quellen liegt östlich des Weilersbaches, unter deren Austrittsstelle kommt es im Hangschutt am Talhang zu Rutschungen.

Zwischen der abdachenden Lias-Stufenfläche und einer weiteren, kleineren Lias-Stufe

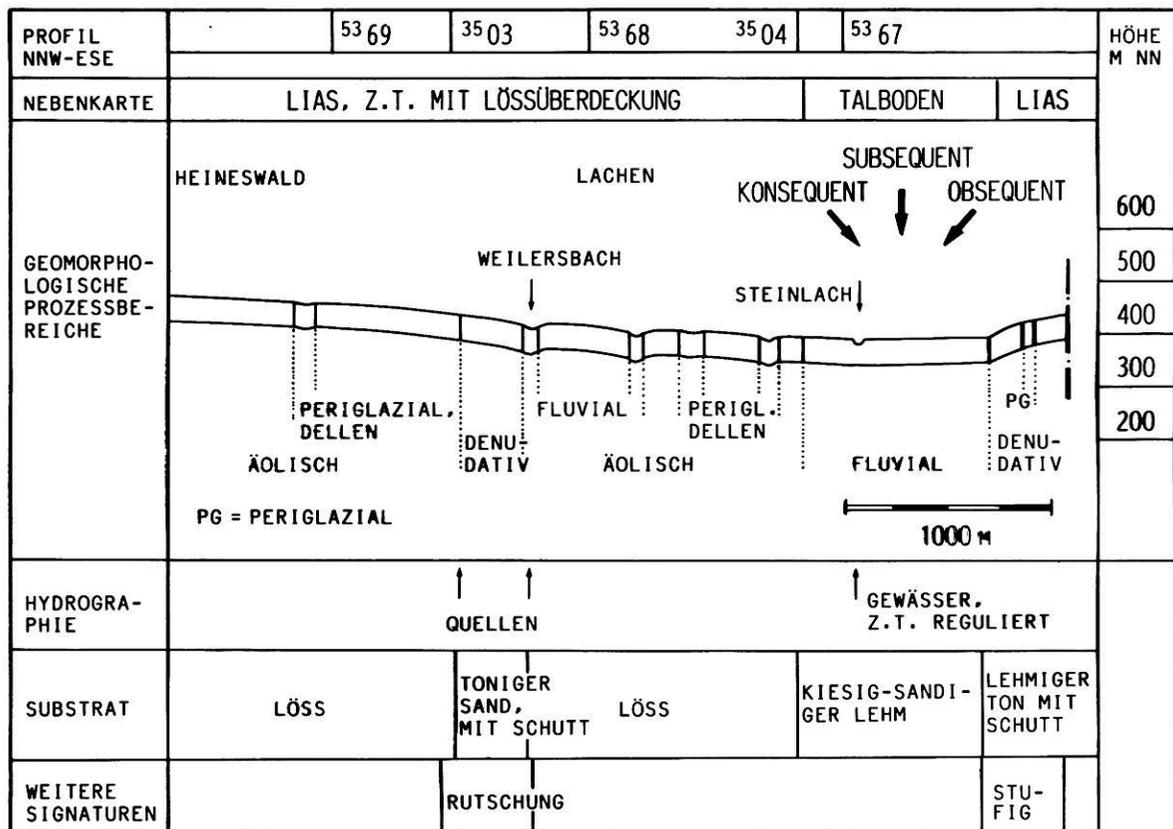


Abb. 27: Teilkomplex-Profil durch die Lias-Dachfläche vom Heineswald bis zum Talboden der Steinlach.

Dieses Profil bildet die Fortsetzung des Teilkomplex-Profiles in Abb. 26. In der rechten oberen Ecke ist die Zuordnung der Bachläufe zu den geomorphologischen Richtungen dargestellt.

breitet sich das Steinlachtal aus. Der breite Talboden gibt mit seinen Flußterrassen einen Hinweis auf die beträchtliche pleistozäne Akkumulation. Verfolgt man den Lauf der Steinlach auf dem Kartenblatt, so kann man deren obsequente Fließrichtung feststellen. Die Steinlach fließt in ihrem Unterlauf der ursprünglichen Abdachung der Schichtstufen entgegen und mündet - außerhalb des Blattes Mössingen - in den Neckar. Auf der vom gezeichneten Profil aus gesehen oberen Laufstrecke (gegen Ofterdingen) ist die Steinlach allerdings ein subsequenter Stufenrandfluß, der den weicher Schichten folgt. Als Nebenbäche fließen zur Steinlach einige obsequente Gewässer. Die konsequenten Zuflüsse, z.B. diejenigen aus den Tiefenlinien der Lias-Dachfläche, sind insgesamt von geringer geomorphologischer Wirksamkeit. Beidseits des Laufs der Steinlach die Fluvialdynamik zu erkennen. Neben den [Arbeitskanten an Fließgewässern], welche besonders bei starker

Wasserführung weiter geformt werden, ist die [Seitenerosion] durch Uferunterschneidung von Bedeutung. Die zahlreichen Böschungssignaturen deuten darauf hin, daß die Bach- und Flußläufe zunehmend durch bauliche Maßnahmen reguliert werden [Gewässer, z.T. reguliert]. Bereits angedeutet wurde, daß sich am rechten Rand der Abb. 27 eine weitere Lias-Stufe anschließt. Sie erhebt sich östlich der Steinlach nur rund 30 m über den Vorfluter und erreicht eine Höhe von 440 m NN. Der Stufenhang weist nur einige periglaziale Dellen auf, rezente Formungssignaturen sind wenige auszumachen. Einzig die Signatur [stufig] weist auf eine Überformung hin.

#### 4.6.2 Die Dogger- und Malmstufen

Von der Walmstufe der höheren Lias-Schichtstufe senkt sich die Dachfläche entsprechend dem allgemeinen Schichtfallen nach Südosten

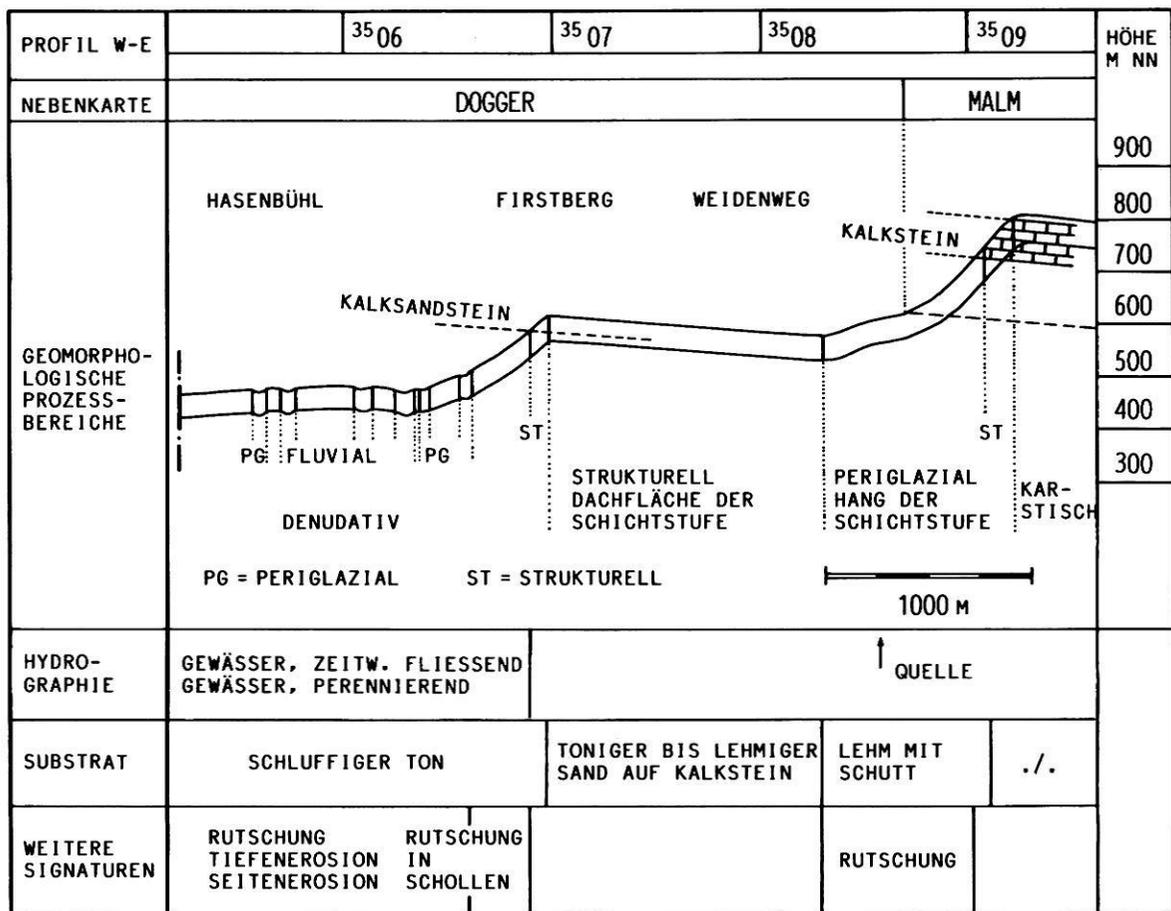


Abb. 28: Teilkomplex-Profil durch das Dogger-Hügelland und die Dogger-Stufe zwischen Hasenbühl und Weidenweg.

und geht über in eine hügelige Landschaft, die durch pleistozäne Dellen und rezente Tälchen gegliedert ist. Diesem welligen Gebiet folgt ohne wesentliche Stufung das Dogger-Hügelland auf der linken Seite von Abb. 28. Dieses legt sich als breiter Saum vor die hohe und auffällige Dogger-Stufe und bildet damit den Übergang zwischen den Juraschichtgliedern des Lias und des Doggers. Im Dogger-Hügelland spielen Rutschungen eine wichtige Rolle. Wie an anderen Stufenrändern und Stufenhängen treten auch hier am Anstieg zur Doggerstufe gravitative Prozesse auf. Sie nehmen aber bedeutend größere Bereiche ein als in den bisher beschriebenen Rutschgebieten. Dort überwiegen kleinflächigere Rutschungen, hier sind zusätzlich [Rutschungen in Schollen] verzeichnet. Die Angabe zu den Prozessen und zum Substrat weisen auf tonige Schichtglieder im Untergrund, die nicht nur vorzeitlichen Veränderungen unter-

worfen waren, sondern auch rezente Umlagerungen erfahren. Hauptsächlich im Gefolge von Stark- und Dauerregen kommt es zu Vermengungen und zu fluvialem Abtrag. Das gesamte Braunjura-Hügelland zeigt eine intensive rezente fluviale Zerschneidung des Reliefs mit starker [Tiefen- und Seitenerosion]. Die Bäche folgen den periglazial angelegten Dellen und formen diese um in steile [Kerbtälchen], was zu einer starken Reliefierung des Stufenunterhanges führt. Einzelne Tälchen greifen bis an den Stufenrand hinauf und legen diesen zurück. Der Anstieg zur Dogger-Stufe ist steil und läßt die Schichtstufe hoch über das davorliegende Hügelland aufragen (600 m NN). Die Schichtstufe ist als Traufstufe ohne Walm ausgebildet. Die fast ebene, oberflächlich wenig gegliederte Dachfläche, die dem Schichtfällen des stufenbildenden Gesteins folgt, geht in den stark zerdellten Sockel der Malmstufe über.

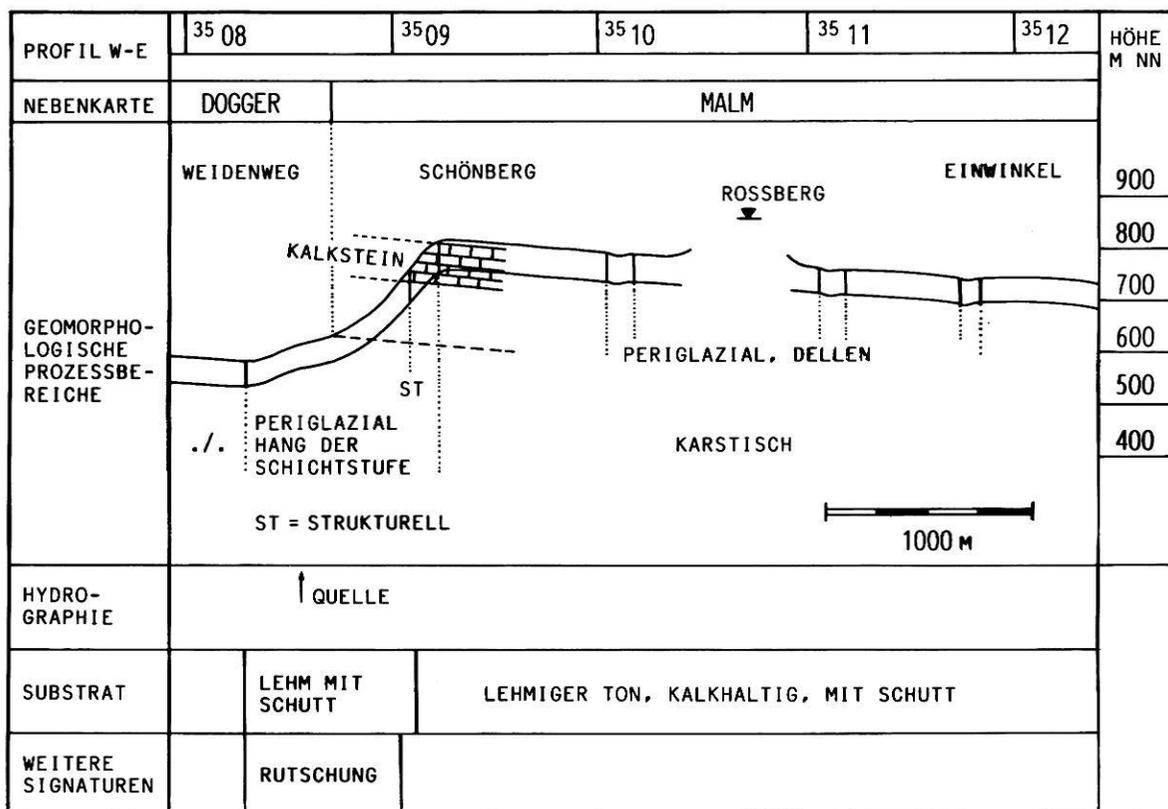


Abb. 29: Teilkomplex-Profil durch die Malmstufe zwischen Weidenweg und Einwinkel (Fortsetzung des Profils in Abb. 28).

Die markanteste Stufe bilden die Gesteine des Malms. Nach einem steilen Anstieg erreicht der Albtrauf (Traufstufe ohne Walm) eine Höhe von 800 m NN (Abb. 29). Den Sockel dieser Stufe bilden Gesteine, die von einer ausgedehnten Schuttlage verhüllt sind. Diese Schuttdecke geht auf die pleistozäne Frostverwitterung zurück [periglazial, Hänge von Schichtstufen], als die Stufenränder von einer intensiven Abtragung erfaßt wurden. Dadurch wurde der Albtrauf zurückversetzt und ist stark zerlappt. Die ausgedehnten Flächen mit pleistozänen Schuttdecken unter der Malmstufe zeigen stellenweise rezente Umlagerungen durch [Rutschungen]. Meist handelt es sich aber um periglazialen Frostschutt, der sich durch Solifluktion und gravitative Prozesse ausbreiten konnte und sich bis zu den Braunjuraflächen ausdehnt. Der Stufenhang ist durch viele pleistozäne Dellen gegliedert. Sie reichen zum Teil bis an den Stufenrand und auf die Dachfläche hinauf. Darin liegt die Ursache der starken Zerlappung des Malmstufenrands. Die rezente fluviale Zerschnei-

dung tritt im Umfang hinter diese vorzeitlich angelegten Tiefenlinien zurück und erreicht nur in einzelnen Fällen den heutigen Stufenrand. Die Bäche folgen den periglazialen Tiefenlinien und formen diese um zu [Kerbtälchen]. An verschiedenen Stellen kommen Quellen vor, ein eigentlicher Quellhorizont läßt sich allerdings nicht ausmachen. Es handelt sich eher um Schuttquellen als um Schichtquellen.

Daß der Albtrauf nicht in der obersten Malmabteilung liegt zeigt die vom Profil knapp angeschnittene Erhebung des Roßberg. Trotzdem ist auch auf der Dachfläche der unteren Malmstufe die Karstlandschaft ausgebildet. In dieser Landschaft, die sich über die obere Malmstufe außerhalb des Blattes Mössingen weitflächig ausbreitet (Nebenkarte), bilden sich die Formen des Karstes aus. Die Angabe [periglazial, Dellen] in der Dachfläche zeigt, daß der Permafrost den an sich sehr durchlässigen und klüftigen Kalkstein im Pleistozän abdichtete und damit eine fluviale

Talbildung ermöglichte. Im Holozän erfuhren diese Tiefenlinien und Dellen keine weitere Formung mehr und präsentieren sich heute als Trockentäler. Das abfließende Niederschlagswasser versickert und bildet durch Lösungsprozesse im Untergrund die Anlage zu Dolinen

und anderen spezifischen Formen des Karstes. Auf der Karte ist lediglich durch die Angabe des Prozeßbereichs [karstisch] die Charakteristik dieser Landschaft angegeben. Detaillierte Signaturen zu einzelnen Formen sind im Umfeld der Profilinie nicht vermerkt.

## 5. Randbereiche der schulischen Auswertung der GMK 25

Anhand der vorliegenden Kartenblätter der GMK 25 wurde eine Methode entwickelt und an Beispielen diskutiert, wie eine geomorphologische Detailkarte im Erdkundeunterricht ausgewertet werden kann. Die vorliegende Zusammenstellung beschränkt sich, dem Thema der Arbeit entsprechend, auf diejenigen unterrichtlichen Maßnahmen, welche die erhältlichen Karten selbst zum Gegenstand haben und welche mit einfachen Mitteln zu bewältigen sind. Es gibt weitere Möglichkeiten, die GMK 25 als Unterrichtsmittel einzusetzen. Zum Schluß seien deshalb einige Bereiche aufgeführt, wo die Kartenblätter der GMK 25 - verbunden mit einem größeren Aufwand oder indirekt - einen Beitrag zur Lösung eines anstehenden Erkenntnisproblems leisten.

Mit der Aufbereitung der GMK-Informationen für fachfremde Interessenten hat sich MÄUSBACHER (1983) auseinandergesetzt. An zwei Beispielen aus den Gebieten der landwirtschaftlichen bzw. der wasserwirtschaftlichen Nutzung wird erläutert, wie die komplexe Karte auch Nicht-Geomorphologen zugänglich gemacht werden kann. Die vorgestellte Methode der "ökologischen Eignungsbewertung" setzt einerseits die Benutzung von Auszugskarten (Teilinhalt der GMK 25) und andererseits die Kenntnis von entsprechenden Grenzwerten für Klassifizierungen und Zuordnungen voraus. Zum Anwenderkreis dieser Methode gehören deshalb in erster Linie die der Geomorphologie nahestehenden Geowissenschaften Bodenkunde und Geologie sowie die landwirtschaftliche bzw. forstwirtschaftliche Standortkunde. Nur in Ausnahmefällen dürfte eine derart anspruchsvolle und umfassende Auswertung der GMK 25 Eingang in den schulischen Bereich finden. Empfehlenswerter ist die eigene Erarbeitung

von Karten, die zwar zu den Vorstufen einer geomorphologischen Geländearbeit gehören, die aber auch für sich gute Übersichten zu geomorphographisch-geomorphometrischen Aufgabenstellungen ergeben. Zu diesen Arbeitsgängen zählt beispielsweise die Auswertung der Neigungswinkelareale der GMK 25.

### 5.1 Hangneigungswinkelkarte

Hangneigungswinkelkarten sind ein gutes Hilfsmittel für das Verständnis des Formenschatzes eines Gebietes. Die Geländeneigung ist von entscheidender Bedeutung für die Reliefcharakteristik, für den Ablauf der rezenten Formungsprozesse und für die Nutzungsmöglichkeiten durch den Menschen (BARSCH et al. 1978). Die Ermittlung der Hangneigung ist durch verschiedene Methoden möglich. Selbständig läßt sie sich aus den Isohypsen der Topographischen Karte mit Hilfe der teilweise auf dem Kartenrand aufgedruckten Neigungsdiagramme bestimmen. Auf der GMK 25 sind die Neigungswinkel durch die Graurasterung direkt ablesbar. Bei der kartentmäßigen Darstellung der Neigungen ist es auch bei großen Maßstäben nicht möglich, den Neigungswert jedes einzelnen Punktes abzubilden. Deshalb werden die Areale in Neigungswinkelgruppen mit ähnlichen geomorphologischen Auswirkungen zusammengefaßt. Die Flächen gleicher Hangneigung können auf einem Deckblatt farbig angelegt werden. Es empfiehlt sich, die flachen Stellen hell und die steilen dunkler zu markieren, dabei jedoch dieselbe Farbe zu verwenden (z.B. hellgrün bis dunkelgrün). Sollten Gebiete gleicher Hangneigung zu schmale Streifen einnehmen, um flächenhaft dargestellt werden zu können,

sind die Signaturen [Stufen, Kanten und Böschungen] zu verwenden. Deckblattkarten der Neigungen verdeutlichen die auf der GMK 25 manchmal nur schwach zu erkennende Neigungsrasterung. Sie betonen Vorkommen und Ausdehnung von Steilstellen, Verflachungen, Asymmetrien oder Treppungen. Sie charakterisieren aber auch die Intensität von rezenten Abtragungsvorgängen (linien- oder flächenhafte Bodenerosion) und lassen eine Beurteilung der Begehrbarkeit und Befahrbarkeit des Geländes zu (z.B. Landmaschineneneinsatz).

## 5.2 Eigene Erarbeitung einer geomorphologischen Karte

Die kleine Zahl der erschienenen oder zu erwartenden Blätter der GMK 25 macht es unmöglich, daß Kartenblätter aus der unmittelbaren Umgebung jedes Schulstandortes zur Verfügung stehen. Das umfangreiche Signaturangebot ließe sich aber verwenden, um geomorphologische Karten von typischen, dem Unterrichtsort nahegelegener Landschaften selber anzufertigen. Es gilt hier allerdings gleich eine Einschränkung zu machen. Die Legende der GMK 25 ist ausgerichtet auf eine Kartierung, die das Relief in seiner gesamten Besonderheit unter Betonung der formenbildenden Prozeßbereiche wiedergibt (vgl. Abb. 7). Die Anfertigung einer derartigen Karte setzt demnach umfangreiche geomorphologische Feldarbeiten voraus, welche nicht nur zeitaufwendig sind, sondern auch die Kenntnis und Anwendung zahlreicher physisch-geographischer Arbeitsmethoden verlangen. Deshalb werden sich Karten mit dem vorliegenden komplex-geomorphologischen Inhalt nicht, und auch nicht ausschnittsweise, im Geographieunterricht anfertigen lassen. Vorstellbar ist aber, anhand der allgemeinen Legende Karten mit ausgewählten geomorphologischen Themen zu erarbeiten: "Wenn auch eine unmittelbare Anfertigung vollständiger allgemein-geomorphologischer Karten mittels eigener Geländeforschung durch den Geographielehrer mit Schwierigkeiten verbunden sein mag, sind doch für Teilbearbeitungen geomorphologischer Erscheinungen und Prozesse vielfältige Möglichkeiten gegeben. Wissenschaftlich einwandfrei bearbeitet...lassen sich Lehr- und Anschauungsmaterialien für den Geographieun-

terricht erarbeiten, wie sie in dieser Art kaum in Lehrbüchern geboten werden können" (SCHOLZ 1966:463). Im Vordergrund stehen dabei neben der geomorphographischen Aufnahme die Aufzeichnung aktueller geomorphologischer Prozesse und rezent wirksamer Faktoren:

- Bodenerosion: linien- und flächenhafte Abspülung, Bodenkriechen, Rutschungen, Steinschlag, Deflation, Akkumulation usw.
- Hydrographische Verhältnisse und Prozesse: natürliche und künstliche Gewässer, Art der Wasserführung, Überflutungs- und Vernässungsbereiche, Quellbezeichnungen, anthropogene Eingriffe in den Wasserlauf, Seiten- und Tiefenerosion, Unterspülung, Ablagerungen, Karsterscheinungen (Trokkentäler, Schlucklöcher, Sackungen, Karstquellen etc.), Frostverwitterung, Frostaufbrüche u.a.
- Geomorphologische Erscheinungen im Zusammenhang mit Landnutzung und Wirtschaftsweise: Planierende Wirkung des Pflügens/anthropogene Planation, Bildung von Viehtritten, Lesesteinhaufen, Ackerwälle, Terrassierungen, Gruben, Halden, Depo-nien, Torfstich u.a.; gegenwärtige Bodenbedeckung entsprechend den Signaturen der topographischen Grundkarte: Wald, Wiese, Ödland, Acker, Weinbau etc.
- Geologische Verhältnisse: anstehendes Ge-stein, Lagerung u.a.

Insgesamt handelt es sich um die kartographische Erfassung von Reliefelementen, die zumeist Zeugen gegenwärtig ablaufender geomorphologischer Prozesse sind, aber in topographischen Karten mittlerer bis großer Maßstäbe nicht unbedingt zum Ausdruck kommen. Auf Grund dieser Beobachtungen lassen sich beispielsweise Areale erosionsgefährdeter Gebiete belegen. Solche Kartierungsaufgaben lassen sich auf Lehrwanderungen oder im Rahmen größerer erdkundlicher Arbeiten ausführen. Die vorliegenden Signaturen erlauben die Aufstellung eines geeigneten Zeichenschlüssels mit einer Auswahl der darzustellenden geomorphologischen Objekte und Erscheinungen je nach Erfordernis.

## 6. Die GMK 25 als Unterrichtsmittel: Schlußfolgerungen

Jede Auswertung einer GMK 25 setzt ein minimales Kartenverständnis voraus. An erster Stelle steht das Problem der Wiedergabe der räumlichen Struktur eines Teils der Erdoberfläche in der ungewohnten Grundrißdarstellung. In unteren Schulstufen klären kartenunabhängige Orientierungsübungen die räumlichen Verhältnisse (Himmelsrichtungen, Windrichtungen, Lageverhältnisse der Dinge zueinander und zum eigenen Standort). Derartige Inhalte lassen sich beispielsweise auf Lehrwanderungen einüben, wenn der Ausgangspunkt, das Ziel und der dazwischenliegende Weg auf kleinen Wegskizzen in freier Darstellung nachvollzogen wird. Ihre Anfertigung fördert die Verwendung richtiger Lagebegriffe. Probleme stellen sich dann, wenn die Sicht von oben eingeführt wird. Der Blick von Türmen oder Bergen ergibt einen schrägen, die Verwendung von Luftbildern einen senkrechten Blickwinkel auf bekannte Landschaften. Meistens geht allerdings der Weg von der vorgegebenen Karte zur Wirklichkeit. Mit der topographischen Karte stehen schon in unteren Schulstufen entsprechende Mittel zur Verfügung. Bei ihrem Gebrauch sind auch Darstellungsaufgaben möglich, so ist zum Beispiel vor einer Wanderung eine einfache Wegskizze aus der Karte zu zeichnen. Derartige Aufgaben fördern das Kartenverständnis. Wird im Erdkundeunterricht mit einer neuen Karte wie beispielsweise der GMK 25 gearbeitet, muß sich der Schüler erst einmal an diesen für ihn ungewohnten und unverständlichen Informationsträger herantasten dürfen. Das Zeigen von bereits bekannten Erscheinungen, das Nachfahren eines Flußlaufs mit der Nennung umliegender Kartenzeichen und weitere ähnliche Aufgaben verlangen ein genaues Beobachten und lassen das besondere Bild der neuen Karte erkennen.

Probleme ergeben sich bei der Auswertung einer detaillierten und anspruchsvollen Karte wie der GMK 25 aus vielerlei Gründen. Sie können sich bereits aus den allgemeinen kartentechnischen Belangen ergeben. Dazu zählt unter anderem der Erwerb richtiger Größenvorstellungen durch das Verständnis des Maßstabs

und der Generalisierung (vgl. 2.1). Die Tatsache der Verkleinerung selbst ist unproblematisch, zur Aufgabe wird sie erst dort, wo es um die richtigen Größenverhältnisse geht. Dieser Schritt wird getan, indem die Maßstabszahl eingeführt wird, um eine Strecke in der Natur mit dem Kartenbild zu vergleichen. Für den Schüler besonders schwierig erfaßbar ist der Maßstab als ein Verhältnis. Aus den Zahlenangaben sind richtige Vorstellungen abzuleiten und Begriffe wie "großmaßstäbig" und "kleinmaßstäbig" in ihrer Bedeutung zu verstehen. Durch den Vergleich verschiedenmaßstäbiger Darstellungen desselben Gebiets wird die veränderte Symbolik der Karten ersichtlich und dadurch das Problem der Generalisierung. Die Berücksichtigung von Flächenmessungen bei der Kartenauswertung macht es nötig, daß der Unterschied zwischen der linearen und der flächenmäßigen Verkleinerung bekannt ist.

Auf allen Karten bildet das Gradnetz die Grundlage der Orientierung. Es wird erstmals am Globus erklärt und später auf plane Karten übertragen. Die Ortsangabe nach westlicher oder östlicher Länge bzw. nördlicher oder südlicher Breite macht schon vom Sprachlichen Schwierigkeiten. Aus dem Gradnetz leitet sich das Gitternetz ab, das auf der GMK 25 aufgedruckt ist (vgl. 2.2). Eine unentbehrliche Voraussetzung zur Orientierung ist auch die Sicherung eines gewissen topographischen Grundwissens, das anhand der entsprechenden topographischen Grundlage erarbeitet werden kann (vgl. 2.3). Das Verständnis der kartographischen Verebnung setzt die Kenntnis der Höhenlinien voraus. Auf verschiedene Arten kann diese Darstellungsweise erklärt werden, so z.B. an einem Gipsberg in einem Wasserbecken, wo der steigende oder sinkende Wasserspiegel die Höhenlinien symbolisiert. Wiederholte, in der Schwierigkeit steigende Übungen führen von der Höhenliniendarstellung zum Zeichnen von Profilen (vgl. Abb. 9), wozu Maßangaben erforderlich sind. Von der Messung der Höhen ist kein weiter Weg zur Unterscheidung der relativen und der absoluten Höhe und zur Frage ihrer Bestimmung (vgl. 3.2.7).

Die GMK 25 stellt den Raumausschnitt und seine einzelnen Reliefelemente durch Signaturen und Symbole verschiedener Abstraktionsstufen dar (die verwendeten Zeichen enthalten teils noch Anschauungsreste, teils sind sie völlig abstrakt). Themenspezifische Probleme bei der Auswertung ergeben sich daraus in zweifacher Weise: Zum einen ergibt sich die Schwierigkeit, wie dem Schüler die richtigen Begriffe und Vorstellungen von den gemeinten Sachverhalten zu vermitteln sind. Zum anderen ist das Kartenbild der geomorphologischen Detailkarte schwer verständlich durch die dichte Überlagerung der Kartenzeichen der verschiedenen Informationsschichten. Die kartographische Sprache muß vom Kartenbenutzer verstanden werden, damit die Information im gewünschten Maß aufgenommen werden kann. Die Wichtigkeit einer anschaulichen Erklärung der Kartenlegende wurde deshalb mehrmals betont (vgl. 2.4). Erst das Kennenlernen der verschiedenen Kartenzeichen - und auch der sich ändernden Bedeutung gleicher Signaturen in unterschiedlichem Zusammenhang - führt zu einem Verständnis des Kartenbildes. Besonders bei der thematischen Karte mit ihrer Vielzahl an abstrakten Kartenzeichen sollte es deshalb üblich sein, daß bei jeder verwendeten Karte zuerst die Legende gelesen und erklärt wird.

Damit ist eine ganze Reihe von Schwierigkeiten angesprochen, die bei der Auswertung einer geomorphologischen Detailkarte auftreten können. Neben dem Verständnis der Darstellung der Erdoberfläche in der Kartenebene ist es wichtig, um die Bedeutung der verschiedenen kartographischen Zeichen zu wissen. So kann aus der vorliegenden geomorphologischen Karte anhand der Einzelsachverhalte ein Vorstellungsbild der abgebildeten Landschaft gewonnen werden. Die aus der Karte entnommenen Fakten lassen sich geographisch miteinander in Beziehung setzen. Zusammenfassend kann man festhalten, daß sich eine sachgerechte Einführung in das Kartenverständnis nicht auf eine einmalige Verwendung kartographischer Informationsträger beschränken darf.

Die Kartenauswertung ist eine Methode, mit der einzelne Inhaltselemente der Karte und ihre gegenseitigen Beziehungen sowie ihr

Zusammenwirken in räumlichen Einheiten untersucht werden (vgl. 3.1). Besonders wichtig ist eine der jeweiligen Karte angemessene Arbeitstechnik. Die Verwendung sämtlicher Informationen einer GMK 25 ist wegen der großen Informationsdichte nicht möglich. Aus diesem Grunde steht bei der Auswertung einer solchen Karte an erster Stelle eine ausgewählte "Themenstellung". Die optische Wirkung der Karte soll zu richtigen Vorstellungen über die Ausprägung einer bestimmten Landschaft führen, was mit dem "Lesen und Erkennen" des Kartenbildes erfolgt. Weil nur das erkannt werden kann, was in seiner Erscheinungsform bekannt ist, verbinden sich bereits hier "Geographische Grundkenntnisse" mit dem Kartenlesen. Mit Hilfe der nötigen Fachterminologie folgt das "Beschreiben und Benennen" der Geofaktoren und der Geofaktorenkomplexe. Als Fortsetzung des Erkennens schließt sich das "Vergleichen" der GMK-Inhalte mit anderen Informationsträgern oder zwischen Objekten innerhalb der GMK 25 an. Weil fertige Interpretationsergebnisse zum Teil schon vorliegen, ist eine reine Karteninterpretation, der Schritt des "Deuten und Erklären" des Formenschatzes, nicht oberstes Ziel der Auswertung und fällt unter Umständen fort. Den Abschluß der Kartenauswertung bildet eine der Themenstellung entsprechende Form der "Darstellung der Ergebnisse". Auf jeder Stufe der Kartenauswertung sind kartometrische Aufgaben, das "Messen" möglich. Dieses Konzept ergibt eine große Zahl an Möglichkeiten, die GMK 25 als Mittel im Unterricht zu verwenden und in ergiebiger Weise auszuwerten. Es gibt keine Methode, sich schneller und umfassender über einen Raum und seine einzelnen Elemente zu orientieren, als durch die Benutzung von Karten.

Nun hat, besonders in der Bundesrepublik Deutschland, das Ringen um die Bedeutung des erdkundlichen Unterrichts zu einer anhaltenden Diskussion über den Bildungsbeitrag dieses Faches geführt. In diesem Zusammenhang ist auch die Existenzberechtigung des Schulfaches Erdkunde in Frage gestellt worden. Die Ablösung des länderkundlichen Durchgangs führte zu einer Neubewertung der physischen Geographie, deren Thematik beim länderkundlichen Durchgang bei geeigneten Beispielräumen unsystematisch und punktuell

behandelt wurde. In den lernzielorientierten Lehrplänen erhielt die Physische Geographie eine neue didaktische Funktion, für deren Begründung nicht mehr allein ihre Stellung in der Fachwissenschaft herangezogen werden kann: Die physische Geographie wird berücksichtigt, wenn sie zum Erreichen von Lernzielen eingesetzt werden kann. In diesem Rahmen ist damit auch die Kartenauswertung einer geomorphologischen Detailkartierung im Erdkundeunterricht zu verstehen:

- Auf physisch-geographische Ordnungsvorstellungen stützen sich verschiedene Gliederungsmöglichkeiten der Erdoberfläche. Diese dienen einerseits als Orientierungsraster, andererseits liefern sie die Grundlage für die Beurteilung der Verschiedenartigkeit geographischer Räume. Speziell mit der großmaßstäbigen Karte lassen sich detaillierte Aussagen erarbeiten (vgl. 4.1).
- Besondere Möglichkeiten bietet die Kartenauswertung einer Originalkarte im Hinblick auf Fragestellungen der angewandten Geographie (z.B. Umweltgestaltung, Umweltsicherung). Die Vermeidung einer isolierten Betrachtung einzelner Geofaktoren erlaubt eine Untersuchung der Wechselwirkung anthropogener und physischer Kräfte (vgl. 4.2).
- Der geographische Umweltbegriff schließt eine Einflußnahme sozio-ökonomischer Maßnahmen in das komplexe Wirkungsgefüge des Naturraums mit ein. Das bedeutet, daß die Grenzen zwischen natur- und anthropogeographischen Fragestellungen in der Betrachtung unserer Umwelt fließend geworden sind (vgl. 4.3 und 4.4).
- Die Aufwertung der physischen Geographie im Schulunterricht durch die Aufnahme geökologischer Ansätze (vgl. 1) fördert auch das Interesse an der Geomorphologie. Die postulierte komplexe Betrachtungsweise verlangt, daß das Relief und seine Entwicklung für die Analyse und das Verständnis von Geokomplexen herangezogen wird. Dabei kann auf typische Landschaftsformen zurückgegriffen werden, um stark geomorphologisch bestimmte Themen

im Unterricht zu behandeln (vgl. 4.5 und 4.6).

Auf zwei Dinge muß an dieser Stelle hingewiesen werden: Die Kartenauswertung ist wie jede andere Methode des unterrichtlichen Vorgehens nur innerhalb einer übergeordneten Konzeption sinnvoll. Zum anderen ist das Feld der Kartenauswertung begrenzt. In erster Linie ist der Informationsgehalt der GMK 25 durch die Darstellungstechnik beschränkt. Die Zweidimensionalität und die Art der Reliefdarstellung (Grundrißzeichnung, Verebnung, Generalisierung, themenspezifische Signaturen) bedeuten eine Einengung, wie sie jedes Code-System mit sich bringt. Schon die Übersetzung der Wirklichkeit in Kartenzeichen verlangt eine Vereinfachung und Einschränkung. Daraus ergeben sich bei der Rückübersetzung des Kartenbildes neue Probleme. Eine andere Begrenzung liegt beim Kartenbenutzer und seinen Fähigkeiten zur geographischen Auswertung einer Karte. Zwei wichtige Punkte dazu, die Fähigkeit des Kartenlesens und die geographischen Grundkenntnisse, wurden bereits an anderer Stelle angesprochen.

Im weiteren stellt die geomorphologische Detailkarte ein Unterrichtsmittel dar, das nur für die Behandlung ausgewählter Themen berücksichtigt werden kann. Diese Themen werden in der Regel vor der Arbeit mit der Karte eingeführt, denn die GMK 25 ist zu komplex, als daß ein Schüler ohne vorangehende Einführung damit arbeiten kann. Schließlich bleibt anzumerken, daß die Kartenarbeit mit der GMK 25 ebensowenig wie jede andere Methode im Geographieunterricht Gewähr für einen gelungenen Unterricht bietet, der beim Schüler Interessen weckt und Aktivitäten anregt.

Der Auswertungsarbeit mit der großmaßstäbigen Geomorphologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland sind spezifische Merkmale eigen, von denen die wichtigsten abschließend zusammengefaßt sind:

- Die komplexe, vielschichtige geomorphologische Detailkarte ist als Arbeits- und Unterrichtsmittel im Erdkundeunterricht anwendbar.

- Die kartographische Darstellung der GMK-Inhalte schreibt dem Benutzer keine bestimmte geographische Betrachtungsweise vor. Deshalb können sowohl verschiedene Arbeitsweisen als auch die Prinzipien der Landschaftsgenese, des länderkundlichen Schemas oder des geographischen Vergleichs bei der Auswertung angewandt werden.
  - Im Hinblick auf die Organisationsform des Unterrichts ergeben sich bei der Auswertungsarbeit mannigfaltige Möglichkeiten. Wesentlich ist, daß hauptsächlich die Aktivitäten des Schülers im Vordergrund stehen.
  - Die Arbeit mit der GMK 25 erlaubt eine vernünftige Differenzierung der Anforderungen. Das methodische Grundprinzip besteht im Fortschreiten vom Einfachen zum Komplizierten, d.h. von kleinschrittigen Fragestellungen hin zu umfassenden Themenstellungen. Es muß aber betont werden, daß erst eine regelmäßige Schulung an kartographischen Themen und ein wiederholter Umgang mit kartographischen Darstellungsmitteln zu konkreten Ergebnissen führt.
  - Die Berücksichtigung der verschiedenen Schritte einer Kartenauswertung verlangt ein planvolles Vorgehen.
  - Die einzelnen Schritte der Kartenauswertung enthalten die wichtigen Momente der Wiederholbarkeit und der Übertragbarkeit. Darin zeigt sich besonders das bedeutende Prinzip des Exemplarischen, d.h. die gehandhabten Verfahren lassen sich auf andere kartographische Darstellungsmittel übertragen.
  - Durch die Arbeit mit der geomorphologischen Detailkarte wird das geographische Begriffsvermögen entwickelt. Die Beobachtung und Beschreibung der dargestellten Inhalte ist gebunden an die in der Legende festgehaltenen Fachbegriffe. Demgegenüber lassen sich viele Begriffe erst mit Hilfe des Kartenbildes inhaltlich verstehen.
- Die Geomorphologie als Teilgebiet der Physischen Geographie befaßt sich mit der Bildung, Anordnung und Gestalt der Relief-formen der Erdoberfläche. Themen dieses Fachbereichs finden wieder zunehmend Eingang in die pädagogische Praxis. Eine Möglichkeit zur Behandlung solcher Sachverhalte im Schulunterricht bietet die Verwendung von kartographischen Darstellungsmitteln wie beispielsweise der großmaßstäbigen Geomorphologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland. Das ist eine nicht zu unterschätzende Form der oft geforderten Nutzenanwendung geomorphologischer Karten für die Praxis. Durch dieses Arbeitsmittel werden die Oberflächenformen typischer Landschaften als Gefüge gesetzmäßig entwickelter Reliefformen veranschaulicht. So werden nicht nur die geographischen Fakten und die regionalen Besonderheiten, sondern auch entwicklungsgeschichtliche Zusammenhänge vermittelt. Damit wird das Verständnis für die ursächlichen Beziehungen zwischen den Geofaktoren gefördert.

## 7. Quellenverzeichnis

### 7.1 Literatur

- AERNI, K. & STAUB, B. 1982: Landschaftsökologie im Geographieunterricht, 1. — Geographica Bernensia, S 8: 1-62, Bern.
- ANDRÉS, W., BARSCH, D. & STÄBLEIN, G. 1983: Geomorphologische Karte - Ein Arbeitsmittel der Geoökologie. — Geogr. Rdsch., 35: 248-249, Braunschweig.
- ANNAHEIM, H. 1956: Zur Frage der geomorphologischen Kartierung. — Petermanns Geogr. Mitt., 100: 315-319, Gotha.
- ARNBERGER, E. 1966: Handbuch der thematischen Kartographie. — 1-554, Wien.
- ARNBERGER, E. & MAYER, F. 1972: Schulkartographie im Wandel. — Allg. Vermessungsnachr., 79: 463-470, Karlsruhe.
- BARSCH, D. 1978: Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland, GMK 25 Blatt 1 1927 Bornhöved. — 1-40, Berlin.
- BARSCH, D., FRÄNZLE, O., LESER, H., LIEDTKE, H. & STÄBLEIN, G. 1978: Das GMK 25 Musterblatt für das Schwerpunktprogramm Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland. — Berliner Geogr. Abh., 30: 7-19, Berlin.
- BARSCH, D. & LIEDTKE, H. 1980: Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland. — Berliner Geogr. Abh., 31: 7-12, Berlin.
- BARSCH, D. & MÄUSBACHER, R. 1979: Geomorphological and Ecological Mapping. — Geo Journal, 3: 361-370, Dordrecht, Boston.
- BARSCH, D. & MÄUSBACHER, R. 1980: Auszugs- und Auswertungskarten als mögliche nutzungsorientierte Interpretation der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25). — Berliner Geogr. Abh., 31: 31-48, Berlin.
- BARTEL, J. 1970: Wege zur Karteninterpretation. — Kartogr. Nachr., 20: 127-134, Bonn-Bad Godesberg.
- BASHENINA, N.V., GELLERT, J.F., JOLY, F., KLIMASZEWSKI, M. & SCHOLZ, E. 1968: Project of the unified key to the detailed geomorphological maps of the world. — Folia Geographica, Ser. Geogr.-Phys., 2: 1-40, Krakow.
- BAUER, L. 1976: Einführung in die Didaktik der Geographie. — 1-221, Darmstadt.
- BERTIN, J. 1974: Graphische Semiologie. Diagramme, Netze, Karten. — 1-430, Berlin, New York.
- BLASCHKE, R. et al. 1977: Interpretation geologischer Karten. — 1-74, Stuttgart.
- BORMANN, W. 1953: Die Streckenbestimmung aus der Höhenlinienkarte und die Eingrenzung ihrer Genauigkeit. — Petermanns Geogr. Mitt., 97: 193-200, Gotha.
- BRAMEIER, U. 1983: Gefährdung des Wattenmeers durch Eindeichung. — Geographie u. Schule, 23: 6-9, Köln.
- DEMEK, J. (Hg) 1972: Manual of detailed geomorphological mapping. — 1-344, Prag.
- DEMEK, J. (Hg) 1976: Handbuch der geomorphologischen Detailkartierung. — 1-463, Wien.
- DIERCKE-Handbuch 1976: Karteninterpretation, Lernziele und didaktische Hinweise. — 1-320, Braunschweig.
- DIERCKE-Weltatlas 1974. — 1-200, Braunschweig.
- EHLERS, J. & MENSCHING, H. 1983: Besonderheiten geomorphologischer Kartierung im Wattenmeer, dargestellt am Beispiel des Blattes 10 der GMK 25 Wangerooge. — Z. Geomorph., 27: 495-510, Berlin Stuttgart.
- ERNST, E. 1970: Lernziele in der Erdkunde. — Geogr. Rdsch., 22: 186-194, Braunschweig.
- FEZER, F. 1974: Karteninterpretation. — 1-149, Braunschweig.
- FICK, K.E. 1978: Physisch-geographische Grundercheinungen als prägende und mitgestaltende Kräfte konkreter Lebens- und Wirtschaftssituationen. — Hefte z. Fachdidaktik d. Geogr., 2: 33-60, Kastellaun.
- FINK, J. 1981: Kartographische Hilfen zur Vermittlung landschaftsökologischer Sachinhalte; zugleich eine kritische Betrachtung der eben erschienenen Unterstufenatlanten. — Mitt. Öst. Geogr. Ges., 123: 158-168, Wien.
- GALBAS, P.U., KLECKER, P.M. & LIEDTKE, H. 1980: Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland, GMK 25 Blatt 5 3415 Damme. — 1-48, Berlin.
- GEIGER, F. 1970: Methodische Überlegungen zur Karteninterpretation. Dargestellt am Beispiel der Topographischen Karte 1 : 50 000 Blatt L 8312 Schopfheim. — Freiburger Geogr. Mitt., 1/2: 14-25, Freiburg.
- GEIGER, M. 1978: Schulrelevante Arbeitsweisen der physischen Geographie - dargestellt an Beispielen der Klimageographie. — Hefte z. Fachdidaktik d. Geogr., 2: 60-80, Kastellaun.
- GELLERT, J.F. 1968: Das System der komplex-geomorphologischen Karten. — Petermanns Geogr. Mitt., 112: 185-190, Gotha.
- GÖBEL, P. 1978: Vorschläge zur inhaltlichen und graphischen Gestaltung geomorphologischer Karten, erläutert am Beispiel der geomorphologischen Karte 1 : 25 000 Friedewald. — Rhein-Mainische Forsch., 87: 1-150, Frankfurt.
- GÖBEL, P., LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1973: Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1 : 25 000. — 1-25, Marburg.
- GOHL, D. 1972: Strukturen und Skulpturen der Landschaft. Die Methodik der Darstellung am Beispiel einer Karte von Deutschland. — Forsch. Dt. Landeskd., 184: 1-62, Bad Godesberg.
- GRUETTER, E., LEHMANN, G., ZUEST, R., INDERMÜHLE, O., ZURBRIGGEN, B., ALTMANN, H. & STAUB, B. 1982: Landschaftsökologie im Geographieunterricht, 2. Vier geographische Praktikumsaufgaben für Mittelschulen. — Geographica Bernensia, S 9: 1-116, Bern.
- HAKE, G. 1976: Kartographie. Thematische Karten, Atlanten, kartenverwandte Darstellungen, Kartentechnik, Automation, Kartenanwendung, Kartengeschichte. — 1-306, Berlin, New York.
- HAKE, G. 1981: Der Informationsgehalt der Karte - Merkmale und Masse. — Wege der Forschung, 404: 39-57, Darmstadt.
- HAUSMANN, W. 1972: Neue Gesichtspunkte und Strömungen im Geographieunterricht in der Bundesrepublik Deutschland. — Mitt. Österr. Geogr. Ges., 114(I/II): 155-174, Wien.

- HEMPEL, L. 1958: Möglichkeiten und Grenzen der Auswertung amtlicher Karten für die Geomorphologie. — Verhandl. Dt. Geographentag, 31: 272-279, Wiesbaden.
- HEYN, E. 1970: Die Arbeit mit dem Atlas auf der Oberstufe der Gymnasien. — Der Erdkundeunterricht, 11: 25-40.
- HOFMANN, W. & LOUIS, H. 1969a: Rheindurchbruch bei Assmannshausen. — In: Landformen im Kartenbild. Topographisch-Geomorphologische Kartenproben 1: 25 000, Kartenprobe 3: 1-12, Braunschweig.
- HOFMANN, W. & LOUIS, H. 1969b: Durchbruchstal der Nahe bei Bingen. — In: Landformen im Kartenbild. Topographisch-Geomorphologische Kartenproben 1: 25 000, Kartenprobe 4: 1-13, Braunschweig.
- HOFMANN, W. & LOUIS, H. 1974: Einführung in das Kartenprobenwerk. — In: Landformen im Kartenbild. Topographisch-Geomorphologische Kartenproben 1: 25 000: 1-22, Braunschweig.
- HOMER, H. 1965: Historisch-morphologische Untersuchungen der Forschungsstelle Norderney über langfristige Gestaltungsvorgänge im Bereich der Niedersächsischen Küste. — Jb. Forschungsstelle Norderney, 16: 7-40, Norderney.
- HÜTTERMANN, A. 1975a: Karteninterpretation in Stichworten. Geographische Interpretation topographischer Karten. — 1-160, Kiel.
- HÜTTERMANN, A. 1975b: Die geographische Karteninterpretation. — Kartogr. Nachr., 25: 62-66, Bonn-Bad Godesberg.
- HÜTTERMANN, A. 1978: Die topographische Karte als geographisches Arbeitsmittel. — Der Erdkundeunterricht, 26: 1-72, .
- HÜTTERMANN, A. 1979: Karteninterpretation in Stichworten, Teil II. Geographische Interpretation thematischer Karten. — 1-168, Kiel.
- IMHOF, E. 1968: Gelände und Karte. — 3. Aufl.: 1-259, Erlenbach-Zürich.
- KIENHOLZ, H. 1980: 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.
- KMITTA E. 1969: Geographisch-topographischer Überblick: Durchbruchstal der Nahe bei Bingen. — In: HOFMANN, W. & LOUIS, H.: Landformen im Kartenbild. Topographisch-Geomorphologische Kartenproben 1: 25 000, Kartenprobe 4: 7-10, Braunschweig.
- KUGLER, H. 1965a: Aufgaben, Grundsätze und methodische Wege für großmaßstäbiges geomorphologisches Kartieren. — Petermanns Geogr. Mitt., 109: 241-257, Gotha.
- KUGLER, H. 1965b: Bemerkungen zur Kartenprobe "Kindelbrück" der Geomorphologischen Karte 1: 25 000. — Geogr. Beitr.: 109-119, Leipzig.
- LESER, H. 1967: Geomorphologische Karten im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland nach 1945. — Ber. Dt. Landeskde, 39: 101-121, Bonn.
- LESER, H. 1974: Geomorphologische Karten im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland nach 1945 (II. Teil). — Catena, 1: 297-326, Giessen.
- LESER, H. 1976: Das GMK-Projekt. — Kartogr. Nachr., 26: 169-177, Bonn-Bad Godesberg.
- LESER, H. 1978: Landschaftsökologie. — 1-433, Stuttgart.
- 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: Das Blatt Wehr der GMK 25: Probleme der Aufnahme und Überlegungen zur weiteren Auswertung. — Regio Basiliensis, 21(1/2): 79-91, Basel.
- LESER, H. 1982: Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1: 25 000 der Bundesrepublik Deutschland, GMK 25 Blatt 9 7520 Mössingen. — 1-56, Berlin.
- LESER, H. 1983: Anwendung und Auswertung geomorphologischer Kartierungen und Karten - Überlegungen zu den Vorträgen der Jahresversammlung der SGMG 1982. — Mat. Physiogeographie, 5: 5-13, Basel.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1975: Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1: 25 000. — Berliner Geogr. Abh., Sonderheft: 1-39, Berlin.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1978: Legende der Geomorphologischen Karte 1: 25 000 (GMK 25). 3. Fassung im GMK-Schwerpunktprogramm. — Berliner Geogr. Abh., 30: 79-90, Berlin.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1979: GMK-Schwerpunktprogramm der DFG. GMK 25 Legende 4. Fassung. — Geogr. Taschenbuch 79/80: 115-135, Wiesbaden.
- LIEDTKE, H. 1981: Die Entstehung des Dümmers. — Bochumer Geogr. Arb., 40: 115-119, Bochum.
- LOUIS, H. 1960: Die thematische Karte und ihre Beziehungsgrundlage. — Petermanns Geogr. Mitt., 104: 54-62, Gotha.
- MÄUSBACHER, R. 1983: Die geomorphologische Detailkarte der Bundesrepublik Deutschland (GMK 25) - ein nutzbarer Informationsträger auch für Nicht-Geographen. — Mat. Physiogeogr., 5: 15-28, Basel.
- MENSCHING, H. 1969: Geomorphologische Beschreibung: Altmoränenlandschaft der Dammer Berge, nordwestlich des Dümmers. — In: HOFMANN, W. & LOUIS, H.: Landformen im Kartenbild. Topographisch-geomorphologische Kartenproben 1: 25 000, Kartenprobe I/5: 1-10, Braunschweig.
- METZDORF, M. & METZDORF, H. 1969: Zur Arbeit mit der geomorphologischen Karte in den Klassen 5 und 6. — Z. Erdkundeunterricht, 21: 52-58, Berlin.
- NEEF, E. 1975: Das Gesicht der Erde. — 1-905, Thun, Frankfurt am Main.
- NIEMEIER, G. 1972: Ostfriesische Inseln. — Sammlung Geogr. Führer, 8: 1-189, Berlin, Stuttgart.
- PASSARGE, S. 1914: Morphologischer Atlas. Lieferung I: Morphologie des Meßtischblattes Stadtreuda. — Mitt. Geogr. Ges. Hamburg, 28: 1-221, Hamburg.
- SCHOLZ, E. 1966: Einige Hinweise zur eigenen Erarbeitung von geomorphologischen Karten für den Geographieunterricht. — Z. Erdkundeunterricht, 18: 459-463, Berlin.
- SCHOLZ, E. 1968: Topographische Karten als Hilfsmittel für physisch-geographische Untersuchungen. — HEYER, E. et al.: Arbeitsmethoden der physischen Geographie: 17-44, Berlin.
- SCHOLZ, E. 1973: Geomorphologische Karten für die pädagogische Praxis. — Wissensch. Ztschr. Päd. Hochschule Potsdam, 17: 557-564, Potsdam.
- SCHOLZ, E., TANNER, G. & JÄNKEL, R. 1980: Einführung in die Kartographie und Luftbildinterpretation. — Studienbücherei Geographie für Lehrer, 16: 1-238, Gotha, Leipzig.
- SCHULTZE, A. 1970: Allgemeine Geographie statt Länderkunde. — Geogr. Rdsch., 22: 1-10, Braunschweig.
- SCHULTZE, A. 1979: Kritische Zeitgeschichte der Schulgeographie. — Geogr. Rdsch., 31: 2-9, Braunschweig.
- SEEHAFER, K. 1980: Der Dümmer See in Farbe. — Kosmos Reiseführer Natur: 1-95, Stuttgart.

- SEMMELE, A. 1975: Geomorphologie und fachwissenschaftliche Lehrerbildung. — Geogr. Rdsch., 27: 386-389, Braunschweig.
- SINDOWSKI, K.H. 1962: Nordseevorstöße und Sturmfluten an der Ostfriesischen Küste seit 7000 Jahren. — Geogr. Rdsch., 14: 322-329, Braunschweig.
- SINDOWSKI, K.H. 1963: Zur Frage der Ostwanderung aller ostfriesischen Inseln. — Geogr. Rdsch., 15: 448-455, Braunschweig.
- SINDOWSKI, K.H. 1973: Das ostfriesische Küstengebiet. Inseln, Watten und Marschen. — Sammlung Geol. Führer, 57: 1-162, Berlin, Stuttgart.
- SOWADE, A. 1970: Landschaftsanalyse und Geographieunterricht (1. Teil). — Z. Erdkundeunterricht, 22: 412-418, Berlin.
- SPERLING, W. 1974: Kartenlesen und Kartengebrauch im Unterricht. — 1-29, Koblenz.
- SPERLING, W. 1978: Geographiedidaktische Quellenkunde. Internationale Basisbibliographie und Einführung in die wissenschaftlichen Hilfsmittel (Ende des 17. Jahrhunderts bis 1978). — 1-897, Duisburg.
- SPERLING, W. 1982: Kartographische Didaktik und Kommunikation. — Kartogr. Nachr., 32: 5-15, Bonn-Bad Godesberg.
- STÄBLEIN, G. 1979: Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland. — Geogr. Taschenbuch 79/80: 109-113, Wiesbaden.
- STADELMANN, R. 1982: Meer - Deiche - Land. Küstenschutz und Landgewinnung an der deutschen Nordseeküste. — 1-154, Neumünster.
- STÜRM, B. 1983: Anwendungsmöglichkeiten und Anforderungen an geomorphologische Karten seitens der Raumplanung. — Mat. Physiogeographie, 5: 29-32, Basel.
- TRICART, J. et al. 1972: Cartographie Géomorphologique. — 1-267, Paris.
- VOSSMERBÄUMER, H. 1983: Geologische Karten. — 1-244, Stuttgart.
- WERNER, R. 1977: Geomorphologische Karten 1 : 25 000, erläutert am Beispiel des Blattes 5816 Königsstein im Taunus. — Rhein-Mainische Forsch., 86: 1-164, Frankfurt.
- WILHELMI, R. 1966: Kartographie in Stichworten. — 1-369, Kiel.
- WITT, W. 1967: Thematische Kartographie. Methoden und Probleme, Tendenzen und Aufgaben. — Veröff. Akad. Raumforsch. Landesplan., 49: 1-766, Hannover.
- WITT, W. 1979: Lexikon der Kartographie. — Die Kartographie und ihre Randgebiete, B: 1-706, Wien.

## 7.2 Karten

- Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000, GMK 25 Blatt 1 1927 Bornhöved, Berlin 1978.
- Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000, GMK 25 Blatt 4 8313 Wehr, Berlin 1979.
- Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000, GMK 25 Blatt 5 3415 Damme, Berlin 1980.
- Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000, GMK 25 Blatt 9 7520 Mössingen, Berlin 1982.
- Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000, GMK 25 Blatt 10 2213 Wangerooge, Berlin 1982.
- Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000, GMK 25 Blatt 11 6013 Bingen, Berlin 1983.

## 8. Anhang

Die im folgenden dargestellte allgemeine Legende für die Geomorphologische Karte 1 : 25 000 (GMK 25) der Bundesrepublik Deutschland ist die Grundlage für alle in dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft

(DFG) finanzierten GMK-Schwerpunktprogramm erarbeiteten Karten. Die hier wiedergegebene 3. Fassung wurde 1978 in den Berliner Geographischen Abhandlungen, Heft Nr. 30, veröffentlicht (LESER & STÄBLEIN 1978).

# Legende der Geomorphologischen Karte 1:25 000 (GMK25) – 3. Fassung im GMK-Schwerpunktprogramm –

Nachdruck aus Berl. Geogr. Abh., Heft 30 mit der Liste der Legendenzeichen

HARTMUT LESER & GERHARD STÄBLEIN

**Kurzfassung:** Die im Rahmen des GMK-Schwerpunktprogramms seit 1975 verbindliche Legende wird hier einschließlich der neueren Änderungen und Ergänzungen abgedruckt. Sie entspricht der zusammen mit Anleitungen und Richtlinien zum Kartieren als sogenannte „grüne Legende“ herausgegebenen 2. veränderten Fassung eines ursprünglichen Entwurfs der Planungsphase.

## Inhaltsübersicht

### Vorbemerkungen

1. Neigungen der Reliefelemente
2. Wölbungslinien auf Reliefelementen
3. Wölbungen von Kuppen und Kesseln
4. Stufen, Kanten und Böschungen
5. Täler und Tiefenlinien
6. Kleinformen und Rauheit
7. Formen und Prozeßspuren
8. Lockersubstrate
9. Lagerung und Lockersubstrate
10. Schichtigkeit und Mächtigkeit der Lockersubstrate
11. Gesteine
12. Geomorphologische Prozesse
13. Geomorphologische Prozeß- und Strukturbereiche
14. Hydrographie
15. Ergänzende Angaben
16. Topographische Situation und Position
17. Literatur

*Legend of the geomorphological map 1:25 000 (GMK 25)  
– 3<sup>rd</sup> version within the GMK keypoint program –*

**Abstract:** The legend which has been binding within the GMK keypoint program since 1975 is reproduced here, together with recent modifications and additions. It corresponds to the second revised version of an original draft from the planning phase. This was published as the so-called „green legend“ together with mapping directions and guidelines.

*Légende de la carte géomorphologique 1:25 000 (GMK 25)  
– 3<sup>ème</sup> version dans le projet du relèvement géomorphologique détaillé –*

**Résumé:** La légende du projet du relèvement géomorphologique détaillé, officielle depuis 1975, est imprimée ici avec des modifications et des suppléments nouveaux. Elle correspond à la 2<sup>ème</sup> version corrigé d'un projet d'origine, dite „légende verte“ éditée avec des explications et des instructions concernant le relèvement.

## Vorbemerkungen

Die im folgenden dargestellte Legende für die Geomorphologische Karte 1:25 000 (GMK 25) der Bundesrepublik Deutschland ist nach eingehender Diskussion und Übereinkunft seit 1975 die Grundlage für alle in dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanzierten GMK-Schwerpunktprogramm erarbeiteten Karten (vgl. Abb. 1) (BARSCH 1976, LESER 1976). Aus einem ersten Entwurf (GÖBEL, LESER, STÄBLEIN 1973) wurde die sogenannte „grüne Legende“ als eine zweite veränderte Auflage entwickelt und zusammen mit ausführlichen Anleitungen und Richtlinien unter dem Titel „Geomorphologische Kartierung“ (LESER & STÄBLEIN 1975) herausgegeben. In bezug auf Fragen der Kartierung und Legendenkonzeption wird darauf verwiesen. Die hier wiedergegebene dritte Fassung der allgemeinen Legende enthält die neueren Änderungen und Ergänzun-

gen. Die Grundkonzeption und die Einteilungen in die *Hauptrubriken*, wie sie auch zur Gliederung der speziellen Legenden der Einzelblätter dienen, ist unverändert geblieben. Die Numerierung der einzelnen Positionen innerhalb der Hauptrubriken hat sich entsprechend einiger Ergänzungen z. T. verändert. Ebenso wird bei der kartographischen Umsetzung der Einzelblätter nur die Numerierung der Hauptrubriken beibehalten und die einzelnen Unterpositionen durchgehend und daher von Blatt zu Blatt unterschiedlich durchnummeriert. Die in Klammern gesetzten Legendennummern stellen Ergänzungen dar, die bei der Kartierung nur gelegentlich zur Darstellung eingesetzt werden.

Die Konzeption der Legende folgt dem *Baukastenprinzip*. Dies erlaubt, zahlreiche unterschiedliche komplexe Sachverhalte aus Einzelsignaturen zusammengesetzt dar-

zustellen. Die Legendenelemente dienen dazu, die analytischen Detailinformationen über das Relief komplex in einer sachlich und graphisch größt möglichen Genauigkeit und räumlichen Auflösung wiederzugeben. Zu diesem Zweck werden die Signaturen der lokalen Verhältnissen entsprechend in einer Auswahl kombiniert. Die Komponenten der habituellen, substantiellen, strukturellen, genetisch-dynamischen und positionellen Reliefcharakterisierung bleiben dabei eindeutig erkennbar. Die geomorphologischen Verhältnisse (Geomorphographie und Geomorphometrie) werden unter graphischer Auflösung der *Reliefformen*, die eine Basisbreite größer als 100 m aufweisen, in ihre *Reliefelemente* dargestellt. Dadurch wird eine quantifizierte Darstellung auch komplexer größerer Formen möglich. Sie brauchen nicht durch synthetische Symbole, sondern können aus analytischen Signaturen zusammengesetzt werden. Unter *Basisbreite* (B) wird der größte Grundrißdurchmesser der Reliefformen bzw. Reliefelemente verstanden; bei Reliefformen und Reliefelementen mit großer Längserstreckung, wie z. B. Stufen oder Tälern, ist die Breite und nicht die Länge des Grundrisses maßgebend. Die Basisbreite

wird dabei bis zu den beiden seitlich begrenzenden Wölbungslinien gemessen.

Das *Substrat* des oberflächennahen Untergrundes (Geomorphostruktur) wird als autochthones und allochthones Fest- und Lockergestein substantiell und genetisch in der Regel ab 50 cm, in Ausnahmen ab 20 cm Mächtigkeit bis 100 cm Tiefe unter Flur erfaßt und deren Verbreitungsareale mit B größer 100 m flächenhaft dargestellt. In speziellen Fällen können auch kleinere Areale und lokale Befunde eingetragen werden (vgl. 10.3). Wo formbestimmend bedeutsam, kann auch der tiefere Untergrund mit ähnlichen Darstellungsmitteln wie das Oberflächengestein unter eindeutiger Kennzeichnung in der Einzelkartenlegende als Untergrundgestein dargelegt werden.

Die Geomorphodynamik und Geomorphogenese werden durch die *Prozeß-* und *Strukturbereiche* mit B größer 100 m nach der jeweils vorherrschenden formbestimmenden Strukturbedingung bzw. Prozeßgruppe erfaßt. Geomorphologische Prozesse werden in Auswahl dargestellt, wo zugehörige Formen aus Maßstabsgründen nicht wiedergegeben werden können.

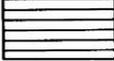
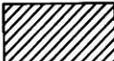
## GEOMORPHOGRAPHIE und GEOMORPHOMETRIE

### habituelle Reliefcharakterisierung

#### 1. Neigungen

(graue Schraffuren bzw. Zeichen)

Für flächenhafte Reliefelemente B größer 100 m:

		Flachland	Mittelgebirge	Hochgebirge
1.1		0° – 0,5°	0° – 0,5°	0° – 2°
1.2		> 0,5° – 2°	> 0,5° – 2°	> 2° – 15°
1.3		> 2° – 4°	> 2° – 7°	> 15° – 25°
1.4		> 4° – 7°	> 7° – 11°	> 25° – 35°
1.5		> 7° – 11°	> 11° – 15°	> 35° – 45°
1.6		> 11° – 15°	> 15° – 35°	> 45° – 60°
1.7		> 15°	> 35°	> 60°
1.8		60° – 90°	60° – 90°	60° – 90°

1.9 Gebiete mit kleinräumig wechselnden Neigungen bis ... (maximale Neigung jeweils angeben)



Für lineare Reliefelemente und Reliefformen, z. B. Tiefenlinien in einen anders geneigten Hang eingeschnitten.

(1.10) Numerische Neigungsangabe in ° oder % bzw. entsprechend der Neigungsskala 1.1-1.8 (Pfeil gibt die Gefällsrichtung an, Kreisinhalt Neigungswert entsprechend der Rasterrichtung).



z. B. für Flachland:

	0° - 0,5°		> 7° - 11°
	> 0,5° - 2°		> 11° - 15°
	> 2° - 4°		> 15° - 60°
	> 4° - 7°		> 60° - 90°

## 2. Wölbungslinien

auf Reliefelementen B größer 100 m.  
(Linien in Dunkelgrau = aufgerastertes Schwarz)

	konvex	konkav	Radius des Krümmungskreises
2.1			6 - < 300 m starke Wölbung
2.2			300 - 600 m schwache Wölbung
(2.3)			Wechsellinie (Grenze zwischen Konvex- u. Konkavbereich)

## 3. Wölbungen

von Kuppen und Kesseln B größer 100 m  
(Signaturen in Dunkelgrau = aufgerastertes Schwarz)

		Radius des Krümmungskreises
<b>starke Wölbung</b>		
(3.1)		Vollform < 300 m
(3.2)		Hohlform < 300 m
<b>schwache Wölbung</b>		
(3.3)		Vollform 300 - 600 m
(3.4)		Hohlform 300 - 600 m

## 4. Stufen, Kanten und Böschungen

(Signaturen in Schwarz)

B kleiner 100 m. Darstellung der Stufenhöhe und der Grundrißbreite einer Stufe durch Variation des Zahnabstandes und der Form der Zähne:

Stufenhöhe: H  
Grundrißbreite: B

	H [m]	B [m]
4.1	0-1	1-5
4.2	>1-5	1-5
4.3	>1-5	>5-10
4.4	>5-20	1-5
4.5	>5-20	>5-10
4.6	>5-20	>10
4.7	>20	>5-10

Landstufen (Schicht-, Rumpf- und Erosionsstufen), die Leitlinien des Meso- und Makroreliefs darstellen mit B größer 100 m und Höhe mehr als 100 m über dem Vorfluter:

4.8		Landstufe
4.9		Schichtstufe

## 5. Täler und Tiefenlinien

B kleiner 100 m, breitere Talformen werden in die Reliefelemente aufgelöst dargestellt.

(Signaturen in Schwarz, z. T. an den Grundriß angepaßt)

Kleinformen

B 25 bis 100 m:

← Hauptgefällsrichtung des Tales

- 5.1 (=)=)=) Muldental
- 5.2 ☐=☐=☐=☐=☐ Sohlental
- 5.3 =>=>=>=> Kerbtal
- 5.4 )=☐)=☐)=☐=☐ Kerbsohlental
- 5.5 =☐)=☐)=☐=☐ Muldenkerbtal
- 5.6 ≡=>=>=>≡ asymmetrisches Tal (Darstellung durch Kombination der Talsignaturen mit zusätzlicher Linie auf der Steilseite)

Kleinformen

B kleiner 25 m:

- 5.7 -->-->--> muldenförmige Tiefenlinie
- 5.8 ☐--☐--☐--☐ kastenförmige Tiefenlinie
- 5.9 >-->-->--> kerbförmige Tiefenlinie
- 5.10 →→→→→ asymmetrische Tiefenlinie (Darstellung durch Kombination der Tiefenliniensignaturen mit Doppelpfeilen auf der Steilseite)
- 5.11 -)- Talwasserscheide

## 6. Kleinformen und Rauheit

*Einzelformen* mit B kleiner 100 m, die nicht mehr in Reliefelemente auflösbar sind; hierfür entfällt auch die Wölbungsdarstellung:

(Signaturen in Schwarz)

- 6.1 ☀ Kuppe
- 6.2 ☉ Kessel (mit scharfer Oberkante)
- 6.3 ○ Schale, Mulde (ohne scharfe Abgrenzung)
- 6.4 ⤴ Nische
- 6.5 ⤵ Sporn
- 6.6 ─ Gesims
- 6.7 ─ Grat

- 6.8 ─ Wall
- 6.9 ─ Flachrücken, Damm
- 6.10 / \ Fächer, Kegel, Schwemmkegel
- 6.11 ⚡ Strichdüne
- 6.12 ⤴ Parabeldüne
- 6.13 ─ Spalten
- 6.14• ≡ Hw Hohlweg
- 6.15 // Hohlwegsystem
- 6.16 ☼ Blockansammlungen
- 6.17 •• Lesesteinhaufen
- 6.18 ⚡ Sk Sieken, Tilken
- 6.19 ─ Rw Rodungswälle

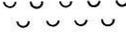
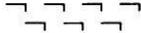
*Kleinformenbereiche.* Treten Kleinformen mit B kleiner 100 m in einem Bereich so zahlreich auf, daß sie nicht mehr alle einzeln darstellbar sind, so wird mit ähnlichen aber kleineren Signaturen wie für die kleinen Einzelformen eine Flächenbezeichnung durch Summensymbole in regelmäßig verteilter Musterung gegeben, z. B.:

- 6.20 ☀☀☀☀☀ Kuppenfeld
- 6.21 ☉☉☉☉☉ Kesselfeld
- 6.22 ⚡⚡⚡ Strichdünenfeld
- 6.23 ⤴⤴⤴ Parabeldünenfeld

*Rauheit* der flächenhaften Reliefelemente mit B größer 100 m, wobei die Zwergformen der Rauheit B kleiner 1 m sind.

(Symbolmuster in Schwarz)

- 6.24 / / / / / rillig, z. B. Rinnenkarren
- 6.25 ~ ~ ~ ~ ~ wellig, z. B. Flugsandfeld
- 6.26 ⤴ ⤴ ⤴ höckerig, kuppig, z. B. Kalkbuckel

- 6.27  kesselig, z.B. Napfkarren
- 6.28  stufig, z.B. Ackerterrassen

## 7. Formen und Prozeßspuren

in Aufschlüssen beobachtet  
(Signaturen in Schwarz)

- 7.1  Würgeboden

- 7.2  Frostmusterform
- 7.3  Eiskeil
- 7.4  glaziale Stauchung
- 7.5  Karstschlotte
- 7.6  Windkanter, Ventifakt
- 7.7  Findling

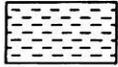
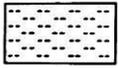
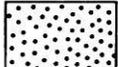
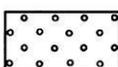
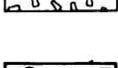
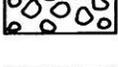
## SUBSTRAT / OBERFLÄCHENNAHER UNTERGRUND (GEOMORPHOSTRUKTUR) substantielle Reliefcharakterisierung

### 8. Lockersubstrate

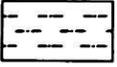
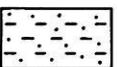
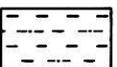
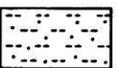
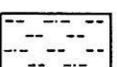
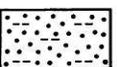
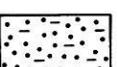
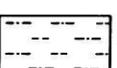
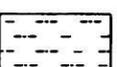
(Symbolmuster in Rotbraun)

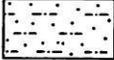
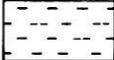
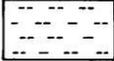
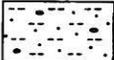
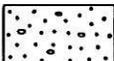
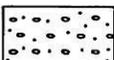
- 8.0  Substratarealgrenze

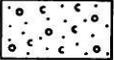
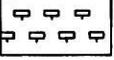
*Körnungskennzeichnung:*

- 8.1  (T) Ton (<0,002 mm)
- 8.2  (U) Schluff (>0,002–0,063 mm)
- 8.3  (S) Sand (>0,063–2,0 mm)
- 8.4  (v) Grus (>2–6 mm kantig)
- 8.5  (G) Geröll (einschließlich Kies)  
(Steine >2–200 mm)
- 8.6  (X) Schutt (z. T. einschließl. Grus)  
(Steine >2–200 mm)
- 8.7  (B) gerundete Blöcke (>200 mm)
- 8.8  (K) kantige Blöcke (>200 mm)

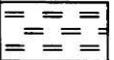
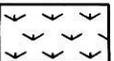
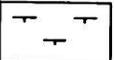
*Körnungsmische* ergeben sich durch Kombination der Körnungssignaturen:

- 8.9  (L) Lehm
- 8.10  (sT) sandiger Ton
- 8.11  (lT) lehmiger Ton
- 8.12  (sU) sandiger Schluff
- 8.13  (lU) lehmiger Schluff
- 8.14  (uS) schluffiger Sand
- 8.15  (lS) lehmiger Sand
- 8.16  (tS) toniger Sand
- 8.17  (uL) schluffiger Lehm
- 8.18  (tL) toniger Lehm

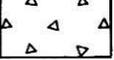
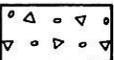
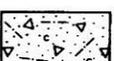
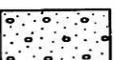
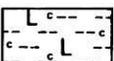
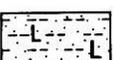
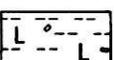
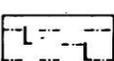
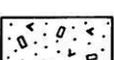
- 8.19  (sL) sandiger Lehm
- 8.20  (uT) schluffiger Ton
- 8.21  (tU) toniger Schluff
- 8.22  kiesig-sandiger Schluff
- 8.23  kiesiger Sand
- 8.24  sandiger Kies

- 8.36  Kalkiges Substrat,  
z.B. kalkiges sandiges Geröll
- 8.37  Ortstein

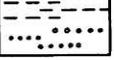
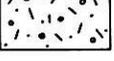
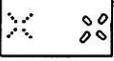
*Organische Substrate*

- 8.38  Anmoor
- 8.39  Niedermoor
- 8.40  Hochmoor
- 8.41  Torf

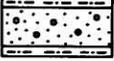
*Genetische Substrattypen*

- 8.25  Geschiebe/Moräne
- 8.26  sandige Moräne
- 8.27  kiesige Moräne
- 8.28  Geschiebelehm
- 8.29  Geschiebemergel
- 8.30  Sander/Kames, fluvioglazial
- 8.31  Löß, kalkhaltiger Schluff
- 8.32  Schwemmlöß, sandiger Schluff
- 8.33  Kolluviallöß, Schluff mit Schutt
- 8.34  Lößlehm
- 8.35  Verwitterungsdecke,  
sandig-steiniger Grus

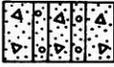
**9. Lagerung der Lockersubstrate**

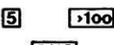
- (9.1)  geschichtet
- (9.2)  eingeregelt (Transportrichtung)
- (9.3)  homogen (ungeschichtet und  
nicht geregelt)
- (9.4)  in situ (nicht verlagert)
- (9.5)  Schüttungsrichtung

**10. Schichtigkeit und Mächtigkeit der Lockersubstrate**

- 10.1  *Auflagerung:* Deckschichten können mit waagerechten schmalen Streifen im Wechsel der Hauptschicht angegeben werden.
- z.B.  Auelehm auf Terrassensedimenten, Lehm über Sand und Geröll

10.2  *Unterlagerung:* Unterlagernde Schichten können mit senkrechten schmalen Streifen im Wechsel mit der Hauptschicht angegeben werden.

z. B.  Sander unter Moräne, Geröll unter Geschiebe

(10.3)  Mächtigkeit nur in ausgewählten Einzelangaben in dm, bei Schichtigkeit Angaben mit Abkürzungen der jeweils vorherrschenden Korngröße.  

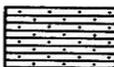

## 11. Gesteine

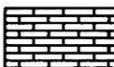
(Symbolmuster in Rotbraun)

### Oberflächengesteine

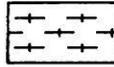
Stärkere Differenzierungen der Oberflächengesteine nach lithologischen und stratigraphischen Verhältnissen bleiben den einzelnen Kartenautoren überlassen.

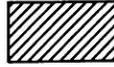
11.1  (SD) Sandstein

11.2  (QZ) Quarzit

11.3  (KL) Kalkstein

11.4  (DM) Dolomit

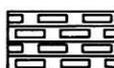
11.5  (MG) Mergel

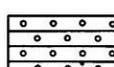
11.6  (SF) Schiefer (nicht metamorph)

11.7  (MT) Metamorphit

11.8  (ET) Effusit/Ergußgestein

11.9  (PT) Plutonit/Tiefengestein

11.10  (BZ) Brekzie

11.11  (KG) Konglomerat

11.12  Streichen und Fallen der Gesteinsschichten, z. B.: Fallen 5° nach SE

### Untergrundgesteine

11.13 Der Untergrund, wie er in der geologischen Karte vorherrschend stratigraphisch wiedergegeben wird, soll auf einer Nebenkarte der geomorphologischen Karte beigefügt werden.

11.14 Das Untergrundgestein kann auch in der geomorphologischen Karte selbst, wo es morphologisch bestimmend ist, durch weitständige Raster in Rotbraun dargestellt werden.

## GEOMORPHODYNAMIK und GEOMORPHOGENESE genetisch-dynamische Reliefcharakterisierung

### 12. Geomorphologische Prozesse

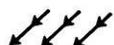
in ausgewählter Darstellung

(Signaturen bei aktuellen Prozessen in Orangerot, sonst in Schwarz; vgl. 13)

Wenn Disposition bzw. Gefährdung für das Auftreten bestimmter aktuell-geomorphologischer Prozesse ausgedrückt werden soll, werden die Signaturen in Klammern gesetzt.

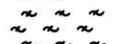
12.0  Disposition, z. B. für flächenhafte Abspülung

12.1  flächenhafte Abspülung

12.2  Rinnenspülung

12.3  Steinschlag

12.4  Rutschung allgemein

12.5  Rutschung im Block

12.6  Rutschung in Schollen

12.7  Bodenkriechen

12.8		Solifluktion/Cryosolifluktion	12.18		Unterspülung und Kehlenbildung
12.9		Murenbildung	12.19		Abrasion
12.10		Lösung	12.20		Bildung von Arbeitskanten bei Fließgewässern
12.11		Setzung	12.21		Feinsedimentation
12.12		Sackung	12.22		Deflation
12.13		Toteissackung	12.23		Bildung von Frostaufbrüchen
12.14		Suffosion	12.24		Planierende Wirkung des Pflügens / anthropogene Planation
12.15		Seitenerosion	12.25		Bildung von Viehritten
12.16		Tiefenerosion			
12.17		Akkumulation			

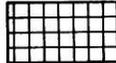
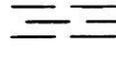
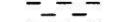
### 13. Geomorphologische Prozeß- und Strukturbereiche

Den Signaturen, Symbolen und flächenhaften Reliefelementen zuzuordnende Farben für Prozesse und Genese bei Arealen mit B größer 100 m, jeweils nach dem vorherrschend formbestimmenden Prozeß.

			(Stabilofarbstifte)	Hartmann-Druckfarbe
13.1	weinrot	tektonisch/magmatisch	(8750 carmoisin)	P 713
13.2	blau	marin/litoral/lakustrisch/limnisch	(8731 kobaltblau)	L 453
13.3	gelb	äolisch	(8744 zitronengelb)	G 162
		Sand	(8724 hellgelb)	
		Löß	(8734 dunkelgelb)	
13.4	blaugrün	karstisch/subrosiv/korrosiv	(8751 türkisblau)	B 492
13.5	violett	glazial/nival	(8755 violett)	P 752
13.6	lila	cryogen	(8727 erika)	P 733
13.7	grün	fluvial	(8733 maigrün)	V 572
13.8	dunkelgrün	glazifluvial	(8713 eisgrün)	V 512
13.9	ocker	denudativ	(8739 goldocker)	O 214
13.10	rotbraun	strukturell	(8738 rötel)	R 344
13.11	braun	gravitativ	(8735 sepiabraun)	M 612
13.12	olivgrün	organogen/biogen	(8723 oliv)	G 104
13.13	dunkelgrau	anthropogen	(8749 dunkelgrau)	T 831
13.14	orangerot	aktuell	(8730 vermillon)	R 303

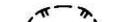
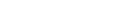
13.15 Durch unterschiedliche Farbtöne bzw. Farbwerte können weitere Unterschiede ausgedrückt werden:

- Verschiedenheit der Transportbilanz, Abtragung (dunkler), Ablagerung (heller);
- Abtragungsverschiedenheiten, z.B. hell (blaugrün) subrosiv, dunkel (blaugrün) korrosiv;
- Genetische Verschiedenheiten, z.B. dunkel (violett) Endmoräne, heller (violett) Grundmoräne;
- Strukturelle Verschiedenheiten, z.B. dunkel (rotbraun) Schichtflächen im Sandstein, hell (rotbraun) Strukturflächen im Kalk;
- Chronologische Verschiedenheiten, z.B. hell (grün) jüngere Terrasse, dunkel (grün) ältere Terrasse.

13.16		anthropogene Überformung (graue Rautenschraffur)	14.11		Gewässer, zum Teil reguliert
13.17		Überformung durch austauen des Toteis (violette Schraffur)	14.12		unterirdischer Abfluß
13.18		Überformung durch aktuelle Feinsedimentation (orangerote Kreuzschraffur)	14.13		Überflutungsbereich/Hochwasserbereich, zeitweilig unter Oberflächenwasser stehend
13.19	Polygenese kann durch in Diagonalstreifen wechselnden Farben der entsprechenden Prozesse dargestellt werden.		14.14		oberflächennahes Grundwasser weniger als 1 m unter Flur (ggf. G <sub>o</sub> /G <sub>r</sub> -Grenze)
			14.15		Vernässung
			14.16		Staufläche
			14.17		Quellfläche

## 14. Hydrographie

(Signaturen in Hellblau, Stabilfarbstift 8757 = azurblau)

14.1		Gewässer perennierend	14.18		Quelle
14.2		natürlicher See mit Abfluß	14.19		Quelle, ständig fließend, ungefaßt
14.3		Seeabfluß	14.20		Quelle, ständig fließend, gefaßt
14.4		See ohne Abfluß	14.21		Quelle, zeitweise fließend, ungefaßt
14.5		Teich, künstlicher See	14.22		Quelle, zeitweise fließend, gefaßt
14.6		künstlicher See mit Staudamm und Abfluß	14.23		Karstquelle
14.7		episodischer Karstsee	14.24		Schluckloch
14.8		Gewässer, zeitweise fließend	14.25		Stromschnelle, Wasserfall
14.9		künstliches Gewässer, ständig fließend	14.26		Wehr, Staustufe
14.10		künstliches Gewässer, zeitweise fließend	14.27		Wasserbehälter
			14.28		maximale Uferlinie eines Stausees
			(14.29)		Abflußmenge: Jahresmittel/Minimum-Maximum in Liter pro Sekunde

## ERGÄNZUNGEN UND SITUATION

### räumliche und topographische Reliefcharakterisierung

#### 15. Ergänzende Angaben

Die Symbole gelten nur für Formen mit B kleiner 100 m, die Abkürzungen bei B größer 100 m. (Symbole in Schwarz oder Grau)

- |         |  |       |  |
|---------|--|-------|--|
| 15.1    |  | Hl    | Höhle  |
| 15.2    |  | Hd    | Halde  |
| 15.3    |  | Kg    | Kiesgrube  |
| 15.4    |  | Lg/Tg | Lehm- und Tongrube   |
| 15.5    |  | Md    | Mülldeponie  |
| 15.6    |  | Pg    | Pinge  |
| 15.7    |  | Sg    | Sandgrube  |
| 15.8    |  | Sb    | Steinbruch   |
| 15.9    |  | Tb    | Tagebau  |
| 15.10   |  | Ts    | Torfstich  |
| (15.11) |  |       | Bohrung, Grabung mit Nr.   |
| (15.12) |  |       | Altersangabe durch stratigraphische Abkürzung, z. B. Würm-Kaltzeit   |
| (15.13) |  |       | metrische Angaben zu Hohlformen in dm: Breite (Zähler), Tiefe (1. Nennerzahl), Wassertiefe (2. Nennerzahl); im Lockergestein (offene Klammer), |
| (15.14) |  |       | im Festgestein, Angaben in unten geschlossener Klammer.  |
| (15.15) |  |       | metrische Angaben zu Vollformen in dm: Höhe (Zähler) und Breite (Nenner)   |
| (15.16) |  |       | Profillinien, die die Lage der Profile in der geomorphologischen Karte angeben   |
| 15.17   |  | Hg    | Hügelgrab  |
| 15.18   |  |       | frühgeschichtliche Wallanlage  |
| 15.19   |  |       | Fossilien  |

#### 16. Topographische Situation und Position

wird durch die in Graudruck unterlegte topographische Karte 1:25 000 mit *Gauß-Krüger-Koordinatengitternetz* dargestellt. Die Kartenunterlage ist jedoch hinsichtlich des Gewässernetzes und der Kantensignaturen durch die geomorphologische Aufnahme zu korrigieren.

#### 17. Literatur

- BARSCH, D. 1976: Das GMK-Schwerpunktprogramm der DFG: Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik. – Z. Geomorph. N.F., 20 (4): 488–498, Berlin, Stuttgart.
- GÖBEL, P.; LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1973: Geomorphologische Kartierung, Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1:25 000. – Arbeitskreis Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland: 1–25, Marburg.
- LESER, H. 1976: Das GMK-Projekt. – Kartographische Nachrichten, 26 (5): 169–177, 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.

#### *Anschriften der Autoren:*

- Prof. Dr. HARTMUT LESER, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel
- Prof. Dr. GERHARD STÄBLEIN, Geomorphologisches Laboratorium der Freien Universität, Altensteinstr. 19, 1000 Berlin

## Kurzfassung / Summary / Résumé

### *Die Auswertung großmaßstäbiger Geomorphologischer Karten (GMK 25) für den Schulunterricht*

**K u r z f a s s u n g:** Die Geomorphologische Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland beschäftigt die Physische Geographie sowohl im akademischen als auch im angewandten Bereich. Immer stärker rücken die Fragen der Anwendung und Auswertung dieser Karten in den Vordergrund. Die Voraussetzungen für die Auswertung der GMK 25 BRD im Schulunterricht sind die grundlegende Fähigkeit zum Kartenlesen von Seiten des Schülers bzw. eine eindeutige Themensetzung von Seiten des Lehrers.

Die GMK 25 BRD stellt für den Benutzer ein vielschichtiges Informationsmedium dar. Es werden spezielle kartographische Mittel ver-

wendet, welche die Darstellung abstrakt machen (z.B. für die Reliefdarstellung oder die themenspezifischen Signaturen). Daß dadurch gewisse "Hemmschwellen" für eine Verwendung dieser anspruchsvollen Karten bestehen, ist nicht erstaunlich. Es kann jedoch festgehalten werden, daß sich der in Signaturen unterschiedlichster Art dargebotene Informationsgehalt auch im schulischen Bereich erarbeiten läßt. Die Befähigung des Schülers zur Kartenauswertung stellt sich allerdings nicht von selbst ein, sondern ist zu fördern und zu entwickeln. Durch den in zweifacher Weise lernzielorientierten Einsatz einer GMK 25 BRD, instrumental und themenbezogen, kann den schulischen Ansprüchen entsprochen werden.

### *Evaluation of large scale geomorphological maps (GMK 25) in school education*

**S u m m a r y :** Physical Geography is engaged in the geomorphological map 1 : 25 000 of the Federal Republic of Germany in pure as well as in applied aspects. Discussion on application and evaluation is of growing importance. The prerequisites for the evaluation of the GMK 25 BRD in school are the basic ability of the pupil to read maps and a clear definition of subjects by the teacher.

The GMK 25 BRD is a multiple source of information for the user. Special cartographic methods are applied, which render the presen-

tation abstract (e.g. relief is represented by subject-specific signs). That there are certain thresholds of application of these ambitious maps is not surprising. It is stated, however, that the information offered in signs of very different kinds can also be elaborated in school. The ability of the pupil to evaluate maps does not come by itself, it has to be furthered and developed. The demands of the school can be satisfied by the twofold teaching-object oriented application of the GMK 25 BRD instrumental and subject-specific.

*L'interprétation des cartes géomorphologiques de grande échelle (GMK 25) pour l'école.*

**R é s u m é:** La Carte Géomorphologique 1 : 25 000 de la République Fédérale d'Allemagne intéresse la géographie physique aussi bien au niveau des Universités qu'à celui des applications pratiques. Ce qu'on peut tirer des cartes devient une question de plus en plus pressante. Pour tirer profit de la GMK 25 BRD dans l'enseignement scolaire, les élèves doivent, au préalable, savoir lire une carte et l'objet de l'exercice doit être clairement précisé par le maître.

La GMK 25 BRD constitue pour l'utilisateur une source d'informations à plusieurs niveaux. On utilise des moyens cartographi-

ques spécifiques pour donner une représentation abstraite (p. ex. pour la représentation du relief ou les symboles particuliers). L'utilisation d'une carte aussi exigeante comporte nécessairement certains seuils "ralentisseurs". On peut cependant retenir que le contenu de l'information, présenté à travers les symboles les plus divers, est utilisable au niveau scolaire. La capacité de l'élève de tirer profit d'une carte doit nécessairement être cultivée et développée. En tant qu'instrument à la fois pédagogique et didactique, la GMK 25 BRD, par sa double finalité éducative, peut satisfaire aux exigences scolaires.

## 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,—)
- 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,—)

## Berliner Geographische Abhandlungen

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

- 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,—)
- 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,—)

## Berliner Geographische Abhandlungen

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

- 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)  
Ranas 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 geökologische 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)  
Geökologische 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,—)
- Heft 39: BARSCH, Dietrich & LIEDTKE, Herbert (Hrsg.) (1985)  
The 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 18,—)
- 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 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 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 (*im Druck*)
- 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,—)