

**GEOMORPHOLOGISCHE KARTIERUNG ALPNER GEBIETE –  
ERFAHRUNGEN AN EINEM BEISPIEL  
AUS DEM VORALPENGEBIET BEI SALZBURG**

Erich STOCKER, Salzburg\*

mit 3 Abb. im Text

**INHALT**

1.	Einleitung .....	161
2.	Zur Legende der geomorphologischen Karte der Umgebung von Adnet... 162	162
3.	Ergebnisse der Grundlagenkartierung .....	164
3.1.	Strukturbetonte Reliefformen .....	165
3.1.1.	Homoklinalkämme .....	165
3.1.2.	Bruchlinienstufen .....	165
3.2.	Glaziale Formen .....	166
3.3.	Talentwicklung .....	168
3.4.	Karstformen .....	168
3.5.	Denudationsformen .....	169
4.	Anwendungsmöglichkeiten .....	169
5.	Zusammenfassung .....	172
6.	Literaturverzeichnis .....	173
7.	Summary .....	174

**1. EINLEITUNG**

In den letzten Jahren wurden für alpine Gebiete eine Reihe von modernen, allgemeinen geomorphologischen Karten auf der Basis verschiedener Erfahrungen und Konzeptionen entworfen (BARONI und CARTON 1988, CHARDON et al. 1980, DONGUS 1983, FISCHER 1984, DE GRAAFF et al. 1987, HASEKE-KNAPCZYK 1989, JORDA et al. 1980, PANIZZA und CARTON 1976, PELLEGRINI 1975, TESSARI 1973).

\* Univ.-Doz. Dr. Erich Stocker, Institut für Geographie der Universität Salzburg,  
A-5020 Salzburg, Hellbrunnerstraße 34

Aufbauend auf diesen Vorlagen wurde im Raum von Adnet bei Salzburg eine geomorphologische Kartierung im Maßstab von 1 : 12.500 durchgeführt. Es handelt sich hier um ein Gebiet mit besonderer Vielfalt an reliefprägenden geologisch-strukturellen Elementen, mit zahlreichen Reliktformen aus dem Pleistozän, mit Karstformen, aber auch mit Denudationsformen von bedeutender aktueller Morphodynamik.

Vergleicht man die im alpinen Raum angewandten Methoden zur Verwirklichung allgemeiner geomorphologischer Karten, so bieten sich grundsätzlich zwei Kartierungskonzeptionen an: Die französische Konzeption, welche die Einzelformen nach ihrer Morphogenese und Morphographie mit den Strukturbereichen integriert, und die Konzeption der deutschen GMK 25 (LESER, STÄBLEIN 1975). Diese stellt morphographisch-morphometrische Daten, den oberflächennahen Untergrund, geomorphologische Prozeßbereiche und Hydrographie als Informationsschichten in einer komplexen Karte dar. Die bisher erschienenen geomorphologischen Karten alpiner Bereiche orientieren sich jedoch überwiegend an der französischen Kartenkonzeption.

## 2. ZUR LEGENDE DER GEOMORPHOLOGISCHEN KARTE DER UMGEBUNG VON ADNET

Beim vorliegenden Untersuchungsbeispiel (STOCKER 1992) erforderte der große Aufnahmemaßstab 1 : 8.000 in erster Linie eine Bestandsaufnahme der Einzelformen des Reliefs, wobei primär morphographische und morphogenetische Gesichtspunkte eine Rolle spielten. Die Kartierung erfolgte fast ausschließlich durch Aufnahme im Gelände, da Luftbilder infolge des hohen Waldbedeckungsgrades zu wenig aussagekräftig waren. Als Grundlage für die Karte diente der Höhengichtlinienplan und die Situationszeichnung der ÖK 25 V, Blatt 94 Hallein (Vergrößerung und Neuzeichnung).

In der deutschen GMK 25 werden Einzelformen grundsätzlich nur morphographisch gekennzeichnet, die Geomorphodynamik und Geomorphogenese ist allgemein auf ganze Flächen bezogen und bildet eine eigene Informationsschicht. Die französische Legende beinhaltet hingegen die Darstellung der Einzelformen sowohl nach morphologischen als auch nach morphogenetischen Aspekten. Die Flächeninformation bleibt der Charakterisierung des Substrates bzw. des oberflächennahen Untergrundes, in dem die Formen ausgebildet sind, vorbehalten.

Da man heute weitgehend zur Überzeugung gekommen ist, daß auch eine großmaßstäbige geomorphologische Karte nicht alle Reliefparameter erfassen kann (LESER 1987, RODOLFI 1988), wurde auf eine allzu große Komplexität der Karte verzichtet. Dies bedeutet jedoch, daß nicht allen von VERSTAPPEN (1983) geforderten Hauptaspekten geomorphologischer Kartierung (Morphometrie, Morphodynamik, Morphogenese, Bezug zur Geoökologie) Rechnung getragen werden konnte. Daher umfaßt die Kartierung der Umgebung von Adnet in Anlehnung an die französische Kartierungskonzeption nur die Informationsschichten über Morphographie-Morphogenese (einschließlich Morphodynamik), oberflächennahen Untergrund (Lithologie, Lockersedimente), Hydrographie, Höhengichten und Situation (vgl. Abb. 1). Die Höhengicht-

	MORPHO- GRAPHIE					MORPHO- DYNAMIK		MATERIAL		MORPHO- GENESE	
	<2m	<5m	>5m	>20m	sonstige	aktiv	inaktiv	Fest- gestein	Locker- material		
1								1-5		STRUKTUR- BETONTE FORMEN  rotbraun	
2											
3											
4											
5								1-5		TEKTONIK rot	
6								1-5	6-10 9	DENUDATIONS- FORMEN  orange	
7											
8											
9											
10											
11								1-4	7, 8	FLUVIAL- FORMEN  grün	
12											
13											
14											
15								1-5	6, 8	GLAZIAL- FORMEN violett	
16											
17								1, 2, 4		KARSTFORMEN hellblau	
18											
19										HYDRO- GRAPHIE blau	
20											
21											
22								1-4	11	ANTHROPOGENE FORMEN grau	
23											

**Festgesteine:** 1 Hauptdolomit, 2 Riffkalk, 3 Mergelschiefer, 4 Oberalmer Kalk, 5 Nagelfluh.

**Lockermaterialien:** 6 Grundmoräne mit Wällen, 7 fluviale, 8 glazifluviale und glazilimnische Akkumulationen, 9 Kolluvium, 10 Schutthalden, 11 anthropogene Aufschüttungen

**Morphogenese – Morphographie – Morphodynamik:** 1 muldenartige Einsenkungen, 2 Wandstufen, 3 Rücken, Kovexitäten, konkave Kanten, 4 Kanten, Rippen, 5 Bruchlinien, 6 Denudationskanten mit Wandstufen, 7 Denudationskanten, abgeschrägt, 8 Bröckelhöhlen, Bergzerreibungen, Steinschlagrinnen, Murgänge, 9 Rutschungen, 10 Schutthalden, Verwitterungsdecken, 11 inaktive Tiefenlinien, Unterschneidungsränder, 12 Erosionskanten, 13 Terrassenränder, Tiefenlinien (kerb-, mulden-, kastenförmig), 14 Längsgefällsstufen, fluviale Akkumulationen, Fächerterrassen, 15 Rundhöcker, glaziale Ausschüfungswannen, 16 Grundmoränen, Moränenwälle, 17 Kluftkarren (scharf-gerundet), Karrensteine, 18 Lösungsdolinen, Karstwannen, Ponor, 19 Gerinne (perennierend, episodisch), Vernässungszone, 20 Quelle, Karstquelle, Ponor, 21 Quelfassung, 22 künstliche Steilböschungen, Dämme, Kanäle, bebaute Flächen, 23 Wehr, Steinbrüche.

Abb. 1: Schema der Legende für die geomorphologische Karte von Adnet (vereinfacht)

ten erscheinen wegen der infolge des großen Maßstabes erhöhten Kurvendistanz in Schwarz und vermögen so das Relief klar lesbar abzubilden. Gleichzeitig wird dadurch die Bestimmung von Höhen und Höhenunterschieden, Hangneigungen, Expositionen und Geländeformen möglich und die Formensignaturen können exakt in den Raum eingeordnet werden. Im Waldgelände entstehen allerdings oft Widersprüche zwischen den morphographischen Aussagen von Signaturen und dem Isohypsenbild, welches zahlreiche Stufen und Kanten (im geschlossenen Waldbereich) nicht entsprechend wiedergibt.

Morphographisch-morphometrische Inhalte sind auf Differenzierungen von Stufenhöhen und Einschnittstiefen beschränkt. Eine habituelle Differenzierung in Reliefelemente, z.B. Morphotopgliederung oder morphographische Hangkartierung, ist in stark gegliedertem Gebirgsrelief bei sehr großen Maßstäben erfahrungsgemäß überaus zeitaufwendig. Derartige Aufnahmen würden den Rahmen einer allgemeinen geomorphologischen Karte sprengen bzw. deren Lesbarkeit deutlich erschweren. Aus dem gleichen Grund muß man auch dafür plädieren, die Karte der Hangneigungsareale aus geomorphologischen Grundkarten auszugliedern.

Die Anwendung von Farbsignaturen ermöglicht neben den morphographisch-morphometrischen Kennzeichnungen auch die morphogenetische Einordnung der Einzelformen. Der Formenkatalog wurde genetisch gegliedert. Die dafür nötigen Signaturen ergeben sich teilweise aus Zusammensetzungen einfacher Grundelemente, wodurch die Lesbarkeit der Karte vereinfacht wird. Helle Flächenfarben geben Aufschluß über die geomorphologisch relevanten lithologischen Gegebenheiten und die Verbreitung und Differenzierung der Lockersedimente. Diese werden in Farbtönen entsprechend der Morphogenese dargestellt.

### 3. ERGEBNISSE DER GRUNDLAGENKARTIERUNG

Trotz der nur geringen Fläche des Kartierungsgebietes ist gerade dieser Randbereich des Salzachtals von sehr unterschiedlich gestalteten Formeneinheiten aufgebaut. Den Westteil bildet eine aus Oberalmer Kalken mit unterliegenden Tauglboden-Schichten aufgebaute Homoklinalstufe, deren Fortsetzung nach Süden einen schmalen Rücken bildet, der das Adneter Becken vom Salzachtal abschließt. Dieses teilweise von glazifluvialen Deltasedimenten ausgefüllte Becken wird an seinem N-Rand vom Alm-Fluß durchflossen. Dieser durchbricht den oben genannten schmalen Rücken zum Salzachtal. Die östliche Begrenzung des Adneter Beckens bilden einerseits sanft abfallende, großteils mit Grundmoränen und älteren glazilimnischen und glazifluvialen Sedimenten bedeckte Hänge, andererseits ein von Bruchlinienstufen begrenztes Schollenland.

Für die Geomorphologie dieses Gebietes eröffneten sich daher eine Reihe verschiedener Fragestellungen, wie zum Beispiel nach der Morphogenese der verschiedenen und markant auftretenden Stufen und somit auch der Entstehung des Adneter Beckens, der Talgeschichte, der Formung durch die eiszeitlichen Gletscher oder der Karstformen.

Das Vorhandensein mächtiger glazifluvialer Feinsedimente bildet weiters die Voraussetzung für eine beschleunigte aktuelle Morphodynamik. Ziel der geomorphologischen Kartierung war es daher auch, Kenntnis über die Typen der Massenbewegungen und ihre Verbreitung zu gewinnen.

### 3.1. Strukturbetonte Reliefformen

#### 3.1.1. Homoklinalkämme

Den Westteil des Untersuchungsgebietes nehmen die beiden Pultschollen von Oberalmberg (726 m) und Eberstein (776 m) ein. Ihre nach Osten schauenden Stufen erheben sich fast 300 m über dem Wiestal und dem Adneter Becken. Stufenbilder sind die hier bis 150 m mächtigen Oberalmer Kalke (Malm), Aptychenkalke mit Mergelschiefern und eingeschalteten harten bis 20 m mächtigen Bänken aus "Barmsteinkalk" (PLÖCHINGER 1990).

Der Jura-Komplex, der den Ostrand des Salzachtals und große Teile der hier anschließenden Osterhorngruppe bildet, fällt in staffelförmig angeordneten Brüchen zum Salzachtal ab. An dessen Rand nimmt die Häufigkeit von Bruchlinien deutlich zu, was zu einer tektonischen Zerstückelung in zahlreiche Bruchschollen geführt hat. Gleichzeitig kam es hier zu einer westwärts zum Salzachtal hin gerichteten Kippung der Schichten. Am Oberalmberg und Eberstein fallen die Schichten unter ca. 20° nach Westen, die beiden Pultschollen bilden daher Homoklinalkämme. Ihre auffallend sanft geneigte Dachfläche und der gelappte Stufengrundriß erinnern sogar an Schichtstufen (SEEFELDNER 1961). Einer derartigen Klassifizierung stehen jedoch der steile Einfallswinkel der Schichten und die besondere bruchtektonische Situation am Deckenrand der Tirolischen Decke entgegen (STOCKER 1991). Die Stufenränder solcher bereits steiler als 10 - 12° einfallender Schichten werden nach TWIDALE (1978) als Homoklinalkämme bezeichnet. Tektonisch gesehen stellen sie hier zugleich Bruchschollen dar, welche in sich noch weiter durch Verwerfungen zerstückelt sind. Da jedoch diese interne kleinräumige Tektonik keine größeren Vertikalverstellungen mehr erzeugte, wirken die Schollen in sich geschlossen und wurden aufgrund ihrer Kippung von SCHLAGER (1958) als Pultschollen bezeichnet.

Als Ausgangsfläche für die Stufenbildung kann eine Kappung der Dachfläche angenommen werden. Mit der Ausräumung der Subsequenzzone, an der zugleich eine Reihe von Bruchlinien durchziehen (vgl. Abb. 2), kam es am Rande der "Adneter Antiklinale" zum Beginn der Stufenrückverlegung.

#### 3.1.2. Bruchlinienstufen

Das Becken von Adnet wird an zwei Seiten von markanten Steilstufen begrenzt, welche ebenfalls in harten Gesteinen (Riffkalk des Rhät, Barmsteinkalk) ausgebildet sind. Ihr geradliniger, mit der Hauptstörungenrichtung NW-SE übereinstimmender Verlauf und

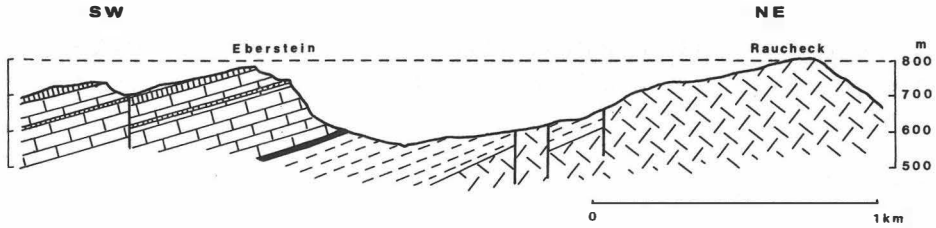


Abb. 2: Vereinfachtes Querprofil (Überhöhung 20 %) durch die Homoklinalstufe des Eberstein, der sich aus Oberalmkalken des Malm aufbaut. Die Subsequenzzone wird durch die weichen Kössener Schichten (Rhät) aufgebaut. Im Bereiche des Rauchecks bilden die darunterliegenden Hauptdolomite (Nor) die Landoberfläche. Sie erscheinen im Bereiche der "Adneter Antiklinale" aber auch horstartig herausgehoben.

die starke vertikale Verstellung der angrenzenden Gesteine sind Indizien dafür, daß diese Stufen unmittelbar aus Verwerfungen hervorgingen. Bereits SCHLAGER (1958) und SEEFELDNER (1961) zeigten jedoch auf, daß das Adneter Becken trotz seiner Begrenzungen durch Bruchlinien nicht als junges Einbruchsbecken zu deuten ist, sondern seine Entstehung einer selektiven, primär glazialen Ausräumung zu verdanken hat.

Tatsächlich entspricht das geomorphologische Erscheinungsbild oft nicht oder nur teilweise dem tektonischen Bau. So erhebt sich die zum Salzachtal abgesenkte Scholle des Adneter Riedels in Form einer Stufe über dem tektonisch höher liegenden Adneter Beckenboden. Das Ergebnis der geomorphologischen Entwicklung der Verwerfung war also eine Reliefumkehr. Neben diesem Typus der obsequenten Bruchlinienstufe (FAIRBRIDGE 1968) treten im Untersuchungsgebiet wesentlich häufiger resequente Bruchlinienstufen entgegen, welche die tatsächlichen geologischen Verwerfungen zwar geomorphologisch widerspiegeln, deren Stufenhöhen jedoch meist wesentlich geringer als die Sprunghöhen der Verwerfungen sind.

Nach SEEFELDNER (1961) war die Voraussetzung für eine unterschiedlich rasche Abtragung beiderseits einer Verwerfungslinie (selektive Abtragung) dann gegeben, wenn eine Bruchlinie resistente Schichtpakete einer Scholle von weichen Schichtpaketen der benachbarten Scholle trennt. TRICART (1974) bezeichnet diese beiderseits einer solchen Störung unterschiedlich rasch voranschreitende Ausräumung als differenzierte Abtragung. Sie setzt jedoch eine bereits vorher stattgefundene Nivellierung voraus. Geht man von der Existenz höher gelegener "präglazialer" Talböden aus (SEEFELDNER 1961), so war diese Voraussetzung gegeben.

### 3.2. Glaziale Formen

Die weite Verbreitung von Moränen, das Vorhandensein von Gletscherschliffen und die buckelige Formung der härteren Gesteinskomplexe geben bereits einen Hinweis für die

große Bedeutung der eiszeitlichen Gletscher für das Relief im Untersuchungsgebiet. Die Mächtigkeit der hocheiszeitlichen Gletscher muß mit 400-700 m veranschlagt werden. Außerdem ist in dieser Zone der Halleiner Weitung, unmittelbar vor der Divergenz des Wiestalzweiges mit einer verstärkten Glazialerosion zu rechnen. Daraus folgt, daß bei den gegebenen Härteunterschieden der Gesteine die glaziale Erosion in der oben beschriebenen Form sehr stark selektiv wirkte. Die Anlage wichtiger Bruchlinien in der Eisfließrichtung begünstigte diese differenzierte Abtragung. Die Mikroreliefkartierung zeigt, daß harte Gesteine wie Riffkalke oder Barmsteinkalke mit Rundhöckern ausgestattet und überschliffen sind. Zonen starker Bruchtektonik und weichere Gesteinsserien, wie die Tauglbodenschichten oder Kössener Schichten, wurden stärker ausgeräumt. Das Adneter Becken wird von SCHLAGER (1958) und SEEFELDNER (1961) primär der selektiv ausschürfenden Wirkung der eiszeitlichen Gletscher zugeschrieben.

Die Ausraumzonen mit ihrem sanften Relief fungierten aber im Zuge des Rückzugs und Zerfalls der Gletscher als bevorzugte Akkumulationsflächen. In dieser Buchtlage abseits von der Zentralzone der Halleiner Weitung konnten sich an der Ausmündung des Wiestales Generationen von Deltafächern erhalten, die in ehemalige Eisstauseen eingeschüttet wurden. Diese bereits von PIPPAN (1957-59) und SCHLAGER (1957-60) untersuchten, teils mächtigen Sedimentkomplexe werden jeweils von einer hangenden Lage aus Nagelfluh abgeschlossen. Die Nagelfluhkappe des Adneter Riedels, welche auch einen großen Kristallinanteil (Ferntransport aus den Zentralalpen) und eine Höhe von 100 m über dem heutigen Salzachtalboden erreicht, wird als älteste Schotterlage gedeutet (SEEFELDNER 1961) und zeigt glaziale Überformung.

Der ausgedehnteste und mächtigste Sedimentkomplex des Untersuchungsgebietes befindet sich an der Ausmündung des Wiestales bei Steinmaßl und besteht aus einer Nagelfluh-Deckplatte und darunterliegenden mächtigen Feinsedimenten. Auch diese Nagelfluh wurde glazial überformt. Die geomorphologische Kartierung ergab Hinweise für einen konkaven Abfall der Nagelfluhkappe vom Hinteren bis zum Vorderen Wiestal von einer Höhe von 600 m bis auf 510 m. SCHLAGER (1959) deutete den Sedimentkomplex aus Ablagerungen des Almflusses in einen Eisstausee, VAN HUSEN (1990) betrachtet die Ablagerungen jedoch als würmzeitliche Vorstoßschotter.

Der jüngste Sedimentkomplex besteht aus Deltaschottern, welche über Seetonen liegen. Die Deltaschotter bilden eine Terrassenfläche, die in einer 20 m hohen Stufe zur rezenten Aue des Wiestales abfällt. Da keine Eisüberformung der Terrasse zu erkennen ist, muß ihr Aufbau in Zusammenhang mit der Zuschüttung eines Eisstausees während des Rückzuges des letzten Würm-Gletschers stehen.

Im Gegensatz zu den teils über 50 m mächtigen glazilimnischen bzw. glazifluvialen Akkumulationen ist die Moränenverkleidung der Hänge allgemein geringmächtig, wenn auch sehr weit verbreitet. Nur vereinzelt kommen Moränenwälle oder Moränenterrassen vor. Die Kartierung ergab, daß Härtlingsrücken oft nur von einer dünnen

Moränenlage verkleidet sind; da ihre Streichrichtung mit der ehemaligen Eisfließrichtung übereinstimmt, täuschen sie zum Teil Seitenmoränen vor.

### 3.3. Talentwicklung

Das Wiestal mit dem Almfluß gliedert sich im Kartierungsbereich in eine innere Schluchtstrecke, eine Kastentalstrecke im Bereich des Adneter Beckens, die klammartige Durchbruchstrecke durch den Adneter Riedel und einen Mündungsabschnitt auf der tiefsten Salzachtalerrasse. Im Adneter Becken wird die rezente Aue von der oben beschriebenen 20 m hohen Terrasse des Deltafächers begleitet. Außerdem finden sich noch weitere Terrassenreste als Zeugen der schrittweise verlaufenden Tieferlegung des Wiestales im Spätglazial. So liegen, eingeschnitten in den Sedimentkomplex von Steinmaßl, Terrassenfluren in 40 m und 60 m über dem rezenten Wiestalboden (vgl. Abb. 3). An der rechten Wiestalseite ist auch noch eine 20 m höher liegende alte Wiestalschlinge, welche einen Festgesteinsriegel umschließt, erhalten.

Die kurze Durchbruchsstrecke des Almflusses durch den Adneter Riedel wird von PIPPAN (1957) antezedent im Zuge der neotektonischen Hochschaltung des Adneter Riedels erklärt. Da jedoch in quartären Ablagerungen nirgends Verstärkungen nachzuweisen waren (SCHLAGER 1958), spricht sich SEEFELDNER (1961) für eine Genese als Überflüßdurchbruch aus, da die Spiegelhöhe des oben erwähnten Eisstausees im Adneter Becken (480 m) genau mit der Schwellenhöhe des Adneter Riedels an der Durchbruchstrecke übereinstimmt. Der klammartige Einschnitt weist jedoch auf eine sehr rasche Tiefenerosion hin, wie sie sich nur bei Heranreichen des Fächers an die Durchbruchsstrecke (Korrasionsfläche oberhalb des Einschnittes) erklärt. Man kann auch deshalb von einer antezedenten Anlage des Durchbruches ausgehen, weil der Almfluß bereits vor Anlage der Klamm diese Stelle des Adneter Riedels unter Beibehaltung seiner Fließrichtung querte.

Die Seitentäler des Wiestales sind im Kartierungsgebiet mit Ausnahme des Spumbaches, der das Becken selbst entwässert, Kerbtäler. Die Bäche haben sich in die würmzeitlichen Hangverkleidungen eingetieft und während des Erosionsprozesses vielfach auch den darunterliegenden Fels angeschnitten. Die Kerbtäler bilden an ihren Rändern scharfe Denudationskanten und beginnen in Rinnen oder Mulden, welche als Initialformen der Systeme anzusprechen sind.

### 3.4. Karstformen

Vor allem Barmsteinkalke und Riffkalke unterlagen nach Gletscherrückzug der Oberflächenverkarstung. Infolge der niedrigen Lage und der damit verbundenen raschen Bodenbildung entwickelten sich vorzugsweise subkutane Kluftkarren, welche rezent vor allem an exponierten Standorten (Rücken, Kuppen) vom Boden befreit wurden. In der Folge der Kluftkarrenbildung kam es vielfach zur Lostrennung von Karrensteinen und zu deren Anreicherung in situ und als Hangschutt. Der Verkarstungsgrad und damit



auch der Anteil an Karrensteinen an der Oberfläche hängt aber in erster Linie von den lokalen petrographischen Gegebenheiten ab. Abgesehen von den Schuttanreicherungen am Fuße von Wandstufen besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Häufigkeit oberflächlich sichtbarer Verkarstungserscheinungen und der Häufigkeit des Auftretens von Blockschutt.

Besonders im Bereich der Dachfläche des Ebersteins treten auch vereinzelt kleine Lösungsdolinen auf, häufiger sind jedoch über 100 m breite Karstwannen. Sie reihen sich vor allem entlang von Bruchlinien oder liegen an Kreuzungspunkten von Klüften und Verwerfungen. Die Wannböden sind durchwegs mit Moränenmaterial gefüllt und meist abgedichtet sowie an einer Seite von einer nur niedrigen Schwelle abgeschlossen. Kleine Quellaustritte führen am Boden zu Staunässe, vereinzelt sind auch Karstquellen zu beobachten, eine Wanne wird durch einen Ponor entwässert.

### 3.5. Denudationsformen

Die geomorphologische Kartierung zeigt im Untersuchungsgebiet auch ein sehr breites Spektrum an Denudationsformen. Hinweise auf Massenbewegungen ergaben sich vor allem an den steilen Festgesteinsrändern einschließlich der Nagelfluhstufen, an den Taleinschnitten und hier besonders in Bereichen mit lockeren Feinsedimenten. Oberhalb des schluchtartigen Wiestalabschnittes treten in Hauptdolomiten sogar Zerrspalten einer Bergzerreißung auf (vgl. Abb. 3).

An den Stufenfronten der Homoklinalkämme überwiegen Wandrückverwitterung und Steinschlagfähigkeit, es haben sich ausgedehnte Schutthalden gebildet, an einzelnen Stellen sind auch frische Felssturznischen und Murgänge zu beobachten. Aktive Schutt- und Blockproduktion herrscht auch an den von kavernoöser Wandverwitterung unterminierten Rändern der Nagelfluhplatten.

An bereits denudativ abgeschrägten Böschungen von Kerbtaleinschnitten der glazilimnischen Ablagerungen finden sich vielfach kleinbuckelige Reliefformen, die auf bereits abgelaufene Rutschungsvorgänge hinweisen. An vielen Stellen treten jedoch auch aktive Translationsrutschungen, Uferabbrüche, Plaiken (ständig aktive, von Rutschvorgängen und Abspülungsprozessen betroffene Flächen) und vereinzelt auch Rotationsrutsche auf. Inaktive, bereits verwachsene Rotationsrutsche zeichnen sich auch an den rechten Hängen des Vorderwiestales ebenfalls in glazilimnischen Akkumulationen ab. Bei ausreichenden Hanglängen sind im Steilgelände der Stufenhänge und vor allem der rechtsseitigen Wiestalhänge auch Murgänge ausgebildet.

## 4. ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

Neben diesen hier zusammenfassend dargestellten morphogenetischen und aktualmorphologischen Untersuchungsergebnissen, welche zumindest teilweise aus der geomorphologischen Detailkartierung abzuleiten sind, bietet die geomorphologische

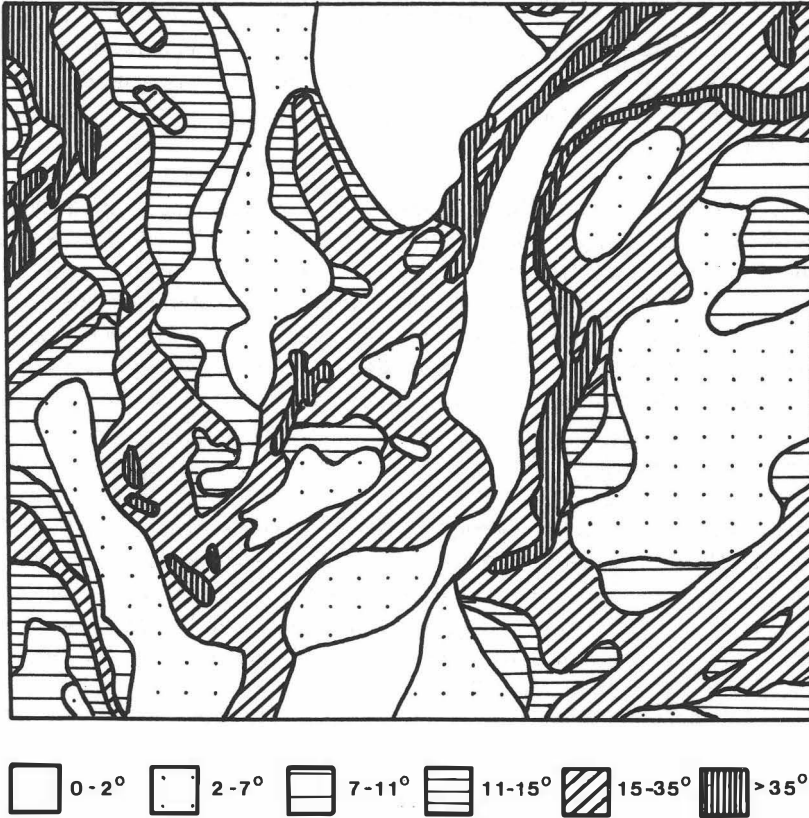
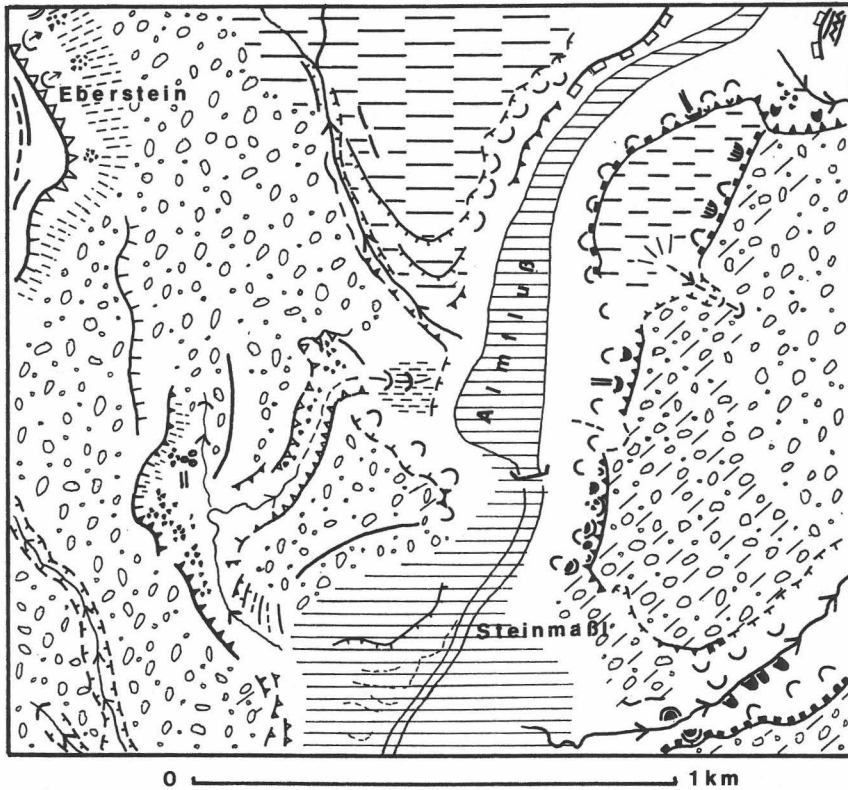


Abb. 3a: Böschungswinkelkarte. Zusatzinformation zu Abb. 3b (nebenstehend), dort auch Erläuterungen

Grundkartierung jedoch auch die Basis für weitere Anwendungen. BARSCH und MÄUSBACHER (1980) zeigen im Zusammenhang mit einer nutzungsorientierten Anwendung der deutschen GMK 25 die Möglichkeit der Herstellung von Auszugs- und Auswertungskarten auf. Auch die am Untersuchungsbeispiel von Adnet angewandte Kartenkonzeption ermöglicht die Herstellung von Auszugskarten (zum Beispiel über morphogenetische Formentypen, oberflächennahen Untergrund, aktuelle Morphodynamik oder Morphographie). Da jedoch zugunsten einer besseren Lesbarkeit der Karte eine Beschränkung der Darstellung auf die Schichten Topographie, Untergrund, Morphogenese und Hydrographie erfolgte, ergibt sich beim französischen Kartenkonzept selten die Notwendigkeit der Trennung dieser Schichten. Umso wichtiger erscheinen jedoch Ableitungen bzw. Bearbeitungen bestimmter Themen in Form von Ergänzungskarten (RODOFLI 1988). Hier ist an erster Stelle die Hangneigungskarte zu nennen, aber auch die morphographisch-morphometrische Bearbeitung linienhafter Formelemente (Wölbungen, Kanten, Stufen) dient vor allem für geökologische Untersuchungen als Grundgerüst für die Gliederung des Georeliefs (LESER 1987).




Legende:

1 Grundmoränenverkleidung, 2 Grundmoränenverkleidung über Steinmaßl-Nagelfluh und darunterliegenden mächtigen glazilimnischen Sedimenten, 3 rezente Aue, 4 40m-Terrasse, 5 60m-Terrasse, 6 20m-Terrasse (Beginn der alten Wiestalschlinge), 7 Schutthalden, 8 frischer Blockschutt, 9, 10, 11 strukturbedingte Wandstufen, Kanten, Konkavitäten und Konvexitäten, 12 aktive Wandstufen aus Festgestein, 13 Erosionskanten im Fels, 14 aktive Denudationskanten im Lockermaterial, 15 Terrassen, 16 inaktive Denudationskanten, 17, 18 Tiefenlinien, aktiv, inaktiv, 19 Schwemmfächer, 20 verlassene Gerinnesohlen, 21 Rinnen, 22 Murgänge, 23 Felssturznischen, 24 Zerrklüfte (Bergzerreißung), 25 Plaiken, 26 Translationsrutsch, 27 Rotationsrutsch, 28 welliges Rutschgelände, 29 Bröckelhöhlen, 30 Karrensteine, 31 Karrenfeld, 32 Wehr.

Abb. 3b: Geomorphologische Karte von Adnet (Ausschnitt). Zusammenhänge zwischen Mikrorelief, oberflächennahen Untergrund und Böschungswinkelverteilung. Die Böschungswinkelkarte zeigt Steilböschungen an der Stufenfront des Ebersteins, an den Seitenhängen des vom Almfluß durchflossenen Wies­tales.

Die Herstellung dieser morphometrischen Karten stößt jedoch vor allem im stark bewegten Gebirgsrelief auf verschiedene Schwierigkeiten. So ist die Bestimmung der Grenzlinien zwischen verschiedenen Böschungswinkelarealen aufgrund von Geländemessungen sehr zeitaufwendig. Da jedoch gleichzeitig die Spannweiten zwischen einzelnen Böschungswinkelarealen meist groß sind, scheint die übliche Bestimmung der Grenzlinien zwischen den verschiedenen Böschungsarealen aus topographischen Karten oder Höhenmodellen ausreichend (vgl. Abb. 3a). Ebenso muß die Darstellung der Wöblungslinien nach Graden in einem komplizierten Gebirgsrelief entweder auf einige übergeordnete Wöblungslinien beschränkt werden, wie dies an einem Anwendungsbeispiel im Hochgebirge von LESER und SCHAUB (1987) gezeigt wird. Eine Alternative dazu bietet nur die relativ aufwendige Einzelbearbeitung nach dem System einer Hanganalyse (CROFTS 1981). Derartige, aus Geländemodellen ableitbare morphometrische Reliefanalysen, können auch durch die morphographisch-morphogenetische Grundkartierung unterstützt werden und bilden eine wesentliche Basis für die Geoökotopgliederung (LESER 1987).

Die geomorphologische Grundkartierung bildet jedoch auch eine Ausgangsbasis für Detailkarten der aktuellen Morphodynamik (KIENHOLZ 1980), welche die Basis für die Erstellung von Gefahrenkarten darstellt. Meist kann die aktuelle Morphodynamik auf der allgemeinen Grundlagenkarte selbst nicht vollständig dargestellt werden, da die Konzentration notwendiger Angaben auf meist linienhafte, sehr schmale Reliefelemente Darstellungsprobleme eröffnet. Bei einem allgemein größeren Kartiermaßstab ist jedoch eine wesentlich detailliertere Aussage über Typen von Massenbewegungen, deren Alter und Aktivitätsgrad, die Ausstattung der Gerinnesohlen sowie Prozeßspuren möglich (BUNZA 1992). Es erscheint jedoch zweckmäßig, die dabei gewonnenen Daten in einer eigenen Ergänzungskarte darzustellen.

Aus diesen Überlegungen folgt, daß die geomorphologische Grundlagenkarte mit ihrer primär morphographisch-morphogenetischen Ausrichtung zwar die Basis des von der Geomorphologie bereitgestellten geowissenschaftlichen Kartenmaterials darstellt, Ergänzungskarten zur Morphometrie und Aktualmorphologie jedoch auch bei großen Kartenmaßstäben erforderlich sind (SEJMONSBERGEN et al. 1988). Ein derartiges Mehrblattsystem wurde bereits von KUGLER (1965) gefordert und neuerdings auch von LESER (1987) vorgeschlagen.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Im Bereiche der Halleiner Weitung im Salzachtal wurde exemplarisch eine geomorphologische Kartierung durchgeführt. Der große Kartenmaßstab (1 : 12.500) erforderte in erster Linie eine Bestandsaufnahme der Einzelformen des Reliefs. Das Untersuchungsgebiet zeichnet sich durch eine Vielfalt struktureller, fluvialer und glazialer Formen sowie durch Karstformen aus. Vor allem in den lehmigen pleistozänen Ablagerungen finden darüberhinaus verbreitet Massenbewegungen statt. Die Möglichkeiten der Darstellung von Einzelformen sowie anderer geomorphologischer Inhalte wird anhand geomorphologischer Grund- und Zusatzkarten diskutiert.

## 6. LITERATURVERZEICHNIS

- BARONI C., CARTON A. (1988), Carta geomorfologica della Val Miller e della conca del Baitone (Gruppo dell'Adamello) 1 : 15.000. In: *Natura Bresciana*, 25. Annali del Museo Civico di Scienze Naturali, Brescia.
- BARSCHE D., MÄUSBACHER R. (1980), Auszugs- und Auswertungskarten als mögliche nutzungsorientierte Interpretation der Geomorphologischen Karte 1 : 25.000 (GMK 25). In: *Berliner Geographische Abhandlungen*, Heft 31, S. 31-48. Berlin.
- BUNZA G. (1992), Die Erfassung des aktuellen Abtragsgeschehens mit Hilfe geomorphologischer Kartierungen zur Beurteilung von potentiellen Gefahrenräumen. In: *Interprävent*, Bd. 6, S. 213-235. Bern.
- CHARDON M. et al. (1980), Carte géomorphologique détaillée de la France au 1 : 50.000. In: Grenoble, XXXII-34. CNRS-Institut de Géographie, Paris.
- CROFTS R.S. (1981), Mapping techniques in geomorphology. In: GOUDIE A. (ed.), *Geomorphological Techniques*, pp 66-75. London.
- DE GRAAFF L.W.S. et al. (1987), A geomorphological mapping system at scale 1 : 10.000 for mountainous areas. In: *Zeitschrift für Geomorphologie Neue Folge*, 31, S. 229-242. Berlin/Stuttgart.
- DONGUS H. (1983), Geomorphologische Karte 1 : 25.000 der Bundesrepublik Deutschland, GMK 25, Blatt 14, Oberstaufen. GMK-Schwerpunktprogramm der DFG Berlin. Hrsg. v. BARSCHE D., FRÄNZLE O., LESER H., LIEDTKE H. und STÄBLEIN G. Berlin.
- FAIRBRIDGE R.W. (ed.) (1968), Fault-scarp, fault-line scarp. In: *Encyclopedia of Geomorphology (= Encyclopedia of Earth Sciences Series, Vol. III)*, pp 346-351.
- FISCHER K. (1984), Geomorphologische Karte der Bundesrepublik Deutschland, GMK 25, Blatt 16, Königssee, GMK-Schwerpunktprogramm der DFG Berlin. Hrsg. v. BARSCHE D., FRÄNZLE O., LESER H., LIEDTKE H. und STÄBLEIN G. Berlin.
- HASEKE-KNAPCZYK (1989), Der Untersberg bei Salzburg. Die ober- und unterirdische Karstentwicklung und ihre Zusammenhänge. Ein Beitrag zur Trinkwasserforschung. In: *Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-Programms*, Bd. 15, 1. Geomorphologische Karte, 223 Seiten. Innsbruck.
- JORDA M., JULIAN M., NICOD J. (1980), Carte géomorphologique détaillée de la France au 1 : 50.000. In: *Castellane*, XXXV-42. CNRS-Institute de Géographie, Paris.
- KIENHOLZ H. (1980), Beurteilung und Kartierung von Naturgefahren. – Mögliche Beiträge der Geomorphologie und der Geomorphologischen Karte 1 : 25.000 (GMK 25). In: *Berliner Geographische Abhandlungen*, Heft 31, S. 83-90. Berlin.
- KUGLER H (1965), Aufgaben, Grundsätze und methodische Wege für ein großmaßstäbiges geomorphologisches Kartieren. In: *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 109, S. 241-257.
- LESER H. (1987), Geomorphologische Inhaltselemente in der Geoökologischen Karte 1 : 25.000 (GÖK 25). In: *Zeitschrift für Geomorphologie Neue Folge, Suppl.-Bd.* 66, S. 167-178. Berlin/Stuttgart.
- LESER H., SCHAUB D. (1987), Geomorphologische Kartierung im Hochgebirge: ein Anwendungsbeispiel der "Grünen Legende" im Maßstab 1 : 10.000. In: *Berliner Geographische Abhandlungen*, Heft 42, S. 31-37. Berlin.
- LESER H., STÄBLEIN G. (Hrsg.) (1975), Geomorphologische Kartierung, Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1 : 25.000. 2. veränderte Aufl. In: *Berliner Geographische Abhandlungen, Sonderheft*, S. 1-39. Berlin.
- PANIZZA M., CARTON A. (1976), Carta geomorfologica della valle dei Monzoni (Dolomiti) 1 : 15.000. In: *Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali*, XXI, S. 1-40.

- PELLEGRINI G.B. (1975), Carta geomorfologica del bacino del T. Valda (Prealpi dell'Alpago) 1 : 10.000.
- PIPPAN T. (1957), Bericht 1956 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein (94/1) und Untersberg (93/2), 1 : 25.000. In: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, S. 52-56. Wien.
- PLÖCHINGER B. (1990), Erläuterungen zu Blatt 94 Hallein (Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000). 76 Seiten. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- RODOLFI G. (1988), Geomorphological mapping applied to land evaluation and soil conservation in agricultural planning: some examples from Tuscany (Italy). In: Zeitschrift für Geomorphologie Neue Folge, Suppl.-Bd. 68, S. 155-174. Berlin/Stuttgart.
- SCHLAGER M. (1958), Kleine Studie über das Adneter Becken. In: Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft am "Haus der Natur", Tratz-Festschrift, S. 12-17. Salzburg.
- SCHLAGER M. (1959), Bericht über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein (94) und Salzburg (63). In: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, A70-A80. Wien.
- SCHLAGER M. (1960), Geologische Karte von Adnet und Umgebung 1 : 10.000. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- SEEFELDNER E. (1961), Salzburg und seine Landschaften. Eine geographische Landeskunde. 573 Seiten. Salzburg/Stuttgart.
- SEIJMONSBERGEN A.C. et al. (Hrsg.) (1988), Erläuterungen zu den geomorphologischen, geotechnischen und Naturgefahrenkarten des Hinteren Bregenzerwaldes (Vorarlberg, Austria). 82 Seiten. Alpine Geomorphology Research Group, Amsterdam.
- STOCKER E. (1991), Ergebnisse geomorphologischer Detailkartierung an einem Beispiel der Salzburger Kalkvorpalen. In: Arbeiten des Geographischen Institutes Graz, Bd. 30, S. 253-270. Graz.
- STOCKER E. (1992), Geomorphologische Karte des Adneter Beckens 1 : 12.500. Salzburg.
- TESSARI F. (1973), Carta geomorfologica del bacino di Lamón (Val Cismon, Alpi Dolomitiche) 1 : 25.000. In: Memorie del Museo Tridentino di Scienze naturali, 19. Padova.
- TRICART J. (1974), Structural Geomorphology. 305 Seiten. London, New York.
- TWIDALE C.R. (1978), Analysis of Landforms. 572 Seiten. Brisbane, New York et al.
- VAN HUSEN D. (1990), Quartär. In: PLÖCHINGER P. (Hrsg.), Erläuterungen zu Blatt 94 Hallein (Geologische Karte der Republik Österreich), S. 29-36. Wien.
- VERSTAPPEN H.T. (1983), Geomorphology in surveying and mapping. In: Applied Geomorphology. Geomorphological Surveys for Environmental Development, pp 13-28. Amsterdam/Oxford/New York.

## 7. SUMMARY

### Erich Stocker: Geomorphological Mapping in Alpine Environments – the Example of a Region near Salzburg (Austria)

An area in the Salzach Valley (near Hallein, Land Salzburg) was mapped geomorphologically. The large scale of the map (1 : 12.500) required an inventory of individual landforms, as the area studied is characterized by a variety of structural, fluvial, glacial and karst landforms. Processes of mass movements play an important role, especially in the loamy pleistocene deposits. Furthermore, general concepts as to the representation of geomorphological details in geomorphological maps are being discussed.