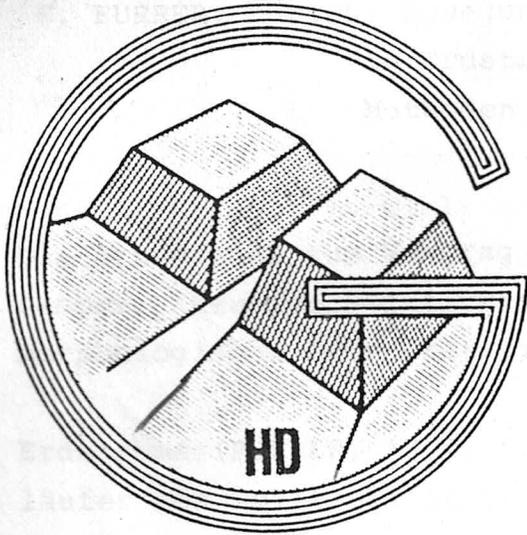


90e



ARBEITSKREIS GEOMORPHOLOGIE

TAGUNG IN HEIDELBERG

1. - 3. OKTOBER 1981

VORTRAGSZUSAMMENFASSUNG

G. FURRER, Zürich: Bewegungs- und Temperaturmessungen auf und  
in Erdströmen des Schweizer Nationalparks /  
Methoden und Ergebnisse

Die Grundlagen zum Vortrag sind der Arbeit meines Schülers Martin Gamper: "Heutige Solifluktionsbeträge von Erdströmen und klimamorphologische Interpretation fossiler Böden" entnommen.

Erdströme (FURRER, 1954; FURRER et al., 1971), zungenförmige Ausläufer von Solifluktionsdecken der subnivalen Höhenstufe, sind seitlich und in ihren Stirnregionen von Steilrändern begrenzt. Geschlossene Vegetation weisen die Ränder auf, während die Erdstromrücken meist nur inselartig Vegetation tragen.

Uns interessiert die räumliche und zeitliche Verteilung der oberflächennahen Bewegung sowie die Grösse der Bewegungsbeträge. Letztere werden mit Hilfe der Lageveränderung von Messmarken ermittelt, die Vermessung erfolgt 2 - 4 mal jährlich durch Vorwärtseinschneiden mit einem Theodoliten oder terrestrisch-photogrammetrisch (Messgenauigkeit  $\pm 0,5$  cm). Die ermittelten Beträge gelten bis in Tiefen von rund 5 cm.

Mitte Juli bis Ende September können kaum Bewegungen nachgewiesen werden. Solifluktion tritt im Herbst und während der Schneeschmelze auf. Höchst gering ist sie in geschlossener Vegetation, am größten in der Mitte der Erdströme. Die Beträge schwanken von Jahr zu Jahr: Auf Erdströmen und der höhenwärts anschliessenden Solifluktionsdecke wurden die Messmarken in einem Jahr schwachen Transportes (1976/77) um 2,5 cm bewegt, 1977/78 dagegen um 6,1 cm (Durchschnitt von 50 Messmarken). Es scheint, daß bei frühem Einschneien kleine, bei spätem große Bewegungsbeträge resultieren.

In lotrecht gebohrten Löchern versenkte Holzstäbchen und mit Hilfe von lotrecht in den Erdstromkörper eingeführten Aluminiumfolien versucht GAMPER den Tiefgang der Bewegung und ihren Charakter zu erfassen. Diese Hilfsmittel werden durch Grabung freigelegt, nachdem sie vom Solifluktionsschutt einige Jahre mitbewegt wurden. Ent-

weder nehmen die Bewegungsbeträge mit zunehmender Tiefe schnell ab und klingen dann langsam aus, oder sie bleiben in einem oberflächennahen Bereich von etwa 25 cm Mächtigkeit fast konstant und fallen dann schnell auf Null ab. Diese beiden Bewegungstypen wurden in mehreren Profilen beobachtet, sie können auch kombiniert auftreten. Der zuerst beschriebene Bewegungstyp wird auf vorherrschendes Frostkriechen zurückgeführt, der zweite auf Gelifluktion (Durchtränkungsfließen über jahreszeitlich gefrorenem Unterboden vor allem während der Schneeschmelze).

Weil Art und Ausmaß der beobachteten Bewegungen von der Bodengefrorenis stark beeinflusst sind, werden Luft- und Bodentemperaturmessungen durchgeführt. Mit 11 Meßfühlern (elektrische Widerstandsthermometer) registrieren wir in verschiedenen Tiefen 8 mal täglich die Temperatur (Meßgenauigkeit  $\pm 0,1^{\circ}$  C).

#### Literatur:

FURRER Gerhard: Solifluktionsformen im Schweizerischen Nationalpark, Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark, Band IV, Heft 29, Liestal 1954.

FURRER Gerhard, BACHMANN Fritz, FITZE Peter: Erdströme als Formelemente von Solifluktionsdecken im Raum Munt Chavagl/Munt Buffalora (Schweiz. Nationalpark), Ergebn. d. wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Band XI, Heft 65, Liestal 1971.

GAMPER Martin: Heutige Solifluktionsbeträge von Erdströmen und klimamorphologische Interpretation fossiler Böden, Ergebn. d. wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Band XV, Heft 79, Liestal 1981.

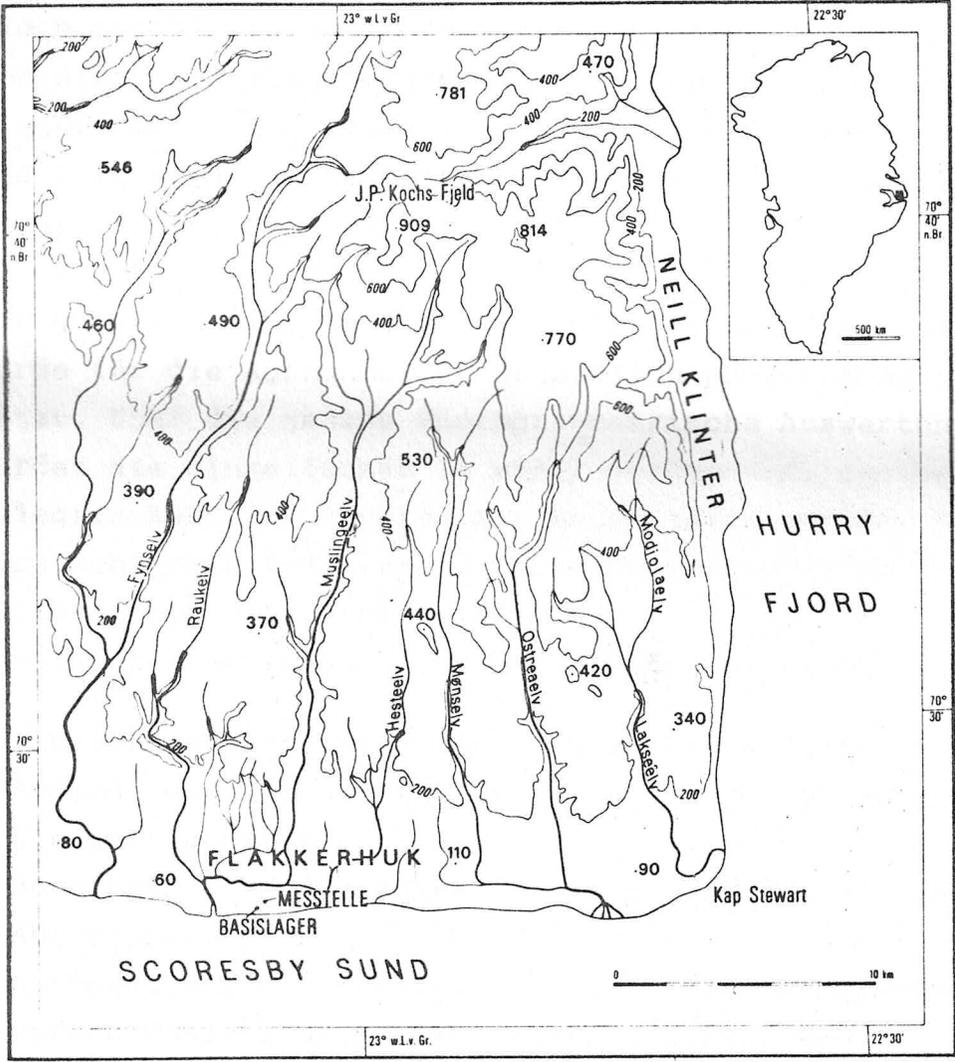
G. STÄBLEIN, Berlin: Morphoklimatische Messungen im nivalen und periglazialen Bereich Ost-Grönlands

Reliefformen und Reliefformgruppen werden in der klimatischen Geomorphologie meist synthetisch mit dem "Formbildungskomplex" oder Formungsmechanismus (im Sinne von BÜDEL 1977) erklärt. Dieser wird in seinen regelhaften planetarisch zonalen Ausprägungen vor allem klimatisch gesteuert, sowohl aktuell als auch historisch durch den Einfluß der Klimaentwicklung. Bisher wurden dafür meist Parameter wie Niederschlag, Aridität, Temperatur u.a. als charakterisierende Randbedingungen herausgestellt. Beim Formbildungskomplex handelt es sich aber um eine Gruppe sehr unterschiedlicher Einzelprozesse, für die die klimatischen Randbedingungen sich erst aus den regional und lokal von den makroklimatischen Werten stark abweichenden Verhältnissen des Mikroklimas der Reliefoberflächen nahen Luft- und Bodenschichten ergeben. - Die Erfassung dieser Parameter ist Voraussetzung für eine analytisch physiogeographische Erklärung der geomorphologischen Prozesse aus den physikalisch-chemischen Zusammenhängen.

Da die Begriffe Mikroklima und Geländeklima in der Meteorologie bereits anders definiert verwendet werden, wird hier von "Morphoklima" gesprochen. Mit diesem Begriff sollen die für das Georelief, die Hauptenergieumsatzfläche des Geoökosystems, wesentlichen klimatischen Bedingungen und Rückwirkungen des Georeliefs auf klimatische Verhältnisse zusammengefaßt werden. Dabei wird außer dem Mikroklima der untersten Atmosphäre auch die thermischen und hvärischen Verhältnisse des oberflächennahen Untergrundes berücksichtigt.

Von diesem morphoklimatischen Ansatz her wurden während des arktischen Polarsommers im Rahmen der "Ostgrönlandexpedition 1980 der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen" charakteristische Werte an einem typischen periglazialen und nivalen Standort im südlichen Jamesoland am Scoresby Sund gemessen. Es handelt sich dort um ein zertaltes Mittelgebirgsrelief mit Tundra, Barflecken und perennierenden Schneeflecken. Es wurden Strahlung, Luftfeuchte, Luft- und Bodentemperaturen mit einem elektronischen Gerät (Data Logger M 1600 L der Firma Microdata) im 10 Minuten-Inter-

vall aufgezeichnet. Mit den Auswertungen der ca. 85 000 Daten und der Vergleich mit den Feldmessungen der Firnablation und den Stationsmessungen der regionalen meteorologischen Hauptstation KapTobin werden Korrelations- und Regressionsmodelle zur Beschreibung und Ableitung morphoklimatischer Zustände und der Energieumsätze entwickelt.



T. WINTGES, München: Untersuchungen an Kleinformen der Glazialerosion mit Hilfe der Nahbereichsphotogrammetrie. Computergestützte Verarbeitung der Meßdaten und ihre statistische Aussage.

Im Rahmen eines interdisziplinären DFG-Programms wurden vor allem Sichelbrüche und Parabelrisse untersucht, und zwar im gemeinsamen Vorfeld zweier Zillertaler Gletscher (Hornkees, Waxeckkees), die sich im Spätglazial an dieser Stelle noch mit dem Schwarzensteinkees zu einer Talvergletscherung vereinigten. Die postglaziale und spätglaziale Gletscherfließrichtung schneiden sich hier fast rechtwinklig. So konnte erstmals an solchen Kleinformen die Wirkung zweier zeitlich und nach Eismächtigkeit und Fließrichtung eindeutig unterscheidbarer Gletscher untersucht werden.

Zur quantitativen und räumlichen Erfassung dieser Kleinformen wurde für die Aufnahme die Nahbereichsphotogrammetrie eingesetzt. Über die genaue Photogrammetrische Auswertung hinaus wurden die Einzelformen in einer genügenden, systematisch festgelegten Zahl von Punkten mit Koordinaten erfaßt. Daraus ergaben sich geeignete Meßdaten für eine Computerverarbeitung. Mit Hilfe entsprechender Programme wurden Ergebnisse erarbeitet, aus denen hier folgende Beispiele kurz behandelt werden:

- Richtungsanalyse mit Zuordnung zu Gletscherfließrichtungen
- Analyse der Formgrößen mit Bezug auf Gletschergrößen bzw. Eismächtigkeiten
- Berechnung des Ausraumes der Sichelbrüche, also absoluter Abtragungswert
- Aufbereitung der Meßdaten für mechanische Berechnungen und Versuche zur Klärung der Entstehungsprozesse.

Auf einer  $10^{\circ}$  bis knapp  $25^{\circ}$  nach SW geneigten Meßfläche in 1630 bis 1645 m Höhe mit Untergrund aus Oberrhätalkalk und Kössener Mergel etwa 300 m südöstlich vom Taubenstein in den Schlierseer Alpen wurden 1971 bis 1980 Messungen zur Hangabwärtsbewegung innerhalb der feinkörnigen Lockermassendecke (Verwitterungsdecke) dieser Meßfläche unternommen. Von mit Theodolittriangulation und Stahlbandmaß vermessenen Festpunkten aus wurden 9 Jahre lang Kontrollen zu eingemessenen 63 cm langen Stahlrohrstäben, die 1/2 m tief in die Verwitterungsdecke eingetrieben worden sind, und nach 4 Jahren zu 16 cm langen in den Boden eingesetzten Teststiften unternommen. Außerdem wurden 25 bis 38 cm lange, 2 cm breite, senkrecht in die Lockerdecke eingelassene Kunststoffbänder nach 9 Jahren kontrolliert. Die Meßgenauigkeit mit einem 50 m Stahlbandmaß konnte für Entfernungen bis auf 50 m auf 1 cm ermittelt werden, für Zollstockmessungen bis 1 m Länge auf etwa 1 mm.

Die 1/2 m tief eingesetzten Stahlrohrstäbe haben in den 9 Jahren sehr geringe, nur z. T. die Meßgenauigkeit gering überschreitende und nur z. T. hangabwärts gerichtete Bewegungen ausgeführt. Die 16 cm langen Teststifte zeigten dagegen nach 4 Jahren Hangabwärtsbewegungen zwischen 0 und 23 mm. Sie sitzen, wie sich gezeigt hat, mit dem unteren Teil in unbewegten, mit dem oberen Teil in bewegtem Substrat.

Weitergehende Klärung ergab das Aufgraben der senkrecht in die Lockerdecke eingesetzten Kunststoffbänder. Ihr unterer, in steifem Verwitterungslehm (B-Horizont) steckender Abschnitt ist senkrecht geblieben. Dieser Befund bestätigt also, daß in dem Verwitterungslehm, in welchem die Stahlrohrteststäbe sitzen, gegenwärtig praktisch keine Abwärtsbewegung stattfindet. Der in dem 8 - 10 cm mächtigen humosen A-Horizont sitzende obere Teil der Kunststoffbänder ist dagegen hangabwärts gekrümmt. Sein oberstes Ende ist einige cm lang gerade gestreckt und hangparallel hangabwärts gerichtet. Dieser oberste Teil lag beim Aufgraben im humosen A-Horizont einige cm unter der Oberfläche. Aus diesen Sachverhalten geht her-

vor, daß gegenwärtig ein unterschiedliches Abtragungsverhalten im A- und B-Horizont der Verwitterungsdecke herrscht. Die Größenordnung der Hangabwärtsbewegung im A-Horizont nimmt von unten nach oben von fast Null bis auf gut  $1/2$  bis  $1 \frac{1}{2}$  cm im Jahr mindestens zu.

Ein geeignetes Festpunktnetz, darauf bezogene sowohl kurz- wie langjährige Kontrolle von eingemessenen längeren Teststäben und von kürzeren Teststiften, die fest genug sind, um nicht durch Tritte von Mensch und Vieh zerbrochen zu werden, und dies in Kombination mit kurz- und langjähriger Kontrolle der Verformung von lotrecht in die Lockerdecke eingesetzten Kunststoffbändern ergeben zusammen ein Verfahren, mit dem genauerer Einblick in die differenzierten Bewegungen innerhalb einer feinkörnigen Lockermassendecke zu gewinnen ist. Die Kontrolle genau vermessener Teststäbe ist nötig, um Absolutwerte der Bewegung zu ermitteln. Die Kunststoffbänder allein würden nur Relativwerte der Bewegung liefern.

O. FRÄNZLE, Kiel: Untersuchungen zur Hangstabilität im Schleswig-holsteinischen Jungmoränengebiet

Ausgehend von zwei Hangentwicklungsmodellen und Befunden, die sich bei der Detailaufnahme des Blattes 8 Bordesholm der GMK 25 sowie speziellen Bodenuntersuchungen ergaben, wird zunächst die Geomorphogenese der Jungmoränengebiete bei Boksee und am Hochfelder See (20 km südlich von Kiel) dargestellt. Letzteres gehört zu den von ausgedehnten Binnensandern durchsetzten Moränenkomplexen der beiden ersten weichselzeitlichen Eisvorstöße, die mit dem Brandenburger Stadium zu parallelisieren sind, ersteres bildet einen Teil des großen Stauchmoränenkomplexes des dritten Vorstoßes, der vermutlich dem Frankfurter Stadium entspricht.

Die durch glazigene Sedimentation, Stauchung und spätglaziale Toteisdynamik entstandenen Primärhänge erfuhren durch periglaziäre Abspülung und Solifluktion eine erste, durch das allerodzeitliche Tieftauen modifizierte Formung. In der Folgezeit konzentrierten sich Solifluktion und holozänes Bodenkriechen auf den Kuppen- und Oberhangbereich, Abspülung auf den mittleren und unteren Teil der Moränenrücken; in historischer Zeit bildeten sich durch Abpflügen Kolluvien beträchtlicher Mächtigkeit.

Die Veränderung der Hangform läßt sich im einzelnen aus den zeitabhängigen Rahmenbedingungen begründen. Die solcherart präziser bestimmbaren Phasen unterschiedlicher Hangstabilität finden ihren Niederschlag sowohl in einer ganzen Reihe pedochemischer Parameter als auch in der kleinräumig auf dem Formen- und Subtypenniveau wechselnden Bodenverteilung insgesamt, die damit zu einem Integralindikator der Hangentwicklung wird, dessen Gültigkeit für den mittleren Bereich des holsteinischen Jungmoränengebietes festgestellt ist.

H. BREMER, Köln: Abtragungsgeschwindigkeiten in den feuchten Tropen

In einem ersten Teil werden einige Bemerkungen über die Bedeutung von Abtragungsmessungen gemacht: Globale und regionale Werte geben eine grobe Vorstellung über den Zeitraum, in dem eine Landoberfläche um zum Beispiel 100 m erniedrigt wird. Sie erlauben kaum Hinweise auf die Formung, sind aber wichtig im Rahmen paläoklimatischer, paläogeographischer und paläotektonischer Überlegungen. Für einen Zeitraum von 1 bis 10 Mio Jahren erscheinen Angaben möglich. Darunter oder darüber hinaus sollte man nicht extrapolieren.

Diese großräumigen Messungen sind zu kontrollieren durch Ablagerungsgeschwindigkeiten. Dabei ergibt sich eine rezente Steigerung der Anlieferung um das 6-8-fache mit unbekanntem Anteil der vom Menschen induzierten quasinatürlichen Abtragung. Es erscheint fraglich, ob auf diese Weise typische Werte für die klimamorphologischen Zonen erreicht werden können.

Bei kleinräumigen Untersuchungen kann man Erosionsraten - Bilanzmessungen eines Einzugsgebietes im Fluß - und Denudationsraten - punktuelle Messungen im Einzugsgebiet unterscheiden. Überlegungen über Schwankungsbreiten natürlicher Ereignisse in räumlichen und zeitlichen Dimensionen zeigen die limitierte Aussagekraft auch solcher Messungen. Je kleiner ein Einzugsgebiet ist, desto störender können singuläre Ereignisse oder lokale Varianzen des Ökosystems sich bemerkbar machen. Daher müssen kleinräumige Messungen auf alle Fälle durch eine Reliefanalyse kontrolliert werden. Wenn dabei absolute Datierungen verwendet werden können, ergeben sich die am besten abgesicherten Werte. Am sinnvollsten erscheinen solche Messungen im Rahmen von Untersuchungen über den Stoffkreislauf.

Abtragungsraten in den Tropen zeigen sehr starke Schwankungen, die bislang durch Heranziehung der anderen Geofaktoren kaum befriedigend erklärt wurden. Ein ähnliches Bild ergibt die Analyse der räumlichen Verbreitung von Schwarzwasser-, Weißwasser und Klarwasserflüssen im Amazonasgebiet. Wahrscheinlich liegt die Erklärung im unterschiedlichen Alter der Reliefentwicklung. Absolut datierte Einzelbeispiele zeigen eine erstaunliche Formen-

Konstanz von Reliefelementen. Zu wenig beachtet wurde bislang die durch Lösung und subterrane Abfuhr bedingte Abtragung und Formung. Für einzelne Reliefelemente kann man eine relative Altersangabe über Verwitterungsreife des Bodens erhalten. Auf anstehendem Gestein zeigen Verwitterungskleinformen eine Konstanz der Oberfläche. Abtragungsraten für größere Gebiete lassen sich aus der flächenhaften Tieferlegung erhalten, wenn die Ausgangsfläche datiert ist. In Schildgebieten kann für ein 100 m-Niveau endpliozänes Alter angenommen werden. In Sri Lanka ist der Ausraum unterhalb im immerfeuchten Gebiet etwa doppelt so groß wie im wechselfeuchten Teil der Insel.

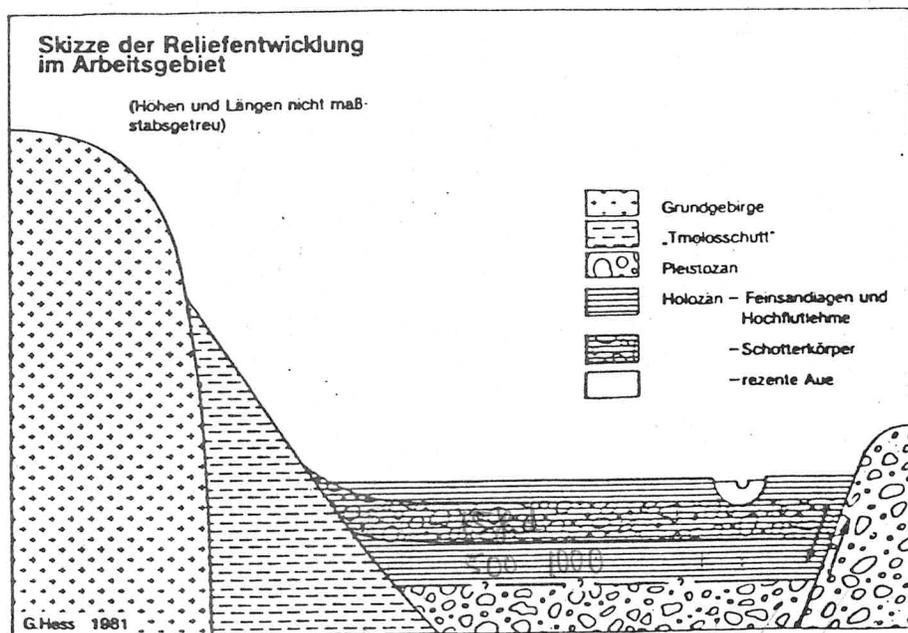
# G. HESS, Erlangen: Die Sedimentation westtürkischer Flüsse in historischer Zeit

Die Frage, inwieweit der Einfluß des Menschen bei rezenten und subrezenten Abtragungs- und Aufschüttungsvorgängen im Mittelmeergebiet eine Rolle spielt, wird anhand von Beobachtungen aus dem westlichen Kleinasien diskutiert. Dies geschieht an drei Beispielen:

In Ephesus können subrezente Sedimente im Talbodenbereich gegliedert und mit Hilfe antiker und mittelalterlicher Bauten datiert werden.

Beobachtungen bei Sardes belegen Hangschuttumlagerungen während des Mittelalters in pliopleistozänen Sedimenten. Gleiches gilt für Nyssa.

Es ist auffallend, daß die Umlagerung von Hangschutt zeitlich sowohl mit erhöhter Schotterführung der Flüsse als auch mit der historischen Epoche des Verfalls des byzantinischen Reiches zusammenfällt. Die Vermutung, daß ursächliche Zusammenhänge bestehen, liegt nahe.



W.-A. FLÜGEL, Heidelberg: Untersuchungen zum mineralischen  
Feststoffaustrag aus einem Lößezugsgebiet  
am Beispiel der Elsenz

Aus der Elsenz wurden seit Februar 1980 Wasserproben auf der Höhe des Pegels "Hollmuth" entnommen und der Schwebstoffanteil nach Filterung gravimetrisch bestimmt. Nach einer Meßwertüberprüfung der Filterplättchen unter dem Mikroskop wurden mit den verbleibenden 93 Wertepaaren, aufgeteilt in Sommer- und Winterhalbjahre, statistische Berechnungen durchgeführt. Als Resultat dieser Analysen ergaben sich exponentielle Ausgleichskurven für beide Halbjahre, mit denen aus dem Wasserstand der Schwebstoffgehalt in mg/l errechnet wird. Bezogen auf den Abfluß ergeben sich stündliche Austräge, die Grundlage zur Berechnung der Tages- und Monatsmittel sind. Abschließend werden die monatlichen Austräge als Mittel aus den hydrologischen Jahren 1977 bis 1980 diskutiert.

0,48 Promille Gefälle

150 mm Niederschlag im Mittel

4,5 m<sup>3</sup> pro sec (<sup>min</sup> 0,7 — <sup>max.</sup> 33,7)

F. FEZER, Heidelberg: Eine neue Bezifferung für Flußabschnitte -  
zur Diskussion gestellt

Wenn man bei der Klassifizierung von Flußabschnitten von Karten oder Luftbildern kleiner Maßstäbe ausgeht, stimmen die von HORTON, SCHEIDEGGER und anderen entdeckten Beziehungen ganz gut. Sobald man jedoch auf große Maßstäbe übergeht, wirft man ungleichwertige Abschnitte in eine Gruppe. Frau ULRIKE BARTL hat ein von mir entwickeltes modifiziertes Verfahren erstmals bei Kämmen angewandt, eine andere Kandidatin wird die Täler untersuchen. Dabei fangen wir in einem Einzugsgebiet nicht mit der 1., sondern mit der 2. Ordnung im obersten Flußabschnitt an; sobald ein Nebenfluß einmündet, beginnt die 3. Ordnung; kommen 2 Flüsse 3. Ordnung zusammen, beginnt die 4. Ordnung usw. Bei der 4., 5. oder 6. Ordnung zeigen sich in der Nachbarschaft "vergleichbare Täler" mit ähnlichem Einzugsgebiet, ähnlichen Richtungen und ähnlichem Gefälle. Sie werden nun zu einer willkürlichen Bezugseinheit, von der aus wir vorwärts und rückwärts zählen, dabei gelangen wir oftmals schon bei der 2. Ordnung an die Quelle, behalten aber die 1. Ordnung als Reserven für ein besonders fein verästeltes Netz.

P. ERGENZINGER, Berlin: Möglichkeiten und Perspektiven der Messung von Grobgeschiebebewegungen durch die Magnetschottertechnik

Die Bestimmung des Feststofftransportes erfordert die Messung von Geschiebe und Schweb. Während Schweb- und Sandkonzentrationen durch verschiedene Meßtechniken relativ genau bestimmt werden können, ist die Messung der Frachtvolumen von Kiesen und Schottern noch immer sehr problematisch. Je gröber das Geschiebe, desto weniger Meßdaten liegen vor.

Techniken zur Bestimmung von Grobgeschiebefrachten sind:

1. Messung von Sedimentationsraten in Senken z.B. Deltaschüttungen.
2. Fangkörbe.
3. Unterwassermikrophone.
4. Markierungsstoffe.
  - 4.1 Luminoforen.
  - 4.2 Radioaktive Tracer.
  - 4.3 Magnettracer.

Die Grundidee der Magnetschottertechnik ist einfach. Wenn ein Magnet mit hinlänglicher Geschwindigkeit durch ein stabiles Magnetfeld bewegt wird, so entsteht durch Induktion ein Signal. Das Meßprinzip bedingt, daß in einem Meßprofil über oder unter dem Geschiebeband durch Spulen ein stabiles Magnetfeld erzeugt wird.

Magnetschotter kommen natürlich vor oder können hergestellt werden. In Kalabrien wurden die Schotter entlang der C - Achse durchbohrt und mit einem Stabmagneten bestückt. In Montana gibt es im Squaw Creek Andesite mit einem hohen Magnetitgehalt. Unter den Grobkiesen und Schottern (größer 32 mm) gibt es bei etwa 10 % der Steine Magnetfeldstärken von über 200 Gamma. Dies genügte um Signale im mV Bereich beim Durchgang über die Betonblöcke zu induzieren.

Mit Hilfe der Meßanordnung in Kalabrien wurde die untere Grenzbedingung für den Geschiebetrieb untersucht, während im Squaw Creek vor allem das Geschiebevolumen bei Hochwasser bestimmt

wurde. In beiden Fällen können wir auf gute Ergebnisse verweisen. Besonders einsatzfähig und preiswert ist die Meßtechnik dort, wo der Fluß natürlich magnetische Schotter führt.

Die Periodizität des Geschiebetriebes läßt sich bei allen Meßanordnungen nachweisen. Bei einer geeigneten Anordnung von mehreren Spulen im Längsprofil ist auch die Relativgeschwindigkeit des Geschiebes zu messen. Unter Laborbedingungen ist es möglich mit künstlichen Magnetschottern selbst den Spin des Schotters zu untersuchen.

Mit Hilfe der Magnetschottertechnik sind somit nicht nur neue Meßserien zur Transportkapazität und zum Geschiebevolumen einzelner Einzugsgebiete möglich, sondern es sind auch hinreichende Datensätze zu erwarten um Geschiebeformeln für Schotter zu entwickeln.

H.-J. PACHUR, Berlin:

Etwa 6 % der Fläche von Berlin West bilden Seen, Flußseen, Kanäle und fließende Gewässer. Geoökologische Steuerung und Regelung des Systems Grundwasser-Oberflächenwasser initiierten Untersuchungen über die limnischen Sedimente mit Schwerpunkt auf die Havelseen.

Durch Bohrungen abgesicherte seismische Messungen führen zu einer teilweise flächenhaften Angabe der Verbreitung und Mächtigkeit subhydrischer Sedimente.

Mittels Pollenanalyse, Diatomeenbestimmung und sedimentologische Parameter kann die Genese der Seebecken bis in das Spätglazial zurückverfolgt werden, Aussage über die Nährstoffsituation der Seen erscheinen möglich. Die Sedimentationsrate wird abgeschätzt. Minerogener Detritus charakterisiert die spätglazialen Sedimentabschnitte, während die holozänen durch Kalkmudden gebildet werden. Änderung in der Textur und mineralogischer Sedimente werden diskutiert. Im oberen Meter, der mittels eines Tiefgefriergerätes beprobt wurde, werden Schwermetallgehalte und organische Umweltchemikalien bestimmt.

R.-G. SCHMIDT, Basel: Bodenerosionsversuche unter künstlicher  
Beregnung

Zunächst werden Typ und Technik der Beregnungsanlage vorgestellt, die eigens zum Einsatz auf den Meßparzellen (1 x 10 m und 1 x 2,5 m) im Untersuchungsgebiet Möhliner Feld/Hochrhein entwickelt wurde. Die Regentropfen werden mit Hilfe von Kapillaren ( $250/m^2$ ) und einem Verteilersieb erzeugt. Die Intensität der künstlichen Niederschläge kann durch Druckreduzierventile und mechanische Durchflußbegrenzer zwischen 0,3 und 2,4 mm/min gewählt werden. Die methodischen Probleme liegen v. a. in der gleichmäßigen Wasserversorgung, dem Zustand der Kapillaren und der hohen Windempfindlichkeit.

Die Ziele der zur Ergänzung der natürlichen Messungen auf den Mini- und Normalparzellen eingesetzten Anlage liegen in der raschen und reproduzierbaren Erfassung und Quantifizierung der Faktoren Niederschlagsmenge und -intensität, Hangneigung, Bearbeitungsrichtung und Schutzmaßnahmen in ihrer Wirkung auf Prozeß und Ausmaß der Bodenerosion.

Es folgt dann die Beschreibung des eigentlichen Versuchsablaufs: Dieser besteht aus einer Reihe von Vorversuchen zur genauen Bestimmung der Niederschlagsparameter des vorgesehenen Abtragsversuches; es werden Niederschlagsmenge und -intensität auf der berechneten Parzelle gemessen sowie der Wasserverlust (bezogen auf die Eingabe). Dann erfolgt der Abtragsversuch, wobei neben verschiedenen Randbedingungen v. a. der Oberflächenabflußgang registriert wird und Beobachtungen zum Bodenerosionsprozeß angestellt werden (Abflußbeginn, Abflußverhalten).

Schließlich werden noch erste Ergebnisse vorgestellt, insbesondere zur Auslösung der Bodenerosion, zur Oberflächenabflußmenge und -geschwindigkeit, zur abgespülten Materialmenge und ihrer Korngrößenzusammensetzung und zur Wirkungsweise unterschiedlicher Bearbeitungsrichtungen.

W. SEILER, Basel: Erosionsanfälligkeit und -schädigung verschiedener Geländeeinheiten in Abhängigkeit von Nutzung, Niederschlagsverlauf und Bodenfeuchtegang

Die Bodenerosionsmessungen von drei Jahren im Tafeljura vergegenwärtigen, daß die Auslösung von morphodynamischen Prozessen und ihr Verlauf ein hochkomplexes System verschiedenster Parameter ist, deren Einflüsse aber unterschiedlich stark am Ereignis beteiligt sind. Die wichtigsten Faktoren sind eindeutig die Form der Geländeeinheit, die Art der Nutzung, Die Bodenform und ihr spezifischer Bodenfeuchtegang und selbstverständlich der Niederschlagsverlauf. So ergeben sich beispielsweise auf 30 - 40 cm mächtigen Hangschuttrendzinen selbst bei Niederschlagsmengen von 40 mm mit maximalen Intensitäten von  $15 = 0,82 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  und  $130 = 0,19 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  nur Erosionsverluste in der Größenordnung von 100 - 150 g (Mais, längsbearbeitet,  $17^\circ/43 \text{ m}^2$ ) und bei Querbearbeitung um 30 - 50 g. Hierbei dürfte es sich zum größten Teil um Splashmaterial handeln, weil infolge der hohen Infiltrationskapazität praktisch kein oberflächlicher Abfluß entsteht. Auf den unbewachsenen Parzellen der Testfläche einer Kalktuffschluffbraunerde ( $10 \text{ m}^2/14^\circ$ ) flossen rund zwei bis vier Liter Wasser und 100 bis 265 g Boden ab. In einer Geländemulde ( $6^\circ/945 \text{ m}^2/100 \text{ cm}$  hoher Winterweizen, querbearbeitet) entstand kein Abtrag. Ein anderer Niederschlag mit  $42,6 \text{ mm}$   $15 = 1,23 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $130 = 0,22 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  führte bei den Testparzellen auf einer Kalklehmkerfbraunerde zu rund 23 kg Bodenverlust ( $9,5^\circ/10 \text{ m}^2$ /vegetationslos/längsbearbeitet) und bei gleicher Bearbeitung, aber  $20 \text{ m}^2$ , zu 29 bis 37 kg. Eine mit Roten Beten bestandene Fläche der gleichen Bodenform ( $11^\circ$ /querbearbeitet) brachte nur einen Bodenabtrag von 377 g. In einer Geländemulde mit der gleichen Bodenform und Nutzung ( $2 - 11^\circ/3250 \text{ m}^2$ ) ergab sich ein Bodenverlust von rund 50 kg. In einer anderen Geländemulde mit  $8,5^\circ$ ,  $1200 \text{ m}^2$ , betrug der Bodenverlust (Mais  $100 \text{ cm}$ /querbearbeitet) ca.  $3750 \text{ dm}^3$ . Dieser überproportional hohe Abtrag ist einerseits auf die Maisnutzung und andererseits auf den höheren Tongehalt zurückzuführen, der zu Stauerscheinungen und der Ausbildung einer leicht pseudovergleyten Kalklehmkerfbraunerde führt. Allgemein kann gesagt werden daß die Geländemulden bei Stark- und Dauerregen ab einer gewissen Mindestmenge potentiell stark erosionsanfällig sind, sofern nicht Infiltrationskapazitäten wie bei den Rendzinen vorhanden sind. An gestreckten Hängen führen nur hohe

Regenmengen und -intensitäten zu ausgeprägten Bodenverlusten, wobei die nötige Intensität bzw. Regenmenge und Bodenverlustmenge von der Bodenform abhängig sind.

R. DIKAU, Heidelberg: Oberflächenabfluß und Bodenabtragung von  
Testparzellen im Versuchsfeld "Hollmuth" im  
Vergleich zu natürlichen Standorten

Es werden die Meßergebnisse von 3 Meßparzellen (mit und ohne  
Bewuchs) und von 2 Feldmeßpunkten (Winterweizen- und Maisan-  
bau) aus drei hydrologischen Halbjahren vorgestellt (Sommer 79 -  
Winter 80 - Sommer 80).

Nach Erläuterung der abfluß- und abtragintensivsten Situatio-  
nen auf den Meßparzellen und der wesentlichen Bedingungen für  
die Abfluß und Abtragsbildung auf den Ackerflächen, wird die  
Möglichkeit der Vergleichbarkeit der beiden Meßdimensionen  
diskutiert.

K. HEINE, Saarbrücken: Bodenabtrag in Zentralmexiko: Messungen -  
Extrapolationen - geomorphologisch-sedimento-  
logische Befunde

In der Region Puebla/Tlaxcala wurden im Rahmen des Mexiko-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft von H.-R. WEGENER 1975/76 auf fünf verschiedenen landwirtschaftlich genutzten Flächen und zwei Duripan-Flächen Niederschlag, Abfluß und Bodenabtrag gemessen. Die gemessenen Werte des Bodenabtrags werden extrapoliert und mit den geomorphologisch-sedimentologischen Befunden verglichen und diskutiert. Daraus ergeben sich interessante Aspekte zu verschiedenen Problemen der Bodenerosion für das zentralmexikanische Hochland während der letzten 2500 Jahre.

H. BRÜCKNER, Düsseldorf: Ausmaß von Erosion und Akkumulation im  
Verlauf des Quartärs in der Basilicata  
(Süditalien)

Die rapide quartäre Morphogenese in der Basilicata wird exemplarisch an dem am Golf von Tarent gelegenen Küstentiefland von Metapont dargestellt. Das diese Landschaft in morphologischer Hinsicht prägende Merkmal ist eine riesige Meeresterrassentreppe, anhand derer wesentliche Aussagen über das Ausmaß von quartärer Erosion und Akkumulation gemacht werden können - sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht.

Weite Teile der Basilicata sind im Quartär durch die Auffüllung des Bradanischen Grabens mit marinen Sedimenten entstanden. In dieser tektonischen Schwächezone zwischen Apulischer Kalktafel und Calabrisch-Lukanischem Apennin sedimentierte das Calabriano-See bis über 1 000 m mächtige Tone. Der pliozäne/calabrische Sedimentationszyklus wird durch z.T. konglomeratisch verfestigte Schotterlagen abgeschlossen, die sich durch die Schüttung der Paläoflüsse Lukaniens in das regredierende Calabriano-See bildeten. Aus dieser riesigen Uroberfläche entwickelte sich die oberste Terrasse (T11). Danach weitere zehn morphologische Meeresterrassen, T10 bis T1. Es lassen sich mehrere große Sedimentationszyklen ausgliedern, die nacheinander T11, T10/9, T8/7, T6, T5/4, T3 und T2/1 schufen. Die Terrassen werden voneinander durch Terrassenkanten getrennt, die als fossile Kliffs marine Abrasion in den Transgressionsphasen belegen.

Mit Hilfe paläomagnetischer Messungen konnten die Bildungszeiträume von T1 bis T10 als Brunhes- und von T11 als Matuyama-zeitlich erkannt werden. Nach tephrochronologischen Analysen entstand T8 600 000 - 500 000 BP.  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ -Datierungen an Mollusken aus T1 ergaben für diese unterste Terrasse einen Mindestzeitraum der geologischen Terrassenbildung von 110 000 ( $\pm$  10 000) bis 63 000 ( $\pm$  3 000) BP. Die chronostratigraphische Einordnung der übrigen Terrassen erfolgte durch Parallelisierung der Meeresterrassengeneese mit der EMILIANI/SHACKLETONschen Paläotemperaturkurve für den äquatorialen Pazifik. Nach an absoluten Daten orientierter Termini-

nologie fallen T11 ins Sizil, T10 - T6 ins Milazzo, T5 und T4 ins Paläotyrrhen, T3 und T2 ins Eutyrrhen und T1 ins Neotyrrhen. Die meerwärts vor den Küstenterrassen gelegene Küstenebene - T0 - T(0) - ist holozäner Genese und damit Versil-zeitlich-

Ein weiteres Ergebnis der Forschungen war ein für das zentrale Untersuchungsgebiet entwickeltes geologisches Standardprofil (Calabriano-Tone im Liegenden, darüber Terrassensockel, 2 - 10 m mächtiger Hauptschotterkörper und i. allg. unter 2 m mächtige Terrassenabschlußsedimente). Es hilft, die Genese mariner Akkumulationsterrassen zu erklären: Sie sind aus in ein regredierendes Meer geschütteten fluvialen Deltagenerationen entstanden.

Überhaupt wurde die Genese des tarentinischen Küstentieflandes entscheidend durch die Flüsse (Bràdano, Basento, Cavone, Agri, Sinni) geprägt. Einerseits lieferten sie - neben der Küstenströmung - mit ihren Sedimenten das Material zum Aufbau der Meeresterrassen, andererseits zerstörten sie diese teilweise, besonders in den Regressionsphasen. Sobald der schützende Hauptschotterkörper abgetragen war, boten die darunter liegenden Calabriano-Tone keinen Widerstand mehr, und Erosion und Denudation konnten beispielsweise das tief zerrunste, badland-artige Lukanische Hügel-land aus der ehemaligen Uroberfläche und den obersten Terrassen herausmodellieren.

Erst durch die Klärung der Chronostatigraphie war es möglich, auch quantitative Aussagen über das Ausmaß von Erosion und Akkumulation zu machen. Der Saldo des Materialumsatzes erreicht für T10 am Cavone bei Pisticci einen relativen Abtragswert von mindesten 0,60 m pro Jahrtausend. Für T8 werden an demselben Fluß mindestens 0,45 und für T1 am Basento etwa 0,40 m/Jt. errechnet. Mit einer Abtragskarte lassen sich die Extremwerte für die einzelnen Terrassen und die flächenmäßige Verbreitung der unterschiedlichen Abtragsraten erfassen. Dabei ist zu beachten, daß die absoluten Zahlen in der Regel wesentlich höher sind als die relativen, wie z. B. Flußterrassenreste und heute mit Alluvionen gefüllte Würmzeitliche Erosionsrinnen belegen.

Fluviale Erosion wird auch deutlich an der Vielzahl von Trocken-  
tälern und großen geköpften Paläotälern. Letztere sind auf T5,  
T4 oder T3 eingestellt und beweisen starke Abtragung im Lukani-  
schen Hügelland durch Abtrennung ihrer Oberläufe etwa zwischen  
300 000 und 200 000 BP.

Die Akkumulationsraten beim Aufbau der Meeresterrassen schwanken  
natürlich, abhängig von Hebungsgeschwindigkeit und Intensität der  
Materialzufuhr. Als Anhaltswert kann eine aus absoluten Daten für  
T1 im Bereich des Basento berechnete Zahl gelten: Von 75 000 bis  
63 000 BP. wurden durchschnittlich 0,54 m/Jt. an Sanden und Schot-  
tern vom Meer abgelagert.

Neben der Glazialeustasie beeinflusste differenzierte Hebungstekto-  
nik marine wie fluviale Erosion und Akkumulation. Im Gebiet zwi-  
schen den Flüssen Basento und Cavone kann man eine Hebungsrates  
von 0,5 m/Jt. in den letzten 500 000 Jahren nachweisen. Zum Apennin  
hin nehmen die Beträge zu und erreichen im Gebirge selbst Werte  
über 1 m/Jt. Eine Folge dieser starken Hebung ist das enorme  
Ausmaß der pleistozänen Abtragung im SE der Basilicata, wodurch  
dort die Meeresterrassen vielfach völlig zerstört sind.

Die Flüsse der Basilicata sind durch ihren torrentiellen Abfluß,  
die Art der anstehenden Gesteine und vor allem seit dem Eingriff  
des Menschen in den Naturhaushalt zu enormem Transport fähig. Auf  
rezent starke Geomorphodynamik weisen die für die Einzugsgebiete  
von Bràdano und Sinni errechneten heutigen Abtragsraten von min-  
destens 0,83 bzw. 1,64 mm/a hin. Als Folge davon wurde u. a. die  
Küstenebene gebildet, wo sich in historischer Zeit eine bedeutende  
negative Strandverschiebung nachweisen läßt.

Das Bindeglied zwischen den Denudationsvorgängen im Hinterland ei-  
nerseits und dem meerwärtigen Wandern der Strandlinie andererseits  
stellen die Flußtäler dar. In ihnen sind durch mehrere Böden ge-  
gliederte Holozänterrassen ausgebildet. In einer alten Erosions-  
kerbe des Sini im Bereich der Küstenebene ergibt ein 57 m unter  
der Oberfläche erbohrter und auf 11 170 ( $\pm$  160) BP. 14C-datierter

Torf eine Akkumulationsrate von etwa 5,1 mm/a. Durch archäologische Funde kann für die Holozänterrasse des Cavone im Bereich von T5/4 eine durchschnittliche fluviale Sedimentation von 8,14 mm/a etwa zwischen 375 v. Chr. und 1100 n. Chr. nachgewiesen werden. Insgesamt zeigen die im Vergleich zum Pleistozän sehr hohen Werte im Holozän den starken Einfluß des anthropogenen Eingriffs in die Natur vor allem durch Entwaldung und Beackerung seit der Zeit der Magna Graecia.

H.-G. MOLLE, Berlin: Geomorphologische und sedimentologische Studien im Tibesti-Gebirge

Von besonderem Interesse bei geomorphologischen und sedimentologischen Untersuchungen in der Sahara sind Aussagen über Art und Ausdehnung (räumliche und zeitliche) von Klimaschwankungen. Aus der Rekonstruktion und dem Vergleich des Formungsgeschehens an verschiedenen Lokalitäten können Hinweise auf den Mechanismus der Klimaentwicklung dieses Raumes gewonnen werden.

Am Beispiel der Depression von Bardai wird der Formungsablauf im Randbereich der Vulkanmassive des Tibesti-Gebirges vom Beginn der Beckeneintiefung bis zu den rezenten Formungsvorgängen beschrieben. Der rekonstruierte Formungsablauf läßt sich in seinen Grundzügen mit den von ROGNON (1967) aus dem Randbereich des Atakor im Hoggar-Gebirge vorgelegten Untersuchungsergebnissen vergleichen. M.E. ist die Schlußfolgerung zulässig, daß im wesentlichen klimatische Einflüsse die Parallelität des Formungsgeschehens verursacht haben könnten.

Darüber hinaus gibt es für die Zeit des jüngeren Pleistozäns und Holozäns (Abfolge einer älteren Seenphase, einer relativ trockenen Phase während der Oberterrassen-Akkumulation, einer jüngeren Seenphase zur Zeit der Mittelterrassen-Akkumulation und einer kurzen Trockenphase am Ende dieser Akkumulation) Belege für die Möglichkeit einer Korrelation mit Befunden anderer Autoren aus der Sahara und ihren Randgebieten (FAURE 1969, WILLIAMS 1970, GEYH u. JÄKEL 1974, SERVANT 1974, WICKENS 1975, GASSE 1976 u. a.). Hinweise auf relativ feuchte klimatische Verhältnisse während der jüngeren Seenphase im Tibesti gibt es auch am Nordrand der Sahara in Tunesien (MOLLE 1979). Der Hypothese einer Gleichzeitigkeit langfristiger Klimaschwankungen in der Sahara und ihren Randbereichen (BEAUDET u. a. 1976, LAMB 1978, SARNTHEIN 1978, FLOHN u. NICHOLSON 1979 u. a.) ist daher bei zukünftigen Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

H. BESLER, Stuttgart: Die nordöstliche Rub' al Khali im Bereich der Vereinigten Arabischen Emirate.

Die Rub' al Khali wird als riesiger - wahrscheinlich pliozäner - Schwemmfächer aus dem westlichen Hochland (vermischt mit Alluvionen aus dem Hadramaut- und Omangebirge) mit anschließender quartärer Umlagerung gedeutet. Schon in dem kleinen Ausschnitt, der im Bereich der VAE liegt, lassen sich sowohl topographisch als auch sedimentologisch zwei Arten von Sandwüsten unterscheiden:

Die nordöstlichen Dünen zwischen dem Arabischen Golf im Westen und dem Omangebirge im Osten sind rot (7,5 - 5 YR), durch eine ortstypische Halbwüstenvegetation fixiert und wirken eingeebnet. Hohlformen wie Gräben und Hufeisenkessel sind charakteristischer als Dünen. Die Sande bestehen vorwiegend aus kantengerundeten, polierten Quarzkörnern terrestrischer Herkunft. Granulometrische und morphoskopische Indizien deuten auf Schüttung aus dem Omangebirge und anschließende Umlagerung durch westliche Winde hin, die auch aus känozoischen äolischen Sandsteinen abgeleitet wurden.

Die südwestlichen Dünen zwischen der Golfküste im Norden und den Liwa-Oasen im Süden beginnen mit kleinen Barchanen im Norden, die sich nach Süden zu größer werdenden Querdünen-Reihen mit regelmäßigen Abständen zusammenschließen. Bei Al Liwa sind Riesenformen (Draa) mit sekundären Dünen ausgebildet. Dazwischen liegen isolierte Depressionen mit Sebchencharakter. Die Sandbedeckung erreicht hier ihr Maximum und nimmt nach Südosten zugunsten der Sebchenflächen wieder ab. Die Sande sind unterschiedlicher Herkunft: Dazu gehören feinkörnige (0,063 - 0,125 mm) helle (10 YR), kantengerundete und mattierte Sande aus tertiären äolischen Sandsteinen, die noch inselhaft anstehen, sowie rote (5 YR) mattiertgerundete Quarzkörner aus ebenfalls tertiären Sedimenten, die miteinander nur ungenügend vermischt sind. Die Hauptmasse der

Dünensande besteht jedoch aus größeren (0,125 - 0,25 mm) hellen (10 YR), ziemlich gut gerundeten und polierten Quarzkörnern mit längerer aquatischer Vergangenheit und könnte aus dem großen Rub' al Khali-Schwemmfächer stammen. Diese südwestlichen Dünen wurden von starken nördlichen Winden geschaffen und sind rezent aktiv, wobei sie durch die schwächeren aktuellen Winde aus wechselnden Richtungen überformt werden.

A. SEMMEL, Frankfurt: Reliefformung im Basaltgebiet der feuchten  
Randtropen Mittel- und Südbrasilien

Ein Querschnitt durch das brasilianische Basaltgebiet von den höchsten Teilen (1000 - 1200 m ü. NN) im zentralen Paraná bis zu den nur  $\pm$  100 m ü. NN liegenden Gebieten im äußersten Südwesten Rio Grande do Suls zeigt eine charakteristische Dreigliederung. In den tiefsten Bereichen dominiert ein flachwelliges Relief, das von Muldentälern mit nicht eingeschnittenen Flüssen durchzogen wird. Auf weiten Strecken steht der unverwitterte Basalt dicht unter der Oberfläche an. Es wechseln Ranker und Braunerden, die zum Teil in flachgründigem Zersatz entwickelt sind. An der Grenze zwischen Zersatz und frischem Gestein ist oft eine Eisenkruste anzutreffen.

Mit steigender Meereshöhe nimmt die Zertalung zu. In verschiedener Höhe sind Reste von Flächen erhalten, in deren Bereich mächtige Rotlehme mit tiefen Zersatz vorherrschen. Die Wasserläufe haben in der Regel diese mächtigen Verwitterungsdecken zerschnitten und fließen im frischen Basalt, der auch an den Hängen oft zutage tritt.

Ab ca. 1000 m ü. NN wird diese Landschaft von einem Relief abgelöst, in dem tiefer eingeschnittene Täler fehlen, es dominieren flache Täler, die sich oft zu kleinen Ebenen mit Versumpfungstendenz ausweiten. Die stärkere Ausräumung ist zum großen Teil in zwischen den Basaltdecken liegenden Tuffen erfolgt. In dieser Höhenlage fehlen Rotlehme. Stattdessen sind Ranker und Braunlehm-Parabraunerden ausgebildet, letztere fast ausschließlich auf umgelagertem Material. 14 C-Daten deuten auf eine in der letzten Kaltzeit erfolgte Umlagerung hin. Dabei spielten sowohl Verschwemmungen als auch Solifluktion eine große Rolle. Weitverbreitete Umlagerungserscheinungen eindeutig holozänen Alters, sieht man von Rutschungen und der anthropogen bedingten Bodenerosion ab, wurden nicht gefunden. Das gilt auch für die tieferen Regionen. Demnach ist die holozäne Verwitterung an vielen Stellen in diesem subtropischen Gebiet nicht über das Ranker- bzw. Braunerdestadium hinausgelangt.

P. FELIX-HENNINGSSEN, Bonn: Pedostratigraphische Untersuchungen  
im Altdünen- (Goz-) Komplex Nord-Kordofans /  
Sudan

Im Rahmen einer Expedition (Leitung: Prof. Dr. D. JÄCKEL, FU Berlin), die Anfang 1981 in die Sahelzone der Republik Sudan nach Nord-Kordofan führte, wurden bodenkundliche Felduntersuchungen zur Genese, Vergesellschaftung und Stratigraphie von Böden und Paläoböden vorgenommen.

Das Untersuchungsgebiet in Umgebung der Ortschaft Umm Badr ( $14^{\circ}20'$  nördl. Breite, ca. 700 km WSW von Khartoum) liegt am Nordrand des fossilen bewachsenen Dünengürtels, der sich im Sudan zwischen  $10^{\circ}$  N und  $16^{\circ}$  N über 1000 km weit von E nach W erstreckt. In der Literatur wird er als paläoklimatischer Anzeiger einer oder mehrerer langdauernder Ariditätsphasen gedeutet, die ihren Beginn etwa vor 20 000 Jahren hatten und in denen sich die Sahara bis zu 450 km weit nach Süden ausdehnte.

Die Untergliederung der Goz-Ablagerungen durch rotbraune Fossilböden unterschiedlicher Intensität und Mächtigkeit beweist, daß die äolische Sedimentation des Dünengürtels in mehreren Ariditätsphasen ablief, die durch zwei lange Feuchtphasen und mehrere kurze humide Intervalle mit Substratfestlegung und Bodenbildung unter Vegetation unterbrochen wurden.

Die rezente Morphodynamik ist in charakteristischer Weise vom Verteilungsmuster der oberflächennahen Paläoböden abhängig:

Der in älteren Goz-Sedimenten vorwiegend auf der Nordseite der Inselberge ausgebildete mächtige, rotbraune Reliktboden fördert durch die pedogenetisch bedingte Verdichtung Flächenspülung, Gully-Erosion und Hangschuttaufrtrag. Auf der Südseite der Inselberge wird dieser Paläoboden von 20 - 40 m mächtigen, nach Süden abstreichenden Lee-Dünen einer jüngeren Goz-Sedimentationsperiode überlagert, die in sich durch weitere Paläoböden untergliedert sind. In diesen jüngeren Ariditätsphasen wurden auf der Luv-Seite der Inselberge keine neuen Sedimente abgelagert.

Die rezente Bodenbildung auf den Lee-Dünen, die im Vergleich zu dem Reliktboden nur schwach entwickelt und noch gut durchlässig ist zeigt eine äolische Überformung durch Deflation und Sedimentation, was durch die gegenwärtig voranschreitende Desertifikation eine zunehmende Bedeutung erlangt.

E. KING, Heidelberg: Dauerfrostboden in den Hochgebirgsregionen Skandinaviens und seine Erfassung mit Hilfe von Bodentemperaturmessungen und geoelektrischen Sondierungen

Permafrostvorkommen finden seit einigen Jahren auch in Europa ein wachsendes Interesse. Während in der Praxis unter anderem die Stabilität von Bauten auf Dauerfrostboden eine primäre Rolle spielt, wird die wissenschaftliche Bedeutung von Permafrost für die Geomorphologie, Hydrologie und Biologie heute anerkannt und vermehrt untersucht. Insbesondere im Bereich der Geomorphologie fehlen Angaben für den skandinavischen Raum fast völlig, sieht man von den sehr zahlreichen Arbeiten über Palsen ab.

Erster Schritt bei Untersuchungen über das Beziehungsgefüge zwischen Morphologie und Permafrostvorkommen ist die Erfassung der Permafrostverteilung in typischen Testgebieten. Dabei stehen, neben zeitraubenden Grabungen, indirekte, geophysikalische Arbeitsmethoden wie Refraktionsseismik, Messung der Basistemperatur der winterlichen Schneedecke, Registrierung der Bodentemperaturen und geoelektrische Sondierungen im Vordergrund. Im Gegensatz zur Refraktionsseismik erlauben die beiden letztgenannten Methoden neben der Erfassung der Auftautiefe oft auch quantitative Hinweise auf die Mächtigkeit des Dauerfrostbodens. Wie bei anderen indirekten Methoden ist aber auch hier unumgänglich, die gewonnenen Ergebnisse an ausgewählten Stellen durch ergänzende Arbeitsweisen zu sichern. Das Referat zeigt an ausgewählten Beispielen aus Nord- und Südsandinavien Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen von Bodentemperaturmessungen und geoelektrischen Sondierungen.

M. LÖSCHER, Heidelberg: Zur Klimagenese und Stratigraphie der jungquartären fluviatilen Sedimente des Rheingrabens im Gebiet Heidelberg - Mannheim

Der Vortrag bringt einen Zwischenbericht der gegenwärtig laufenden Untersuchungen im Bereich des Neckarschwemmfächers (NSF) und seiner angrenzenden Gebiete. Gegenstand der Forschung ist hauptsächlich das in Kiesgruben und Baugruben anfallende organische Material (Holzreste, Torfe, Konchylien, Säugerreste), das von einer Arbeitsgemeinschaft, der Fachspezialisten aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen angehören, untersucht wird.

Die folgenden Ergebnisse gelten hauptsächlich für den peripheren westlichen Teil des NSF:

1. Die Sedimente aus dem Spät- und Hochglazial liegen ca. 1 - 5 m unter Flur. Sie sind oft von Kryoturbationserscheinungen überprägt und enthalten vor allem im unteren Teil hochkaltzeitliche Konchylien (K. MÜNZING). Holzreste und Torfe wurden in diesen Schichten bisher nicht gefunden.
2. In ca. 5 - 10 m Tiefe läßt sich anhand von Stammresten für die Zeit von ca 27 000 - ca. 45 000 JBP ein Kiefernwald nachweisen, in dem vereinzelt Birke, Erle und Weide auftraten.

Unterhalb dieser Schicht liegen die Sedimente des NSF im Grundwasser. Für die Probeentnahme ergeben sich dadurch Schwierigkeiten, die in der Regel nur durch häufige und sich über einen längeren Zeitraum erstreckende Beobachtungen zu umgehen sind.

3. In ca. 10 - 14 m Tiefe (ca. 45 000 - ca. 55 000 JBP) tritt bei den Holzresten (Bestimmung B. BECKER, U. HIERONYMUS) neben Kiefer und Fichte verstärkt Tanne und vereinzelt auch Eiche und andere wärmeliebende Laubhölzer (Esche) auf. Zeitlich gehören diese Funde in das Moershoofd-Interstadial, das nach den jetzigen Funden im Rheingraben wesentlich wärmer gewesen sein muß, als man nach den vorliegenden Kenntnissen aus den Niederlanden (ZAGWIJN & PAEPE, 1968) annehmen konnte.

4. In den Schichten von ca. 14 - 25 m Tiefe (etwa 55 000 - ca. 80 000 JBP) lassen sich im NSF reichlich Nadelhölzer, aber bisher keine warmzeitlichen Laubhölzer nachweisen.
5. Die Schicht in ca. 25 - ca. 30 m Tiefe ist - von oben her gesehen - die erste, die auf Grund des Vorkommens von dicken Eichenstämmen (max. > 1 m Ø) und anderen warmzeitlichen Laubhölzern und auf Grund von warmzeitlichen Konchylien (z. B. *Ena montana*) und von warmzeitlichen Säugerresten (z.B. *Hippopotamus amphibius*) als eindeutig interglazial eingestuft werden muß. Pollen (Bestimmung S. SCHLOSS), die aus Torfproben der selben Schicht gewonnen wurden, bestätigen voll diese Einordnung.

Diese Schicht, bei der es sich nach dem jetzigen Stand nur um das Eem handeln kann, ist im Abschnitt Bruchsal-Mannheim-Worms überall + deutlich feststellbar und kann als Leithorizont angesehen werden.

Die weiteren Untersuchungen gelten - neben den holozänen - vor allem den mittelpleistozänen Schichten, die zukünftig in stärkerem Maße bei der Kiesgewinnung erfaßt werden.

U. TRETER, Berlin: Die Dendrochronologie als Methode zur Kennzeichnung kryopedologischer Prozesse

Die Dendrochronologie ist als absolute Datierungsmethode bekannt. Darüberhinaus ist es mit dieser Methode möglich, Aktivitätsphasen und Einzelereignisse geomorphologischer Prozesse zeitlich festzulegen und die Art der Prozesse zu kennzeichnen, sofern sie den Wuchs der Bäume in irgendeiner Weise beeinflussen. Aus dem Bereich des Baumgrenzökotons im Utsjoki-Gebiet/Nordfinnland werden ausgewählte Beispiele dargestellt. Die Baumgrenze wird hier in ca. 350 m Höhe durch die Birke (*Betula pubescens* ssp. *tortuosa*) gebildet.

Die Stammquerschnitte der bis zu 180 Jahre alten Baumbirken zeigen vorwiegend eine exzentrische Anordnung der Jahresringe, die auf eine Stammneigung aufgrund äußerer Einflüsse hinweisen. Es lassen sich zwei Typen exzentrischer Jahresringanordnung unterscheiden, die jeweils unterschiedliche Faktorenkomplexe wiedergeben:

1. Exzentrische Jahresringanordnung in gefällsparalleler Richtung. Sie resultiert aus der Wirkung von hangabwärtsgerichtetem Schneedruck und/oder Solifluktion in kontinuierlicher oder episodischer Weise.
2. Exzentrische Jahresringanordnung in verschiedenen Richtungen auf einem Stammquerschnitt bzw. in nicht gefällsparalleler Richtung. Sie resultiert aus der zeitweiligen und/oder wechselweisen Wirkung von Schneedruck und/oder Solifluktion und ungerichteten Auffrierungsprozessen.

Eine Korrelation von kryopedologischen Aktivitätsphasen mit bestimmten Witterungs- oder Klimakonstellationen ist derzeit aufgrund des geringen Probenumfangs noch nicht möglich. Es zeigt sich eine hohe Individualität standörtlicher Ereignisse, die durch den fast vollständigen Deckungsgrad der Bodenvegetation erklärt wird.

K. RÖGNER, Lüneburg: Über das Zurückweichen von Felswänden in ariden Gebieten

- Messungen zur Geschwindigkeit und zum Mechanismus (Beispiele aus dem Machtesh Hagadol, Negev, Israel)

Bezüglich der Genese der typischen Formen in ariden Gebieten liegen Untersuchungen und Theorien seit Jahrzehnten in großem Umfang vor. Je nach der physiogeographischen Grundausstattung des Untersuchungsgebietes, des Zeitraums der Reise, sowie diverser anderer Gründe, wurden die Wüstengebiete als morphodynamisch aktive Regionen einerseits, oder als konservative, d. h. im Bereiche der Formen bewahrende, Räume andererseits klassifiziert.

Diese diametralen Einordnungen kamen zum Teil zusätzlich auch dadurch zustande, daß die wissenschaftliche Fragestellung oft "warum/warum nicht und wie/wie nicht sind die Formen der ariden Gebiete entstanden" lautete. Dieser Ansatz ist zweifellos Ausgangspunkt für jegliche geomorphologische Feldforschung.

Darüber hinausgehend sollte aber auch der Fragenbereich "wie" nicht nur in seiner Qualität abgeschätzt, sondern auch zumindest versuchsweise gemessen werden. Schließlich müßte daraus eine Bewertung des Komplexes "wieviel", d. h. eine Quantifizierung erwachsen.

Aufbauend auf den Untersuchungen von H. EICHLER (Heidelberg) und mir selbst, die ergeben haben, daß im Negev (Südisrael) mit einer erheblichen rezenten Morphodynamik zu rechnen ist, wurde der Versuch unternommen, dort kleine Teilbereiche der Fragestellungen "wie" und "wieviel" mit einfachen Methoden zu messen, zu quantifizieren.

Mit Hilfe von Farbmarkierungen, die in ein- bis zweijährigem Turnur auf ihren Erhaltungszustand überprüft werden, ist es möglich Werte für das Zurückweichen von steilen Felswänden im genannten Untersuchungsgebiet anzugeben. Eine Extrapolation der meßbaren

Kurzzeitereignisse macht für die letzten 10 000 Jahre den Betrag von 1 - 2 m wahrscheinlich. Ob darüber hinaus extrapoliert werden kann, ist auch in ariden Gebieten eine Frage, die nur über den Versuch der Rekonstruktion der Paläoklimate und der "Paläoprozesse" geklärt werden kann.

Messungen zum Mikroklima, zur Gesteinsoberflächen- und Gesteinsinnentemperatur verdeutlichen, daß im Negev die Hydratation von Salzen (und/oder die Auskristallisation von Salzen aus übersättigten Lösungen) zu erheblichem Gesteinszerfall führen kann.

H. SPÄTH, Köln: Datierungsmöglichkeiten von Westaustralischen Lateriten und Mitteleuropäischen Eisenanreicherungen mit Hilfe der Mößbauer-Spektroskopie

Nachdem die Mößbauer-Spektroskopie - besonders auch bei röntgenamorphen Proben - verlässliche Werte zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Eisenverbindungen liefert, wurde diese Methode auch in den Geowissenschaften, vor allem in der Bodenkunde, erfolgreich angewandt.

Um die Möglichkeit der relativen Altersbestimmung zu prüfen, wurden westaustralische Laterite untersucht, deren Alter sich aufgrund ihrer morphologischen Position eindeutig unterscheidet. In allen Fällen ließen sich die Laterite auch nach den Mößbauer-Daten klar differenzieren und bestätigten die geomorphologischen Befunde. Vor allem in Gebieten mit großem tektonischen Temperament ist damit das Mößbauer-Verfahren ein wichtiges Hilfsmittel zur relativen Datierung von eisenreichen Substraten.

Obwohl sich die Proben nach den Mößbauer-Ergebnissen unschwer zu drei Altersgruppen bündeln ließen, ist Westaustralien für den Test auf absolute Altersangaben schlecht geeignet, weil die Laterite nach allen anderen Methoden nicht sauber datiert werden können.

Der erstmalige Versuch einer absoluten Altersbestimmung wurde deshalb in einem Gebiet (Mittelrhein und Oberpfalz) mit zeitlich gut eingestuften Sedimenten geprüft. Dabei wurden die Kristallitengrößen zur Zeitskala in Relation gesetzt.

Die ersten Ergebnisse ermutigen zu der Hoffnung, daß die Mößbauer-Spektroskopie auch für die absolute Datierung von Eisenverbindungen ein neues, wertvolles Instrument werden kann.

H. SPÄTH; F. MBESHERUBUSA, Köln: Datierungsmöglichkeiten von Westaustralischen Lateriten und Mitteleuropäischen Eisenanreicherungen mit Hilfe der Mößbauer-spektroskopie

Nachdem die Mößbauer-Spektroskopie - besonders auch bei röntgenamorphen Proben - verlässliche Werte zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Eisenverbindungen liefert, wurde diese Methode auch in den Geowissenschaften, vor allem in der Bodenkunde, erfolgreich angewandt.

Um die Möglichkeit der relativen Altersbestimmung zu prüfen, wurden westaustralische Laterite untersucht, deren Alter sich aufgrund ihrer morphologischen Position eindeutig unterscheidet. In allen Fällen ließen sich die Laterite auch nach den Mößbauer-Daten klar differenzieren und bestätigten die geomorphologischen Befunde. Vor allem in Gebieten mit großem tektonischen Temperament ist damit das Mößbauer-Verfahren ein wichtiges Hilfsmittel zur relativen Datierung von eisenreichen Substraten.

Obwohl sich die Proben nach den Mößbauer-Ergebnissen unschwer zu drei Altersgruppen bündeln ließen, ist Westaustralien für den Test auf absolute Altersangaben schlecht geeignet, weil die Laterite nach allen anderen Methoden nicht sauber datiert werden können.

Der erstmalige Versuch einer absoluten Altersbestimmung wurde deshalb in einem Gebiet (Mittelrhein und Oberpfalz) mit zeitlich gut eingestuften Sedimenten geprüft. Dabei wurden die Kristallitengrößen zur Zeitskala in Relation gesetzt.

Die ersten Ergebnisse ermutigen zu der Hoffnung, daß die Mößbauer-Spektroskopie auch für die absolute Datierung von Eisenverbindungen ein neues, wertvolles Instrument werden kann.

A. BRONGER, Kiel: Der mögliche Aussagewert mineralogisch-tonmineralogischer Untersuchungen für klimamorphologische Fragestellungen

Besonders in den letzten zwei Jahrzehnten wurden Tonmineralanalysen in zunehmendem Maße für klimamorphologische Interpretationen in Mitteleuropa herangezogen. Vor allem für das Tertiär führten entsprechende Untersuchungen zu recht unterschiedlichen Ergebnissen. Mehrere Autoren konstatieren, ausgehend von einer Kaolinitdominanz im älteren, z. T. noch mittleren Tertiär, eine Abnahme des Kaolinitgehaltes in jeweils jüngeren Sedimenten (u. a. QUITZOW 1969, BIRKENHAUER 1970), wobei im Pliozän die Kaolinitbildung stark zurücktritt (z.B. BAKKER u. LEVELT 1964). Demgegenüber stellen andere Autoren eine dominierende Kaolinitbildung auch noch in pliozänen tiefgründigen Verwitterungsdecken im Taunusgebiet fest (BIBUS 1971, SEMMEL 1972), woraus gefolgert wird, daß das Relief vorwiegend von Prozessen geprägt worden sei, wie sie in der "exzessiven Flächenbildungszone" BÜDELS in den wechselfeuchten Randtropen vorgefunden werden (BIBUS 1971). Vom Alpensüdrand wird eine Kaolinitdominanz sogar noch in mittelpleistozänen Ferretoböden postuliert (FRÄNZLE 1965).

Mögliche Gründe für diese divergierenden Auffassungen liegen einmal darin, daß das mögliche Ausgangsmaterial der Bodenbildung sehr oft nicht mituntersucht wurde, so daß zwischen vererbtem und pedogen gebildetem Tonmineralbestand nicht unterschieden werden konnte. Für eine relativ -quantitative Abschätzung des Tonmineralbestandes erscheint es notwendig, die Tonfraktion mindestens in Grobton ( $2 - 0,2 \mu\text{m}$ ) und Feinton ( $< 0,2 \mu\text{m}$ ) weiter aufzuteilen, da sonst die Interferenzen des Grobtons gegenüber denen des Feintons überproportional in Erscheinung treten (BRONGER 1970). Bei vergleichender mineraloptischer und röntgenographischer Untersuchung des Primärmineralbestandes ( $> 2 \mu\text{m}$ ) besteht die Möglichkeit, die optisch ermittelten Gehalte einzelner Minerale zur Eichung der röntgenographischen Befunde heranzuziehen, um auf diese Weise die entsprechenden Minerale der Tonfraktionen in ihren Mengenverhältnissen angenähert quantitativ abschätzen zu können (BRONGER 1976). Dadurch ist das Aufstellen von Mineral-

verwitterungsbilanzen möglich. Voraussetzung für eine Bilanzierung ist vor allem die vertikale petrographische Homogenität des bodenbildenden Substrates.

Unsere mineralogisch-tonmineralogischen Untersuchungen an zahlreichen jung-, mittel- und altpleistozänen Lössböden in Mitteleuropa ergaben sowohl für jungpleistozäne degradierte Tschernoseme und Braunerden als auch für mittel- und altpleistozäne rubefizierte Braunlehme den gleichen Verwitterungstyp: Gleiche Art der pedochemischen Tonmineralbildung (von Illiten und besonders Montmorilloniten) und -umwandlung, bei jedoch erheblich höherer Verwitterungsintensität in den rubefizierten Braunlehmen. Aber auch in diesen ist eine Kaolinitbildung äußerst gering, z. T. fehlt sie ganz. - Im Gegensatz dazu ergaben entsprechende Untersuchungen an sieben jungtertiären bis ältestpleistozänen Terrae rossae im Vergleich zum jeweiligen Kalksteinlösungsrückstand (KLR), daß sich in fünf Terrae rossae der Mineral- und Tonmineralbestand im Vergleich zum KLR qualitativ wie quantitativ nicht oder wenig verändert hat. In einer Terra rossa fand eine geringe Bildung von Illiten und Kaoliniten statt, jedoch muß auch hier der größte Teil der Tonminerale als vererbt angesehen werden. Nur in einer Terra rossa hat die Verwitterung des größten Teils der Feldspäte und Phyllosilokate neben der Bildung von Illiten zu einer nicht unbedeutenden Neubildung von Kaoliniten geführt.

E. JORDAN, Hannover: Das Ausmaß von rezenten Sandverlagerungen in bolivianischen Dünengebieten - quantitative Luftbildauswertungen mit dem rechnergestützten Stereointerpretationsgerät Stereocord G-2

Dünen finden in Bolivien unter den unterschiedlichsten klimatischen Bedingungen bis an den Rand des tropischen Regenwaldes weite Verbreitung. Die Ursachen ihrer regionalgenetischen Differenzierung und eine Karte der Dünenverbreitung wurden unlängst in der "Mensching Festschrift" dargelegt.

Im stationären Zustand von Dünen kann sich der Mensch relativ leicht auf bestimmte Erscheinungsphänomene einstellen. Bei mobilen Dünen braucht er für eine sinnvolle Nutzung innerhalb ihres Einzugsgebietes aber auch für Maßnahmen einer eventuellen Festlegung neben dem Problembewußtsein und Sachkenntnis Informationen über Bewegungsparameter.

Sehr wichtige dieser Kenngrößen können auf Photogrammetrischem Wege - dank der Entwicklung auf dem Gebiete der analytischen Luftbildauswertegeräte - heute auch von photogrammetrischen Laien gewonnen werden. Mit dem in seiner Funktionsweise vom Autor et al in der ERDKUNDE (H. 3/1981) vorgestellten ZEISS STEREOCORD G-2 ist es möglich, über computergestützte Meßprogramme Sandverlagerungen in ihrer Richtung, Entfernung, flächenhaften Veränderung wie auch in ihrem Volumenausmaß zu bestimmen und in Kürze auch graphisch in Form von Profilen und lagegetreuen Karten über einen angeschlossenen Plotter automatisch auszeichnen zu lassen.

Selbstverständlich sind hierzu mindestens zwei in zeitlichem Abstand erfolgte Bildflüge des auszuwertenden Gebietes erforderlich. Dies ist aber in Bolivien nicht in allen Dünengebieten der Fall. Da das günstigste Bildmaterial aus den Dünenbereichen um die Departementshauptstädte von Oruro und Santa Cruz de la Sierra vorliegt, werden an diesen Beispielen die angewandten bildmaterialadäquaten Meßtechniken und die erzielten Ergebnisse dargestellt. Gleichzeitig kann für diesen Raum der enge Anwendungsbezug am besten verdeutlicht werden.