

BERICHTE UND MITTEILUNGEN

MORPHODYNAMIK UND MORPHOGENESE VON RUMPFFLÄCHEN

Bericht über ein Symposium

PETER HÖLLERMANN

Die „Kommission für Morphodynamik“ der Akademie der Wissenschaften in Göttingen hat seit Mitte der achtziger Jahre ihren Arbeitsschwerpunkt vom Periglazialbereich der Polargebiete und Hochgebirge auf die Subtropen und Randtropen verlagert. Nach dem Reinhausen-Symposium 1986 über die aktuelle Morphodynamik und Morphogenese in den Randtropen und Subtropen (J. HAGEDORN u. H. MENSCHING 1988, vgl. auch Bericht in ERDKUNDE 41, 1987 S. 61–64.) fand am 18. und 19. Mai 1990 ein Symposium zum Thema „Morphodynamik und Morphogenese von Rumpfflächen“ unter Leitung von J. HAGEDORN und H. MENSCHING im Geographischen Institut der Universität Göttingen statt. Dort wurden im Kreis von 17 eingeladenen Experten sechs einschlägige Grundsatzreferate zur Diskussion gestellt, um den gegenwärtigen Forschungsstand zu einem alten Lieblingsthema der deutschen Geomorphologie auszuloten. Mehr als 20 Jahre nach dem Rundgespräch über Flächenbildung in Saarbrücken (C. RATHJENS 1968) und in einer Phase, in der eingängige Leitbilder der klimatischen Geomorphologie zunehmend in Frage gestellt werden, vermochte auch die freimütig geführte Klausurdiskussion in Göttingen nur eine Zwischenbilanz des durch eine verwirrende Vielfalt neuer Feldforschung bereicherten, jedoch weit von einem abgerundeten Gesamtbild entfernten Kenntnisstandes zu vermitteln.

Nach der Begrüßung und Einführung in die Problematik durch H. MENSCHING eröffnete A. SEMMEL (Frankfurt) die Vortragsserie mit dem Beitrag „Verwitterung und Verwitterungsdecken auf Rumpfflächen“. Ausgehend von den Paläoböden und -verwitterungsdecken auf den Altflächen des Rheinischen Schiefergebirges stellt sich die Frage nach vergleichbaren Bildungen in den heutigen Tropen. Anhand von Beispielen aus Brasilien, Äthiopien und Südost-Nigeria wurde aufgezeigt, daß dort eine Vergesellschaftung verschiedener Böden und Verwitterungsdecken in Abhängigkeit vom Gestein, von der Lage im Relief und vom Grade der späteren Abtragung bzw. Materialumlagerung auftritt. Rotlehme sind vorzugsweise in höheren Reliefpositionen und im Wasserscheidenbereich erhalten geblieben. Weitverbreitet ist eine jungpleistozäne Materialumlagerung

nachzuweisen, die zuweilen fälschlich der historischen Bodenerosion zugeschrieben wurde (Äthiopien). Bis ins Anstehende eingreifende Flachtäler entstanden durch Abräumung von Verwitterungsdecken und sind als Zeugen beginnender Flächenzerstörung zu werten, während die weite Erhaltung offenkundig recht alter Böden in den Tropen eine geringe Abtragungs- und Formungsintensität in jüngerer Zeit anzeigt. Als Aussage von allgemeiner Bedeutung bleibt die bemerkenswert starke Auswirkung des Gesteins auf die Böden bzw. Verwitterungsdecken festzuhalten, die sich sogar durch zwischengeschaltete Lateritkrusten hindurch bemerkbar machen kann (Südost-Nigeria). – In der Diskussion nahm die Lateritproblematik weiten Raum ein. Die Frage, welchen klimatischen und zeitlichen Bedingungen die Rotlehmbildung zuzuschreiben ist, läßt sich nicht verlässlich beantworten. Bei weitgehenden paläoklimatischen Interpretationen der Böden bzw. Verwitterungsdecken als Vorbedingung zur Rumpfflächen-Morphogenese erscheint Skepsis angebracht, da offenbar gesteins- und reliefbedingte Abwandlungen vielerorts bedeutsamer sind als klimatische Abhängigkeiten.

A. WIRTHMANN (Karlsruhe) berichtete über „Hangentwicklung in den Tropen und ihre Rolle bei der Entstehung von Rumpfflächen“. Das im Anschluß an die Vorstellungen von J. BÜDEL zumeist als charakteristisch betrachtete tropische Flächen-Inselberg-Relief bleibt als Endprodukt einer sehr langdauernden Entwicklung auf die tektonisch stabilen Fragmente der Gondwanaländer mit bestimmten strukturell-lithologischen Eigenschaften beschränkt. In jüngeren Basaltgebieten und Faltungsräumen der heutigen Tropen treten „erosive Hangentwicklung“ und Hangabschrägung als dominierende morphogenetische Erscheinungen der Reliefbeseitigung und Flächenbildung in den Vordergrund. Bei den Pazifischen Vulkaninseln sind Ausgangsform und Gesteinsalter gut bekannt; dort läßt sich der Rückgang von 40–45° steilen Hängen und Talschlüssen unter Aufzehrung von Zwischentalscheiden z. B. für Hawaii mit 30–40 m/1000 Jahren quantifizieren. Für die Himalaya-Vorketten und Randgebirge Mexikos ist die Hangabflachung als Vorstufe der Flächenbildung

bedeutsamer als die Steilhangrückverlagerung. Durchweg ist der chemische Abtrag durch Lösungsverwitterung groß, vorzugsweise in den Peridotiten Neukaledoniens, wo durch Hangrückverlagerung vorgelagerte Becken ausgeweitet wurden. Entgegen dem Modell der „divergierenden Verwitterung und Abtragung“ (H. BREMER) ist die Abtragung an den Hängen weitaus stärker als auf den Flächen. Gegenüber chemischem Angriff relativ resistente Groblöcke in den Gerinnen können die Rücklegung des angrenzenden Hanges einschränken (Bsp. aus Malaysia). Insgesamt erscheint nach den vorgestellten Beispielen die petrographisch-strukturelle Kontrolle für das Tropenrelief bedeutsamer als der klimagenetische Faktorenkomplex. Ausführlicher als im mündlichen Beitrag sind die Befunde und Schlußfolgerungen von A. WIRTHMANN als Buchveröffentlichung zugänglich (1987). – Die Diskussion betraf vorzugsweise die Typen der Hangrückverlagerung und deren Steuerungsfaktoren, die Regelmäßigkeiten der morphogenetischen Abläufe und die Verfahren der Quantifizierung von Abtragung und Formung.

J. SPÖNEMANN (Göttingen) ging in seinem Beitrag „Rumpfflächen und Talbildung“ von der Frage aus, wie und warum sich auf bestehenden Rumpfflächen Täler eintiefen oder wie und warum ein Tälerrelief eingeebnet wird. Dabei geht es um die Rolle von Klima und Tektonik innerhalb der verfügbaren Zeiträume. Aus Südwestaustralien und Kenia wurden (mindestens) alt- und mitteltertiäre Rumpfflächen vorgestellt, die trotz der späteren Aridifizierung des Klimas in kaum veränderter Form persistieren. Die morphodynamische Sequenz (Klimaänderung) hat also in diesen Fällen nicht zu einer morphogenetischen Sequenz (Formänderung) geführt. In anderen Fällen (Beispiele aus Brasilien, Ostafrika, Queensland und Namibia) läßt sich eine unterschiedlich weit fortgeschrittene Zertalung alter Flächen erkennen, die weder klimatisch noch lithologisch hinreichend zu erklären ist. Vielmehr haben dort tektonische Impulse (epirogene Bewegung seit dem Zerbrechen Gondwanas) zu Gefällsänderungen und damit zur Auslösung der Taleintiefung geführt. Gefällsänderungen beeinflussen den Sedimenttrieb stärker als klimabedingte Änderungen der Wassermenge. Die Persistenz von Rumpfflächen bei Klimawandel gegenüber der fortgeschrittenen Zertalung in Verbindung mit Hebungsgebieten erweist die untergeordnete Bedeutung klimatischer Faktoren gegenüber tektonischen Impulsen. Flächenhafte Abtragung ist nach den Befunden von J. SPÖNEMANN nicht zwingend an eine mächtige Tiefenverwitterung gebunden. – Die sehr lebhaft und weitgespannte Diskussion betraf u. a. den leidigen Terminologiestreit über Flächen- und Tälerrelief, die Bedeutung des Klimawechsels für veränderte Morphodynamik oder doch unterschiedliche Flächenaktivität sowie das Problem der Datierung von Rumpfflächen mit zweifelsfrei sehr

langer Bildungsdauer bzw. morphogenetischer Sequenz. Bei diesen „metachronen“ Flächen ist in der Regel wohl nur das Mindestalter oder die (durch korrelierte Ablagerungen faßbare) Zeit besonders lebhafter Flächenbildung faßbar. Hinsichtlich der angeblichen Bedeutung der Tiefenverwitterung für die Flächenbildung betonte der Referent, daß die Tiefenverwitterung keineswegs Einebnungsflächen schafft, sondern gegenüber dem Untergrund sehr selektiv wirke, weshalb er den verbreiteten Terminus „Verwitterungsbasisfläche“ durch die zutreffendere Bezeichnung „Verwitterungsbasisfront“ ersetzt sehen möchte.

Die besonders lebhaft diskutierten Ausführungen von H. BREMER (Köln) über „Flächen und Flächenweiterbildung“ gingen davon aus, daß das so charakteristische Flächen- und Inselbergrelief nicht ohne eigenständige Morphogenese verständlich ist und daß für eine Flächenbildung die intensive chemische Verwitterung eine Voraussetzung zur Überwindung der unterschiedlichen Gesteinsresistenz sei. Abweichend vom Ansatz von J. BÜDEL sind die Flächen freilich nicht mit einem „Arbeitsboden“, sondern mit Paläoböden verbunden. Die Auffassung, daß bei der Flächenbildung Tiefenverwitterung und Abtragung durch Klimawechsel alternieren, wird in Frage gestellt, da die nachweisbaren Abtragungsmächtigkeiten dann eine unwahrscheinlich hohe Zahl von Klimawechseln erfordern würden. Im Prozeßgefüge der Abtragung sind gegenüber der problematischen allgemeinen Flächenspülung die Rinnenspülung, Hangabspülung, Tonaufschwemmung und subterrane Materialabfuhr herauszustellen. Die Gesamtabtragung erreicht in den immerfeuchten Tropen ihr Maximum (chemischer Lösungsabtrag), wo eine flächenhafte Oberflächenabspülung der Rotlehme unter Regenwald nicht möglich ist. Anhand regionaler Beispiele (Sri Lanka, Amazonien, Australien) wurde erläutert, daß eine differenzierte Sicht von Flächen und Flächenweiterbildung hauptsächlich in Abhängigkeit vom Humiditätsgrad angebracht erscheint, wobei verfügbare Bodenfeuchte, Ausgangsrelief und sein Alter, Gestein und Basisdistanz als Varianzfaktoren eine gebietsweise unterschiedliche Bedeutung erlangen. Die klimatische Spannweite des tropischen Flächenreliefs reicht von vollhumiden Gebieten mit Rotlehmbildung (über 1650 mm Jahresniederschlag) und kräftiger subterranean Abfuhr über semihumide Gebiete mit „Flächenstreifen“ als Bereichen eingegrenzter Flächenbildung entlang der Flüsse bis zur völligen Flächenfossilisierung in den heute ariden Gebieten. Die Flächen sind aus dem aktuellen Prozeßgefüge nicht verständlich, sondern sehr alter Anlage (dabei ist an die Zeit geringer Klimazonalität im Alttertiär und Jungmesozoikum zu denken). Auch in den Tropen sind Reliefgenerationen zu unterscheiden, bei deren Morphogenese neben den (paläo-) klimatischen Bedingungen auch tektonische Impulse

eine Rolle gespielt haben. Angesichts der offenbar recht komplexen, raum-zeitlich differenzierten Flächengene und -weiterbildung sollten vorerst verallgemeinernde Erklärungsansätze vermieden werden, ehe nicht eine noch breitere Erfahrungsgrundlage einschließlich vertiefter pedologisch-sedimentologischer Untersuchungen verfügbar ist. – Die sehr angeregte Diskussion betraf z. T. terminologische und grundsätzliche Fragen (z. B. die formale und genetische Stellung der „Flächenstreifen“ zum Täler- und Flächenrelief), die beteiligten Prozeßmechanismen einschließlich der horizontalen Ausweitung von Flächen sowie das hohe Alter der Formen (Hinweise auf mesozoisch verschüttete Inselberge). Allgemein wurde die differenzierte Sicht der Flächen und ihrer Weiterentwicklung als wichtiger Ansatz weiterer Forschung betrachtet.

Am Vormittag des 19. Mai teilte vorweg H. POSER (Göttingen) „Beobachtungen und Gedanken zur Erscheinung und Genese von Rumpfflächen auf Madagaskar“ mit. Die Mahafaly Plain im heute semiariden SW-Madagaskar zieht sich vom Fuß einer Eozänkalkstufe im Westen als Schnittfläche über petrographisch heterogenes Grundgebirge und klappt im Osten mittelkretazische Basalte. Im Ostteil ist das Gestein am weitestgehenden freigelegt und das Inselbergrelief am ausgeprägtesten entwickelt. Die tertiäre Rumpffläche ist von Resten einer jungtertiär-ältestpleistozänen Schwemmschuttdecke überkleidet. Nach Starkregen findet noch eine kräftige aktuelle Materialverlagerung statt (Schichtfluten). Die Rumpffläche hat sich offenbar durch Akkordanz der flächenhaften Abtragung an die vorgegebene Flachform der Eozänkalk-Auflagerungsfläche beim Stufenrückgang entwickelt. – Die Diskussion konzentrierte sich vornehmlich auf das Phänomen der Exhumierung bereits vorgegebener Auflagerungsflächen im Bereich der Gondwanakontinente. Für die Flächenbildung durch Akkordanz bzw. Wiederaufdeckung werden kürzere Zeiträume benötigt als für eine Flächenneubildung durch Reliefbeseitigung.

J. HÖVERMANN (Göttingen) stellte drei „Morphogenetische Typen von Rumpfflächen“ vor, die sich in Grund- und Aufriß, in ihrer Position zum höheren Gelände sowie in ihrem charakteristischen Prozeßgefüge voneinander unterscheiden und durch Transformation von einem in den anderen Typ übergehen können. Diese drei Grundtypen sind 1. die Spülmuldenflur mit Spülscheiden und prallen Inselbergformen ohne Beziehung zum Gewässernetz, 2. die Pedimentbereiche, die durch Rückverlagerung der Hänge in Dreiecksbuchten gegen das Hinterland ausgeweitet werden und deren Schutzzufuhr auf Frostsprengung zurückgeführt wird, sowie 3. die besonders flachen Sandschwemmebenen mit Restbergen, wo im Prozeßgefüge Wasserwirkung bei Starkregen und äolische Sandumlagerung miteinander wechseln. Die Grundtypen werden als Gleichgewichtszustände

aufgefaßt, zwischen denen Übergänge durch Transformation (Anpassung an einen neuen Gleichgewichtszustand durch Abtragung oder Aufschüttung) möglich sind. Derartige Gleichgewichtszustände sind nur in bestimmten Klimaregionen der Erde zu erwarten. Bei bereits vorgegebenem Flächenrelief erfolgt die Transformation rasch, wohingegen die Umwandlung eines Tälerreliefs in Flächen lange Zeiträume beansprucht. Flächen können in recht unterschiedlichen Höhen und geotektonischen Einheiten auftreten. Die Flächentransformation wird nach HÖVERMANN durch Klimawechsel und nicht durch tektonische Impulse induziert. – In der weitausgreifenden Diskussion wurden u. a. die Definition und Erfassbarkeit des „Gleichgewichtszustandes“ erörtert (besser „Ausgleichsflächen“ bzw. „Durchgangsakkumulation“?) sowie die Möglichkeiten der Umwandlung eines Tälerreliefs in ein Flächenrelief angesprochen. Weitere Schwerpunkte lagen bei der Rolle der Tektonik im Rahmen der Flächenmorphogenese und bei der Pedimentproblematik. Dabei bestand weitgehende Einigkeit, eine wenig ergiebige Terminologiediskussion zu vermeiden und offene Fragen der Fußflächenmorphogenese gegebenenfalls in einem gesonderten Symposium zu behandeln.

Angesichts der sehr differenzierten und detaillierten Präsentation von Geländebefunden und Schlußfolgerungen nebst teilweise kontroverser Diskussion war nicht zu erwarten, daß sich in der Abschlußdiskussion ein abgerundetes und abgesichertes Ergebnis zum heutigen Kenntnisstand der Morphodynamik und Morphogenese von Rumpfflächen formulieren ließe. Vielmehr kam es neben Statements eher grundsätzlicher Art überwiegend zur Formulierung noch offener Fragen, die einerseits Defizite aufzeigen, andererseits der weiteren Forschung den Weg weisen können. Dabei wurde die Vielfalt genetischer Flächentypen betont.

Ein zentraler Diskussionspunkt war die Rolle der Tiefenverwitterung. Ist die chemische Tiefenverwitterung für die Rumpfflächenbildung unabdingbar notwendig, lediglich hilfreich oder ohne grundsätzliche Bedeutung? Erfolgen Tiefenzersatz und Oberflächenabtragung gleichzeitig oder im Klimawechsel alternierend? Liegt von der Verwitterung her gesehen der optimale Bereich der Flächenbildung in den immerfeuchten oder in den wechselfeuchten Tropen? Da im nordafrikanischen Raum die letzte Phase tropischer Tiefenverwitterung im Alttertiär (Eozän-Oligozän) lag, die Flächenbildung jedoch seitdem weiter fortgeschritten ist, kann die jüngere Flächenbildung jedenfalls nicht allein mit der Tiefenverwitterung verbunden werden (D. BUSCHE). Im klassischen Gebiet der indischen Tamilnad-Ebene handelt es sich um eine „polygenetische Ausgleichsfläche“, die einem mehrfachen Wechsel von Tiefenzersatz und Ausräumung unterlag (H. BRÜCKNER). Vor verallgemeinerten paläoklimatischen Interpretationen der

Tonmineralanteile ist zu warnen, da die Kaolinitbildung nicht nur klima-, sondern auch zeitabhängig ist (A. SEMMEL). Die Zweckmäßigkeit der Unterscheidung Flächenbildung - Talbildung wurde in Frage gestellt, da im Anschluß an eine Talbildung Flächenbildung im tieferen Niveau einsetzen kann (K. GARLEFF).

Das Symposium machte deutlich, daß gegenüber allgemein-generalisierenden Modellen und globalen Theorien heute die Notwendigkeit einer stärker differenzierten morphogenetischen und morphodynamischen Betrachtungsweise auch bei der Flächenbildung besteht (H. MENSCHING). Dabei erscheint fraglich, ob die drei von HÖVERMANN vorgestellten Grundtypen hinreichend und sinnvoll sind (J. HAGEDORN). Die altangelegten Rumpfflächen sind nicht unter dem Gesichtspunkt der aktuellen Morphodynamik zu sehen und zu verstehen (E. BRUNOTTE). Auch der aktualistische Vergleich „aktiver“ Flächen in den Tropen mit „fossilen“ Flächen unserer Mittelgebirge erscheint hinfällig, wenn auch in den Tropen die Hauptphase der Flächenbildung ins Alttertiär zu stellen ist. - Offene Fragen grundsätzlicher Natur formulierte zum Schluß J. HAGEDORN: In welchen Gebieten gibt es überhaupt eine aktuelle und effektive Flächenneubildung? Geht es nicht in den meisten Fällen um eine Weiterbildung, Transformation oder um Exhumierung präexistierender Altflächen? Haben sich Verwitterung und Abtragung auf den Flächen gleichzeitig oder mehrphasig-alternierend vollzogen? Sind die Flachmulden (bzw. Flachtäler) wesentliches Agens der fortschreitenden Flächenbildung oder Zeugen beginnender Flächenauflösung? Wie vollzieht sich die seitliche Ausweitung von Flächen gegen höheres Gelände? Gerade die Vielfalt des beim Sym-

posium vorgestellten und diskutierten Materials legt Zurückhaltung bei der Verallgemeinerung regionaler Befunde und bei der Entwicklung neuer Modellvorstellungen nahe. Manche in der Diskussion zutage getretenen Widersprüche sind womöglich bei einer stärker differenzierten Betrachtung zukünftig einer Lösung näher zu bringen. So hat die Veranstaltung trotz Weiterbestehens kontroverser Positionen zum gegenseitigen Verständnis und zur Bereitschaft der Suche neuer Wege der Forschung beigetragen.

Dankesworte von F. AHNERT an die gastgebende Akademie der Wissenschaften in Göttingen und die Organisatoren sowie persönliche Worte von H. POSER zur Situation der Forschung und zur zukünftigen Stellung der Geographie standen am Schluß der Veranstaltung, die von J. HAGEDORN und H. MENSCHING mustergültig vorbereitet und moderiert wurde.

Literatur

- BREMER, H.: Allgemeine Geomorphologie. Methodik, Grundvorstellungen, Ausblick auf den Landschaftshaushalt. Berlin u. Stuttgart 1989.
- HAGEDORN, J. u. MENSCHING, H. (Hrsg.): Aktuelle Morphodynamik und Morphogenese in den semiariden Randtropen und Subtropen. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. in Göttingen, Math.-Phys. Kl., III. Folge 41. Göttingen 1988.
- RATHJENS, C.: Ein Rundgespräch über Flächenbildung in Saarbrücken. In: Zeitschr. f. Geomorph., N. F. 12, 1968, S. 470-489.
- WIRTHMANN, A.: Geomorphologie der Tropen. Erträge der Forschung 248, Darmstadt 1987.

BUCHBESPRECHUNGEN

LE GRAND, H. E.: Drifting Continents and Shifting Theories. The Modern Revolution in Geology and Scientific Change. VI u. 313 S., 34 Abb., 3 Tab. Cambridge University Press, Cambridge/New York et al. 1988, £ 30,- (Hb)/£ 10,96 (Pb).

Es handelt sich nicht um ein weiteres Textbuch zur Plattentektonik. Vielmehr wird die „moderne Revolution in der Geologie“ von der fixistischen Position der Vor-Wege-ner-Zeit bis zum mobilistischen Weltbild der aktuellen Plattentektonik in ihren verschiedenen Phasen und Abläufen im Gesamtrahmen der philosophisch-erkenntnistheoretischen und sozialen Theorien gesehen und disku-

tiert. So steht im Hintergrund aller 11 Kapitel letztlich die allgemeine Frage, wie wissenschaftlicher Wandel sich vollzieht. Daß dabei nicht ein einfacher Paradigmenwechsel erfolgte, sondern eine komplexe Entwicklung auf der Basis pluralistischer Arbeitshypothesen im philosophisch-sozialen Kontext und Spannungsfeld vielfältiger Zeitströmungen und auch externer Einflüsse, macht das Buch auf geistvolle und anregende Weise deutlich. Zugleich trägt es dazu bei, auf dem Felde der modernen Globaltektonik die Grenze zwischen Bild- und Objektebene bzw. zwischen Theorien/Modellen und der „realen Welt“ besser bewußt zu machen.

PETER HÖLLERMANN