



Julius Büdel

* 8. August 1903 † 28. August 1983

JULIUS BÜDEL UND SEIN KONZEPT DER KLIMA-GEOMORPHOLOGIE – RÜCKSCHAU UND WÜRDIGUNG*)

Mit 3 Abbildungen

HORST G. MENSCHING

Summary: JULIUS BÜDEL and his concept of climatic geomorphology - retrospect and appreciation

This contribution is an appreciation of Professor JULIUS BÜDEL, Würzburg, who died in August 1983. As a geographer and geomorphologist he was well-known far beyond the boundaries of German geomorphology. The development and significance of his concept of climatic geomorphology, within the framework of his work, is outlined and critically analysed.

Between 1933 and 1983 with great perseverance, the necessary sharp-witted skill of scientific interpretation and brilliant imagi-

nation, J. BÜDEL developed his significant concept of climatic geomorphology. Throughout the years, this concept was continuously

*) In diesem Beitrag zur Würdigung des Lebenswerkes von J. BÜDEL stand sein Konzept der Klima-Geomorphologie im Mittelpunkt, nicht das wissenschaftliche Wirken in seiner Gesamtheit, das darüber hinausgeht. Es wurde auch darauf verzichtet, die Autoren wesentlicher Arbeiten, seien sie zustimmend oder kritisch dem Konzept gegenüber, hier im einzelnen zu nennen, weil es nicht dem Sinn dieses Beitrages entsprochen hätte.

modified and adapted to the latest research results, without giving up the basic ideas. Simplified strongly, the basic concept is founded on the assumption that relief development is morphogenetically controlled by two main mechanisms that have produced two dominating "generations" of relief: "excessive valley formation through the dynamics of frost action" on the one hand and "excessive planation in the marginal tropics" on the other. Transition and transformation zones are found in between as connecting links.

It is inevitable that such a simplified world model of climato-geomorphological effectivity should entail shortcomings that are the result of a *world-wide* approach to the geomorphological development of the earth's surface and the generalization of the very complex dynamics within and on the earth's crust. Therefore, the concept of "valley formation or planation", in a strict sense, is not the only concept possible.

In his climato-geomorphological concept BÜDEL assigns decisive significance for the characteristics of even today's relief to the formation of tropical peneplains, not only within the present tropical zone, but beyond it through to the subpolar zone. Although the Pleistocene cold climate processes of "excessive valley formation" have necessarily left only peneplain *relics*, these peneplains from a past tropical climate during the Tertiary are to have played the paramount role in the geomorphogenesis of all zones.

With this concept of climatic geomorphology J. BÜDEL significantly inspired the science of relief development. His work encouraged and challenged numerous colleagues to participate in continuous discussion, critical investigation and further work in all climatic zones. In the future, further results in theory and field research will spring from this scientific confrontation with BÜDEL's climato-geomorphological work. JULIUS BÜDEL's life-work thereby demonstrates its outstanding value.

Nur kurze Zeit nach Vollendung seines 80. Lebensjahres verstarb im August 1983 JULIUS BÜDEL, em. o. Professor der Geographie an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg. Mit ihm geht eine bedeutende Epoche der deutschen Klima-Geomorphologie zu Ende, die er selbst nach manchen fruchtbaren Ansätzen deutscher Geographen der zwanziger und dreißiger Jahre einleitete und mit seinen Arbeiten nach dem Zweiten Weltkrieg zu einem wissenschaftlichen Höhepunkt deutscher klimatisch-geomorphologischer Forschung führte. Sein Grundkonzept basierte dabei auf einer von ihm 1980 so formulierten Erkenntnis:

„Ein natürliches System der Reliefbildung kann nur auf den exogenen Prozessen basieren, deren qualitativ und quantitativ unterschiedliche Wirkungen sich streng gesetzmäßig mit dem Klima ändern.“

Unterschiede zwischen den Prozessen und den daraus resultierenden Reliefgestalten, beides geordnet nach klimatisch-geomorphologischen Zonen der Erde, waren für J. BÜDEL der Inhalt der *klimatischen Geomorphologie*.

„Da der größte Teil des heutigen Reliefs vorzeitlichen Prozessen entspringt, ist es Aufgabe der *klimagenetischen Geomorphologie*, hier verschiedene ältere *Reliefgenerationen* zu unterscheiden“ (1980).

Um diese Grundprinzipien seines Gedankengebäudes rankten alle seine methodischen und im Gelände gewonnenen Erkenntnisse der letzten drei Jahrzehnte. Sein als „Das natürliche System der Geomorphologie“ (1971) bezeichnetes wissenschaftliches Konzept versuchte er ständig

durch Einbeziehung von neuen Untersuchungsergebnissen und nach Diskussionen, die er ziel- und konzeptbewußt mit großer Leidenschaft führte, zu differenzieren und zu verbessern. Freilich blieben dabei seine Grundkonzeptionen des Systems voll erhalten, die schließlich in seinem erst 1977 in 1. Auflage erschienenen Buch „Klima-Geomorphologie“ niedergelegt sind.

In dieser wissenschaftlichen Rückschau auf sein Werk, das aus der deutschen und internationalen Geomorphologie nicht wegzudenken ist, soll unter Einbeziehung auch kritischer Wertungen vor allem die Entwicklung und Bedeutung des klimatischen und klimagenetischen Systems der Geomorphologie von JULIUS BÜDEL dargelegt werden. Ein solcher naturgemäß begrenzter Abriss kann auch nicht völlig frei sein vom Einfluß der eigenen Forschungsergebnisse. Daß dieses Konzept der Klima-Geomorphologie zu einer vielfältigen Auseinandersetzung mit den darin enthaltenen Ideen führen mußte, kann die große Bedeutung des Werkes von J. BÜDEL nur unterstreichen.

1973 hat CARL TROLL eine Würdigung des Werkes anlässlich des 70. Geburtstages von BÜDEL geschrieben.¹⁾ Hierauf sei verwiesen, denn Wiederholungen sollen soweit wie möglich vermieden werden. Daraus ist auch zu entnehmen, daß BÜDEL'S Grundauffassungen zur klimatischen Geomorphologie auf der Auseinandersetzung mit den Theorien zur Rumpfflächenbildung in deutschen Mittelgebirgen von WALTER PENCK (1924)²⁾ beruhen. Weiterhin haben seine Forschungen über das Eiszeitklima und die heutige Vereisungszone (Polarzone), insbesondere auch die „periglazialen Auswirkungen“ des Eiszeitklimas, nicht nur in Mitteleuropa nachhaltig die Entwicklung des Modells der klimato-geomorphologischen Zonen mitbeeinflusst. Schon sehr früh entwickelte J. BÜDEL sein morphologisches Zonalsystem (1948). Er bearbeitete „die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitalters“ (1949) und stellte sie in Kartenskizzen dar. Dieser Weg wurde später von vielen Geomorphologen, Geobotanikern und Bodenkundlern intensiv weiterverfolgt und differenziert. Dabei wurde die Frage der Wirksamkeit der quartären Klimaschwankungen in den Subtropen (Aride Zone) und Tropen mit in dieses Zonal-konzept einbezogen.

Fragen der Höhengrenzen und die Auswirkungen von quartären Pluvialzeiten, zu denen BÜDEL noch einmal 1963 für die Sahara zusammenfassend Stellung bezog, wurden oft kontrovers diskutiert. Die jüngsten Untersuchungen, sowohl morphologisch-pedologische als auch marin-sedimentologische, haben dabei manche neue Ergebnisse gebracht. Doch hatte J. BÜDEL schon in dieser Zusammenschau der pliozänen und quartären Pluvialzeiten des saharischen Nord- und Südsauces festgestellt, daß nur die Pluviale im Nordteil der Sahara „zeitlich und kausal mit den ektropi-

¹⁾ C. TROLL: Julius Büdel und die moderne Geographie. Eine Würdigung seines Werkes anlässlich seines 70. Geburtstages. *Erdkunde*, Bd. 27, H. 4, 1973, S. 245–253.

²⁾ W. PENCK: Die morphologische Analyse. *Geogr. Abh.* 2, Stuttgart 1924, S. 1–283.

schen Kaltzeiten (polare Kaltzeiten) übereinstimmen“, während die Südsaum-Pluviale (äquatoriale Pluviale) keine oder nur indirekte Beziehungen zu den Kaltzeiten der Nordhalbkugel zeigen. Wir wissen heute zwar mehr über die Bedeutung des Nordwärtswanderns der ITC und den Zusammenhang mit Perioden verstärkten Niederschlags in der Sahelzone (sog. Pluvialen des saharischen Süd-Saumes), doch bestätigt dies im wesentlichen die schon von BÜDEL beschriebenen Zusammenhänge zwischen den Pluvialen mit den ekotropischen Kaltzeiten im saharischen Bereich.

Die frühen Forschungen über die morphodynamische Wirksamkeit des Frostwechsels und des Dauerfrostbodens haben BÜDEL ebenso wie seine Arbeiten aus der Kriegszeit über Vereisung und rezente Eisbildung in der arktischen Polarzone immer wieder auf dieses wichtige Teilgebiet zurückkehren lassen. Neben den zahlreichen quartär-morphologischen Untersuchungen im süddeutschen Raum und speziell im Gebiet seiner Würzburger Wirkungsstätte wurde das eisfreie Polargebiet Spitzbergens mit der Barents- und Edge-Insel zu einem wichtigen Pfeiler seines klima-geomorphologischen Gesamtwerkes.

Die in drei großen „Stauerland-Expeditionen“ (1959/1960 und 1967) mit hohem Einsatz erarbeiteten Forschungsergebnisse waren hierfür entscheidend:

Durch aufwendige Geländestudien im Dauerfrostgebiet der Barentsinsel glaubte BÜDEL, im „Eisrindeneffekt“ den eigentlichen Motor der raschen Tiefenerosion im Frostbodenklima gefunden zu haben. Danach wird durch die Wirksamkeit „periodisch-allwintertlicher Tieffröste“ in einer durchgehend eisreichen Zwischenzone, der „Eisrinde“, ständig mechanisch zerrüttetes Schuttmaterial bereitgestellt, das einer beschleunigten Eintiefung („exzessiven Talbildung“) die morphologische Vorarbeit leistet. Die morphodynamische Wirksamkeit von „Erosionswaffen“ allein kann jedoch nur dann zur verstärkten Zertalung führen, wenn auch alle anderen Faktoren der Talbildung wie ausreichendes Gefälle, kurze Basisdistanz und zum Transport des Verwitterungsmaterials ausreichende Wassermassen mit entsprechender Zeitdauer des Abflusses gegeben sind. Dies aber ist in weiten Teilen der Polarzone der Nordhalbkugel nicht der Fall, so daß es Schwierigkeiten macht, die gesamte nicht-vergletscherte Polarzone als „Subpolare Zone exzessiver Talbildung“ zu bezeichnen. Dennoch bleibt die Erkenntnis von Wichtigkeit, daß über Permafrost in geeigneten Geländeabschnitten eine wirksame Tiefenerosion ein extremes Zerschneidungsrelief erzeugt. Hierzu wurden von den drei „Stauerland-Expeditionen“ zahlreiche neue Forschungsergebnisse geliefert. Später lernte BÜDEL auch die Permafrostgebiete der sibirischen Taiga kennen, was wohl dazu geführt hat, daß in der Darstellung seiner „Klima-morphologischen Zonen der Gegenwart“ (1977) eine eigene „Taiga-Talbildungszone (im Permafrostbereich)“ ausgegliedert wurde, in der die großen Aufschüttungsterrassen mit anwachsendem Eisrindeneffekt (nach oben wandernd) zu einem eigenen Talbildungstyp zusammengefaßt worden sind.

Nach den umfangreichen Forschungen in Spitzbergen hat BÜDEL die dort gewonnenen Ergebnisse über die exzessive

frostdynamische Talbildung auf seine ekotropische Talbildungszone in den Mittelbreiten übertragen. Für ihn sind die breiten Schotterterrassen-Täler, etwa in Franken, das er immer wieder als Vergleichsraum herangezogen hat, nur durch die Tiefenerosion mit Hilfe des Eisrindeneffektes erklärbar. Dies setzt natürlich die Annahme einer vorwiegend pleistozänen und vorwiegend kalteitlichen (frühglazialen) Taleintiefung in Mitteleuropa voraus, was jedoch nicht auf alle Flußsysteme zutrifft.

Der plio-pleistozäne Übergang (erste Taleintiefungsphase) vollzog sich zumeist in sehr breiten flachen Talformen, denen die sogenannten „Breiterrassen“ als Formenrelikte (Talgeneration) zugeordnet wurden.

JULIUS BÜDEL war ständig auf die Einordnung seiner detaillierten Geländebefunde in den größeren Rahmen seiner klima-geomorphologischen Gesamtgliederung der Erdoberfläche bedacht. Das war sicher nicht ohne Verallgemeinerung und nur unter starker Hervorhebung dominanter Vorgänge der Reliefbildung möglich.

So verfolgten seine Untersuchungen in fernen klimatisch-morphologischen Zonen stets das Ziel, die dort gewonnenen Ergebnisse auf die klimatisch andersartigen Zonen, etwa Mitteleuropas, zu übertragen, um so das hier entstandene Relief „klimagenetisch“ zu deuten. Dies gilt nicht nur für „die morphologischen Auswirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet“ (1944), sondern ganz besonders für sein „System der klimatischen Geomorphologie“, dessen erste Konzeption (s. Abb. 1) er – noch ohne eigene Geländeforschungen in den Subtropen und Tropen – auf dem Deutschen Geographentag in München 1948 vorgetragen hatte.

Die wissenschaftstheoretische Grundlegung dieses Konzeptes und seine Veränderungen und Korrekturen sollen im Mittelpunkt dieser Würdigung stehen. Dabei kann davon ausgegangen werden, daß die letzte Fassung dieses Konzeptes der Klima-Geomorphologie seinem 1977 erschienenen Buch (2. Auflage 1981) zugrunde gelegt wurde. Hier geht es vor allem darum, die wissenschaftliche Entwicklung dieses Konzeptes zu umreißen und kritisch zu würdigen, aber auch seine Bedeutung für die gesamte Geomorphologie herauszustellen. Dies soll vorwiegend am Beispiel des zweiten großen Forschungsbereichs J. BÜDELS geschehen, der wohl mehr noch als seine „periglazial-morphologischen“ Quartär-Untersuchungen zum tragenden Pfeiler seines Geomorphologiekonzeptes geworden ist: die Klima-Geomorphologie der Tropen, der er eine beachtliche Zahl von Arbeiten in Afrika und Indien gewidmet hat. Auch die räumliche Konzentration der Forschungen auf das alte, tektonisch schwach bewegte Gondwanaland muß die Konzeption BÜDELS grundlegend mitbestimmt haben.

Die ersten Geländeforschungen wurden 1950/51 in den subtropischen und tropischen Regionen Nord- und Westafrikas, später auch Ostafrikas (Äthiopien), durchgeführt. Sein „Bericht über klima-morphologische und Eiszeit-Forschungen in Nieder-Afrika“ (1952 in dieser Zeitschrift) läßt noch die starke Einbeziehung des pleistozänen Kaltzeitklimas mit der morphologischen Wirksamkeit der Pluviale deutlich werden, während später die „tropische Flächenbil-

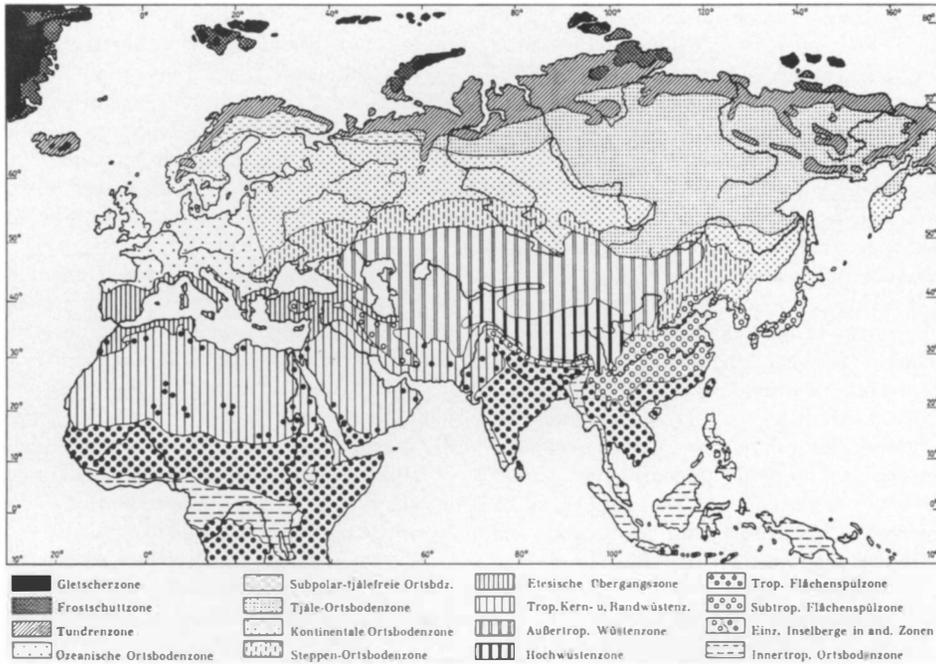


Abb. 1: Die klima-morphologischen Zonen der Alten Welt
Quelle: Das System der klimatischen Morphologie, 1950

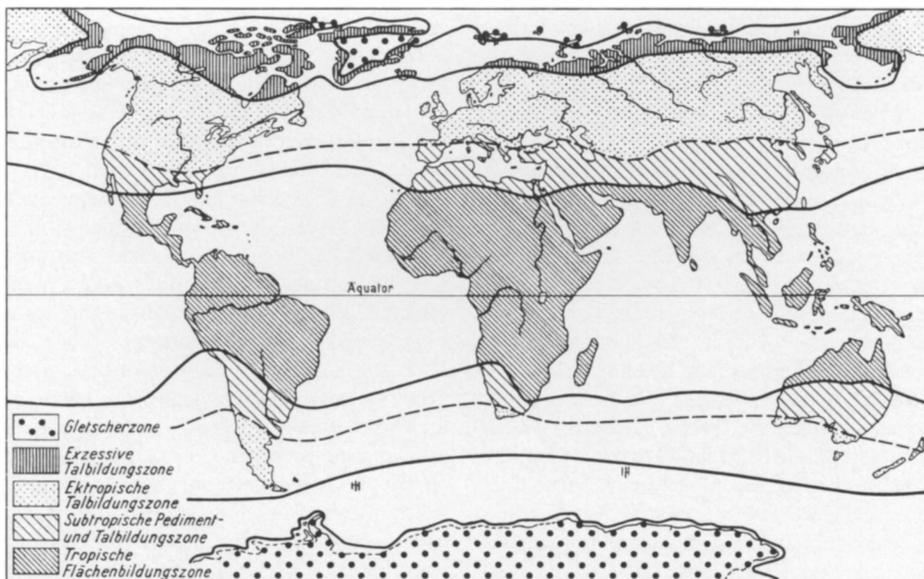


Abb. 2: Die heutigen klima-morphologischen Zonen der Erde
Quelle: Klimagenetische Geomorphologie, 1963

Anmerkung zu den Abb. 1-3: Diese Darstellungen des Zonal-konzeptes der Klima-Geomorphologie von JULIUS BÜDEL sollen die Entwicklung und den Wandel in den Auffassungen in Terminologie

und Sachinhalt der regionalen Verbreitung klima-morphologischer Zonen seit 1948 verdeutlichen. Die Abbildungen sind den Originalbeiträgen entnommen.

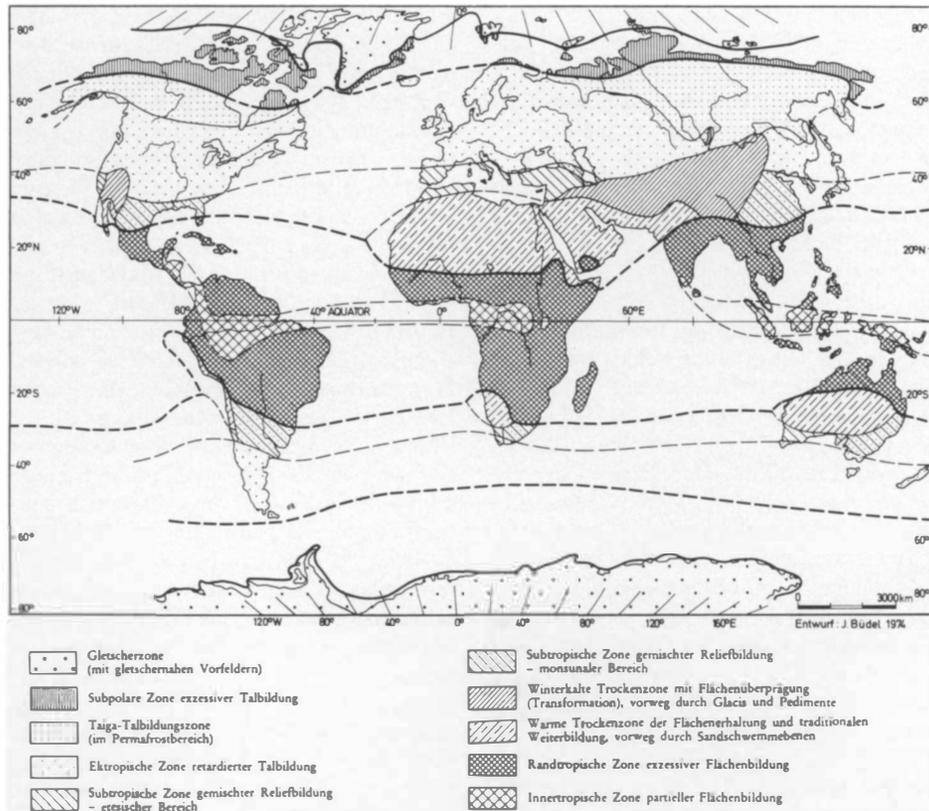


Abb. 3: Die klima-morphologischen Zonen der Gegenwart
Quelle: Klima-Geomorphologie, 1977

dung“ (Rumpfflächengenese) immer stärker in den Vordergrund trat und schließlich Hauptmerkmal und Grundlage der von ihm so benannten „Tropischen Flächenbildungszone“ innerhalb seines Systems wurde.

Es mag auf die Beobachtungen und Ausdeutungen dieser ersten größeren Reise in die Subtropen und Tropen zurückzuführen sein, daß die „tropische Flächenbildung“ in seiner Kartenskizze „Die heutigen klima-morphologischen Zonen der Erde“ (1961 und 1963, s. Abb. 2) für den gesamten tropischen und subtropischen Trockenraum der Alten Welt bis fast an den südlichen Saum des mediterranen Klimas als prägend angesehen wurde. In allen späteren Darstellungen wurde jedoch die Aride Zone wieder ausgegliedert und zu einer bedingt eigenen klima-geomorphologischen Zone erklärt, denn der – später noch zu behandelnde – morphodynamische Mechanismus oder die „prozessuale Erklärung der exzessiven Flächenbildung in den wechselfeuchten Tropen“ (TROLL 1973, S. 248) ist in der gesamten Trockenzone rezent ganz sicher nicht wirksam. Doch wird die Frage der Kennzeichnung dieser (ariden) Zone als „Warme Trockenzone der Flächenerhaltung und traditionellen Weiterbildung“ (1977) noch zu diskutieren sein.

BÜDEL stellte schon 1957 nach dem Würzburger Geographentag ein dynamisches Modell der Flächenspülzone und

Rumpfflächenbildung auf, das er den „Mechanismus der doppelten Einebnung“ nannte. Dabei wurde die tropisch-chemische Verwitterungs-Basisfläche („weathering front“) zusammen mit der „Spüloberfläche“ in einem morphodynamischen System vereinigt betrachtet, das für jede Flächenbildung unter randtropischem, wechselfeuchtem Klima (6–9 Monate mit Regenfall) verantwortlich sei.

Beide „Einebnungsflächen“ verlagern sich in seinem System im gleichen Verhältnis allmählich tiefer und schaffen auch gegen die höheren Relieftteile rückschreitend mit der Zeit die weitgespannten tropischen Rumpfflächen. In seinem Buch (1977) hat sich BÜDEL detailliert bemüht, auch pedologische Erkenntnisse zur Erklärung dieses Verwitterungsvorganges heranzuziehen, um Intensität und Geschwindigkeit des Vorrückens dieser Basis-Verwitterung zu erklären und als „Motor“ aller Rumpfflächenbildung zu deuten.

Eine wichtige Rolle spielen in diesem Modell die höheren, noch herausragenden Relieftteile, wie Inselberge und Rumpfstufen. Sie unterliegen nach BÜDEL der seitlichen Abtragung durch „subkutane Rückwärtsdenudation“, während aus der Verwitterungsfront „Grundhöcker“ und „Schildinselberge“ herausragen. Die darin zugrunde gelegten Beobachtungen können in tropischen Zonen mit tief-

greifendem chemischen Gesteinsersatz und gleichzeitiger flächenhafter Abspülung des Feinzersatzes natürlich bestätigt werden, doch müssen für die Wirksamkeit dieses Modellvorganges Gegebenheiten wie lange tektonische Ruhe und entsprechende Lage der Erosionsbasisdistanz ebenfalls gegeben sein, wie es BÜDEL selbst in seinem Buch erwähnt hat. Diese Teilfaktoren als Voraussetzungen eines solchen Mechanismus sind in den erdumspannenden Tropen natürlich bei weitem nicht überall gegeben. Das alte Gondwanaland bietet hierfür vielleicht die günstigsten Vorbedingungen, weshalb die meisten Forschungsergebnisse zur tropischen Flächenbildung gerade dort gewonnen wurden.

In BÜDELS Konzept der Klima-Geomorphologie spielte eine wichtige Grundvoraussetzung eine entscheidende Rolle. Wie seine erdweite Darstellung der „Klima-morphologischen Zonen der Gegenwart“ (zuletzt 1977) erkennen läßt (s. Abb. 3), stehen sich Zonen mit exzessiver Talbildung (insbesondere der Subpolargebiete) und Zonen exzessiver Flächenbildung (insbesondere der Randtropen) morphodynamisch gegenüber.

Zonen mit retardierter Talbildung in den Ektropen und partieller Flächenbildung in den Innertropen bilden quasi nur die Übergänge, während sich im äquatorialen Bereich der Subtropen (mit semiaridem Klima) eine „gemischte Reliefbildung“ vollziehen soll. Die „gemischte Reliefbildung“ kann daher insgesamt nur als eine Mischung von Talbildung und Flächenbildung, insbesondere von Fußflächen, erklärt werden. Dabei sei in Abhängigkeit von der zonalen und regionalen Verteilung von Humidität und Aridität auch auf die davon gesteuerte Konzentration von Fußflächen und/oder vorherrschender Zertalung hingewiesen. Daraus geht eine deutliche Abhängigkeit auch von der Entwicklung des Flußnetzes hervor. Entscheidende Kriterien für BÜDELS System sind aber allein das Vorherrschen von Talbildung oder Flächenbildung!

Über die Verbreitung und Bedeutung von talbildenden Vorgängen im Bereich vorherrschender Flächenbildung, also aktiver Rumpfflächenbildung, hat es immer wieder Diskussionen gegeben, insbesondere nach den Geländeuntersuchungen von H. LOUIS in Tanzania³⁾. Die von LOUIS als „Flachmuldentäler“ bezeichneten weiten fluvialen Erosionsformen, mit ihren kilometerbreiten flach ansteigenden Flanken (dort als Rampenhänge bezeichnet), wurden ebenso wie die wenig vorausseilende Flußerosion als aktive Glieder im Relief der weitgespannten, ebenfalls aktiven Rumpfflächenbildung angesehen. BÜDEL verneinte die aktive Rolle solcher tropischen Erosionsleistung, insbesondere das Vorausseilen (gegenüber der Flächenabtragung). Nachdem er mehrfach zum „Begriff: Tal“ (1970) und in seiner Arbeit „Bildung von Rumpfflächen und Talrelieftypen in der Flächenpülzone Süd-Indiens“ (1965) gegen die sicher vorhandene „aktive“ Erosionsleistung auch der tropischen Flüsse Stellung bezogen hatte und die Anwendung des Talbegriffes für die randtropische Zone exzessiver Flächenbildung ablehnte, formulierte er seine Auffassung dazu erneut in dem

Abschnitt „Die tallosen Flüsse auf den aktiven Rumpfflächen“ (1977, S. 115) unter Zerlegung des Begriffes „Flußarbeit“ in die Teilwirkungen „Passive Transportleistung von Gelöstem, Schweb- und Schleppgut“ und die „Aktive Erosionsleistung mit der viele Flüsse durch Tiefen- und Seitenanagung . . . der allgemeinen Breitenabtragung des Landes linienhaft voraneilen . . .“ (S. 114), was diese in den Randtropen nicht leisten könnten. Dennoch werden die größeren Flüsse, die sich aus den Gerinnen der Spülmulden zu solchen sammeln, als „Vorfluter der Muldengerinne“ bezeichnet, was ihre morphologische Bedeutung klar erkennen läßt und BÜDELS frühere Aussagen hierzu einschränkt.

Diese tropischen Talformen mit ihren durch Flächenspülung geformten, weitgespannten, sehr flachen Hängen sind integrierte Teilbereiche eines übergeordneten Flachreliefs (Rumpfflächen), dessen vorwiegend chemischer Tiefenzeratz (auch auf den Hängen und beim Fehlen hoher Niederschläge besonders im Talmuldenbereich) eine ständige Vorbereitung für Flächenspülung gewährleistet. Die Spülmuldentäler, die sich natürlich zu größeren Flußtälern sammeln, übernehmen dann den Abtransport zu den übergeordneten Talsystemen, die sich wie der obere Nil, der Niger oder der Senegal natürlich auch im wechselfeuchttropischen Afrika mit 50–60 m tiefen Tälern entwickeln konnten. Somit stellen solche Großsysteme der fluvialen Abtragung bis hinein in die äußersten Verästelungen eines weitgespannten Systems von flachen Spülmulden das typisch semihumid tropische Abtragungssystem dar. Das widerspricht nicht der enormen Wirksamkeit flächenhafter Abtragung in solchen Zonen! Es ist aber auch eindeutig, daß ein solches tropisches Talsystem mit den Tälern der Außertropen in ihrer eigenen Morphodynamik nicht identisch ist, wie es BÜDEL immer wieder betont hat.

Der Deutsche Geographentag in Würzburg 1957 mit dem von J. BÜDEL vorgeschlagenen Schwerpunkt „Die Flächenbildung in den feuchten Tropen“ brachte in doppelter Hinsicht auch die Präsentation seines eigenen wissenschaftlichen Werkes. Während er in seinem Hauptvortrag neben einer Gesamtschau der Prozesse der Flächenbildung durch den „Mechanismus der doppelten Einebnung“ auch auf „die Rolle fossiler solcher Flächen in anderen Klimazonen“ hinwies, brachte sein Beitrag in der Festschrift zum Geographentag eine viel diskutierte Interpretation des fränkisch-schwäbischen Schichtstufenlandes als ein Rumpfflächenrelief. Die darin vorkommenden gesteinsbedingten Stufenhänge wurden als untergeordnete „Arabesken“ und die ausgedehnten, oft in Akkordanz an das triadische Schichtgebäude angelegten Stufenflächen als tertiäre Rumpfflächen eines wechselfeucht tropischen Klimas interpretiert. Ausführlich wurde die überregionale Bedeutung der „sarmatopontischen Altfläche“ erklärt, die sich zwischen den Franken umsäumenden Mittelgebirgen im Obermiozän und Altplozän gebildet haben soll, sich aber auch als ältere Rumpffläche auf der Frankenalb findet.

Dieser sarmatopontischen Rumpffläche folgten dann die jünger-pliozänen Gäuflächen durch flächenhafte Erniedrigung, während die Täler im wesentlichen als pleistozäne Bil-

³⁾ H. LOUIS: Über Rumpfflächen- und Talbildung in den wechselfeuchten Tropen, besonders nach Studien in Tanganyika. Z. Geomorph. N.F. 8, Sonderheft 1964, S. 43–70.

dungen erklärt wurden. Damit lieferte BÜDEL für diesen mitteleuropäischen Raum auch einen ebenfalls viel diskutierten Beitrag zur Entwicklung des Flußnetzes in Süddeutschland im Jungtertiär und im Pleistozän.

Seine Interpretation des Flächenreliefs im Stufenland (und Tafelland) als echte tropische Rumpfflächen läßt klar erkennen, daß BÜDELS Konzept der Klima-Geomorphologie von der klimabedingten Flächengese im Tropenklima mit chemischem Tiefenersatz aller Gesteinsarten beherrscht wird. Das Modell der „Doppelten Einebnung“ lieferte ihm dazu den Schlüssel.

Die Gründe für die Ausgliederung der immerfeuchten Tropen (9–12 humide Monate) aus seiner „Randtropischen Zone exzessiver Flächenbildung“ fand BÜDEL darin, daß ein großer Teil des Rumpfflächenreliefs hier wahrscheinlich vorzeitlichen Alters ist. So schreibt er: „Es ist allerdings die Frage, ob dieser Relieftyp [Zusatz: der Rumpfflächen] heute noch allgemein – und nicht nur partiell – gleichmäßig fortentwickelt wird, oder ob nicht der Großteil dieses Reliefs noch aus Vorzeitklimaten mit längeren Trockenzeiten stammt“ (1977, S. 144).

Dieser Gedankenansatz scheint mir von großer Wichtigkeit für die klima-geomorphologische Erklärung der tropischen Rumpfflächen überhaupt, denn hygrische Schwankungen von humid bis semiarid haben in den Tropen – auch in den Savannenbereichen – paläoklimatisch nachweisbar eine große Rolle gespielt. So wird man nicht nur die chemische Tiefenverwitterung, sondern gerade auch die starke Auflockerung des tropischen Vegetationskleides in vorzeitlichen Trockenphasen mit starker Abspülung für den flächenhaften Ausgleich des Reliefs und damit für die Rumpfflächenbildung generell verantwortlich machen müssen. Wenn dies schon in zonaler Verbreitung (von den feuchten zu den wechselfeuchten Tropen) zu erkennen ist, dann spielt diese Tatsache erst recht im klimagenetischen Gang der langdauernden Flächenbildung (vom älteren Tertiär bis heute) eine entscheidende Rolle, gerade in den Tropen. Um dies klar zum Ausdruck zu bringen, wäre die früher gebräuchliche klima-geomorphologische Zonenbezeichnung „Wechselfeuchte Tropen“ dem Begriff „Randtropen“ vorzuziehen. Insgesamt sollte dieser paläoklimatische Wechsel in der Humidität und Aridität in den immerfeuchten Tropen jedoch eine geringere Rolle gespielt haben als in den Tropen mit längeren Trockenzeiten und somit in den Savannen. Wie schwierig es aber ist, innerhalb der gesamten Tropen eine klima-geomorphologische „innertropische Zone partieller Flächenbildung“ auszugliedern, zeigt auch ihre regionale Verbreitung (1977, Fig. 13), besonders in Süd- und Mittelamerika sowie im malayisch-indonesischen Inselbereich.

Eine etwas umfassendere Behandlung verlangt hier die Aride Zone im Konzept BÜDELS, die bis zur letzten Darstellung (1974/1977) manche inhaltliche Interpretationsunterschiede erfahren hat. Ursprünglich (1950) als „Trockenschuttzone“ mit Unterzonen klar zwischen der Etesischen Übergangszone (mediterran) und der Flächenspülzone der Tropen angesiedelt, wurde sie nach vorübergehender Inte-

grierung in die „Tropische Flächenbildungszone“ (1961–1963) seit 1969 und 1971 wieder gesondert als „Aride Zone der Flächenerhaltung“ ausgewiesen (vgl. Abb. 1–3). Die Bedeutung von „Sandschwemmebenen und Fußflächen-Bildung“ [Zusatz] wurde zu dieser Zeit noch deutlich herausgestellt. Dem kann wohl uneingeschränkt zugestimmt werden, denn die überall vorkommenden, also weitverbreitet das heutige Relief beherrschenden Fußflächen (Pedimente und Glacis) haben hier eine hohe klima-geomorphologische Bedeutung, wie durch eine Unzahl von diesbezüglichen Arbeiten in der internationalen morphologischen Literatur nachgewiesen worden ist.

Dabei ist sicher zu beachten, daß die gesamte morphogenetische Sequenz der Pedimententwicklung weit in das Tertiär zurückgreift und somit auch klimagenetisch (paläoklimatisch) in tropisch humidere Klimaphasen zurückgereicht hat. Eine Mitwirkung von Perioden verstärkter tropisch-chemischer Verwitterung bei der Relieftwicklung der ausgedehnten Altflächen, zu denen vor allem auch die ausgedehnten Pediplains gehören, ist sicher zu berücksichtigen, was wiederum auf die klima-geomorphologische Wirksamkeit von hygrischen Klimaschwankungen hinweist.

In BÜDELS Konzept ist das Relief der Ariden Zone eigentlich immer als ein vorzeitliches (fossiles) Erbe von Perioden wechselfeuchter tropischer Flächenbildung erklärt worden, das im wesentlichen den Prozessen der „Flächenerhaltung und traditionellen Weiterbildung“ (1977) unterlag. Vorher hatte BÜDEL auch die „Flächen-Überprägung (Sukzessionsflächen) sowie die Fußflächen-Bildung“ (1971) als wesentliche geomorphologische Merkmale herausgestellt, die Sandschwemmebenen hinzugerechnet. Der Pedimentbildung wollte er nur untergeordnete Bedeutung für das Flachrelief der Trockengebiete zuerkennen, die ausgedehnten Pediplains kommen in seiner Terminologie nicht vor. So wandte er sich auch strikt gegen die Auffassung, daß größere Flächenanteile durch „Pedimentation oder Pediplanation“ entstehen könnten und damit gegen „die betreffenden Forscher, die dies Phänomen zu einer Art arider Rumpfflächenbildung ausdehnen möchten“ (1977, S. 151).

Für die tropische Rumpfflächenbildung lehnte er die Pediplanation als morphologischen „Mechanismus“ vollends ab, ebenso den Begriff „Pediment“ für diese klima-geomorphologische Zone, was sicher in zonaler Hinsicht zu einer eindeutigeren Definition der Vorgänge und Formungskriterien geführt hat.

Nachdem für die Pedimententstehung bzw. die Schuttbildung auf Fußflächen von BÜDEL (nach Anregungen HÖVERMANNs) auch die Frostwirkung als ein entscheidender Vorgang herausgestellt wurde, gab es für ihn auch in der Sahara keine Pedimente mehr (1977, S. 173). Dies hatte auch für seine klima-morphologische Zonierung der Erde eine Folge, die sich erstmalig in seinem Buch (1977) zeigt:

Aus der noch 1971 einheitlichen „Arid-semiariden Zone der Flächen-Erhaltung und -Überprägung (Sukzessionsflächen) sowie der Fußflächen-Bildung“ wurden zwei Zonen: eine „Winterkalte Trockenzone mit Flächenüberprägung (Transformation), vorweg durch Glacis und Pedimente“ und eine „Warme Trockenzone der Flächenerhaltung und

traditionalen Weiterbildung, vorweg durch Sandschwemmenebenen“. Dies entsprach seiner veränderten Auffassung, daß z.B. in der „warmen Trockenzone“ der Sahara keine Glacis oder Pedimente vorkämen, was natürlich unzutreffend ist.

Es fällt daher schwer, die überall verbreiteten Pedimente und Pediplains der Sahara allein als Formenrelikte einer wechselfeucht tropischen Rumpfflächenbildung zu deuten, und zwar aufgrund von vorkommenden Verwitterungsrelikten (Roterden, Rotlehmen, kaolinreichen Bodenrelikten o. ä.), deren pedologische Genese oft – selbst unter Bodenkundlern – umstritten ist. Allerdings sind der Auffassung BÜDELS doch einige Geomorphologen gefolgt.

Ganz sicher spielen die Vorgänge der Flächenerhaltung und Flächenweiterbildung in den ariden Räumen eine wichtige Rolle, zumal die meisten Formen eine längere, bis weit in das Tertiär zurückreichende Morphogenese hinter sich haben. Doch dabei darf der Anteil „arid-morphodynamischer“ Formung, selbst im jüngeren Tertiär mit seinen langen Trockenphasen, keinesfalls unterbewertet werden, wie es aber geschieht, wenn man diese Fußflächen von Inselbergen, Inselgebirgen und allen höheren Geländestufen mit ganz beträchtlichen Ausmaßen nur durch eine „traditionelle Weiterbildung“ (was auch immer man darunter verstehen will) erklären möchte. Der Verfasser hat versucht, diese klima-geomorphologischen Relationen in der Reliefbildung der Trockenzone der Sahara im Gedächtnisband für JULIUS BÜDEL (Geoökodynamik 1983, 3/4) herauszuarbeiten und neu zu bewerten.

BÜDEL hat durch seine umfassende Kenntnis auch der Trockengebiete, insbesondere der Sahara und ihrer Randgebiete, auch den Problemen der Ariden Zone einen eigenen Beitrag gewidmet (1970). Darin befaßte er sich mit dem Fragenkomplex „Pedimente, Rumpfflächen und Rückland-Steilhänge, deren aktive und passive Rückverlegung in verschiedenen Klimaten“, wobei es ihm darum ging, diesen Reliefseinheiten des Trockenklimas in seinem klima-geomorphologischen Konzept den seiner Meinung nach richtigen Stellenwert zu geben. Hierin hat er selbst durch Beobachtungen aus dem Flugzeug über der iranischen Wüstenzone bemerkenswerte Details des arid-morphologischen Formenschatzes erkannt, die er mit seiner Geländebeobachtung aus Nordafrika kombinierte. Dabei wurde stets betont, daß sich die weitgespannten *alten* Rumpfflächen in ihrem Entstehungsmechanismus entscheidend von den Fußflächen (Pedimenten insbesondere) unterscheiden und letztere sich auf einen schmalen Fußkranz um die Berge und Gebirge beschränken. Es bleibt aber in diesem Zusammenhang die Tatsache wichtig, daß diese Fußregionen mit Pedimenten und Glacis um eine Unzahl von Einzelbergen und Gebirgsrücken im Steppen- und Wüstenrelief herum, also im Gesamtrelief der Trockengebiete, doch einen ganz erheblichen Anteil haben. Dieser macht sicher, wenn man die ausgedehnten Akkumulationsebenen herausnimmt, fast die Hälfte des Gesamtreliefs aus. Dort aber findet die morphologisch wirksame (aktive!) Abtragung statt und zwar seit dem jüngeren Tertiär! Dabei handelt es sich um Vorgänge der Pedimentation und Pediplanation – ohne vorausseilende tropisch-chemische Tiefenverwitterung! Das mag die Be-

deutung der Pedimente im Gesamtgeschehen dieser geomorphologischen Entwicklungssequenz („Morphosequenz“) der Ariden Zone ausreichend unterstreichen. So kann man BÜDELS Einordnung dieser ariden Zone in sein Konzept der „klima-morphologischen Zonen“ (1970) solange weitgehend akzeptieren, wie er diese Zone als „Aride Zone des Flächenausbaus“ kennzeichnete, und zwar mit Erhaltung und (traditionaler) Weiterbildung von Rumpfflächen, Fußflächen (Pedimente, Glacis) an Gebirgsrändern und „Adaptionsflächen auf flachlagernden Schichtgesteinen“, wie sich z. B. das große Tademait-Plateau in der zentralen Sahara und viele andere Hochflächen treffend bezeichnen lassen.

Bisher standen in diesem Abriss und der kritischen Würdigung des Konzeptes zur Klima-Geomorphologie von JULIUS BÜDEL vorwiegend seine Arbeiten und Auffassungen zur Prozeß- und Zonalgliederung in ihrer erdweiten Verbreitung im Vordergrund. Daneben erscheint es dem Verfasser jedoch von großer Wichtigkeit, auch die Auffassungen zur „klimagenetischen“ Geomorphologie zusammenfassend zu betrachten. Er betrachtete dies als eine „Kernfrage der Geomorphologie“. Entsprechend treten die sogenannte Angewandte und auch die Anthropogenetische Geomorphologie zurück, die in seinem letzten Buch auch nur durch einen kurzen Abschnitt zur Flußtätigkeit seit der Frühantike am Beispiel der Verschüttung von Olympia vertreten sind.

Mit der klimagenetischen Geomorphologie verband BÜDEL stets die Frage der Reliefgenerationen, die bestimmten Klimaphasen der tertiären und quartären Reliefentwicklung zugeordnet waren. Dabei wird die für sein Konzept übergeordnete Bedeutung von Rumpfflächen-niveaus bzw. ihren Relikten in außertropischen Zonen sehr deutlich, wie es von mir zuvor auch am Beispiel der Ariden Zone herausgestellt wurde.

In seinem Buch (1977) greift BÜDEL in zwei Kapiteln ganz auf Beispiele aus Mitteleuropa zurück und zwar auf die Reliefgenerationen im außeralpinen und im Alpenbereich. Seine Auffassung vom alten Rumpfflächenrelief im süddeutschen Stufenland wurde schon erörtert, doch hat ihn auch das Mittelgebirgsrelief mit seinen Flächenresten aus dem Tertiär oft beschäftigt, zumal dieser Fragenkreis schon auf seine ersten Arbeiten über das Erzgebirge (1935) mit einem klima-morphologischen Ansatz – entgegen den Arbeiten von W. PENCK – zurückgeht. Lange Zeit wurde auch in den Mittelgebirgen dem tertiären Flächenrelief das pleistozäne Talrelief gegenübergestellt, bis dann einer (jung-)pliozänen Übergangsphase die Entstehung seiner „Breiterrassen“ als eine Art von Übergangs-Reliefgeneration zugeordnet wurde.

Dies läßt erkennen, daß die erdgeschichtliche „Klimavarianz“ entscheidend höheren Rang in seinem Konzept hatte als die von ihm so benannte „Tektovarianz“, also die Voraussetzungen, die für die Flächen- oder Talbildung etwa von der Tektonik und Epirogenese ausgehend wirksam waren. Dennoch wurden solche epirogenen Hebungsvorgänge bei seiner Theorie zur Rumpfflächenbildung (Höhennlage zum Meeresniveau und damit zur absoluten Erosions-

basis) in anderer Weise mitberücksichtigt, wonach höhere epirogen herausgehobene Flächenanteile altern und durchaus zerschnitten werden, während die tiefer liegenden Bereiche weiterhin flächenhaft abgetragen werden und sich auf Kosten der höheren sogar ausdehnen. Deren „Wachstumspitzen sind dann die Flachbuchten“, schrieb er.

In BÜDELS Konzept der klima-geomorphologischen Zonierung der Erde sind die Hochgebirge ausgeklammert. Dies hat sicher für viele regionale Darstellungen auch Konsequenzen gehabt, denn es sind nicht nur die Hochgebirge selbst, die ein ihnen eigenes morphodynamisches System und auch eine klima-morphologische Höhenstufung besitzen; darüber hinaus beeinflussen sie auch durch ihr montanes hydrologisches Steuerungszentrum den weiteren Bereich ihrer Vorländer morphologisch ganz entscheidend. Allerdings hat BÜDEL in seinem klima-geomorphologischen Werk (1977) auch den Hochgebirgen einiger Zonen eine Darstellung ihrer Reliefgenerationen gewidmet. Darin schreibt er der tropischen Rumpfflächen- und Rumpftreppe-Bildung im Tertiär die meisten Altformen-Generationen zu und ordnet das Niveau der Hochtalböden z.B. in den Alpen der plio-pleistozänen Übergangszeit zu.

Während zahlreiche Hochgebirgs-Morphologen die verbreiteten Fußflächen der Ostalpen einer Formung unter subtropisch-semiariden Klimabedingungen zuordnen, wird in dem Konzept von BÜDEL selbst den „traditionalen Pedimenten“ am Ostrand der Zentralalpen (1977, Fig. 78) noch eine mächtige Rotlehmauflage „feucht-randtropischer Herkunft“ zugeordnet. Als Relikte dieser randtropischen Morphodynamik werden auch die großen Ebenheiten der Poljen und intramontanen Becken und Ebenen angesehen.

J. BÜDEL arbeitete bis zuletzt an seiner klimagenetischen Interpretation des Hochgebirgsreliefs, besonders der Alpen, die er seinem Gesamtkonzept neu zuordnen wollte. Viele Ansätze dazu sind in seinen letzten Arbeiten erkennbar.

Eine detailliertere Bewertung des klima-geomorphologischen Konzeptes von J. BÜDEL einschließlich seiner klimagenetischen Darstellung der Reliefgenerationen sowie seiner morphodynamischen Modelle ist hier nicht möglich, doch kann zusammenfassend folgendes herausgestellt werden:

Mit großer Beharrlichkeit und der notwendigen scharfsinnigen wissenschaftlichen Interpretationsgabe und geistreichen Phantasie hat J. BÜDEL von 1933 bis 1983 ein Gebäude der Klima-Geomorphologie errichtet, das von großer Bedeutung ist. Er hat sein darin integriertes Konzept über diese Jahre hin oft verändert und den neuen Forschungsergebnissen angepaßt, ohne dabei sein Grundkonzept aufzugeben. Dieses besteht – stark vereinfacht – auf der Annahme, daß zwei übergeordnete reliefbildende Mechanismen auf der Erde bestehen, die morphogenetisch der Reliefentwicklung der Erde die entscheidenden „Generationsstempel“ aufgedrückt haben: die „frostdynamisch wirksame exzessive Talbildung“ einerseits und die „randtropisch exzessive Flächenbildung“ andererseits. Übergangszonen und Überprägungszonen bilden die Zwischenglieder.

Daß einem solchen vereinfachten Weltmodell klima-geomorphologischer Wirksamkeit auch Mängel anhaften müs-

sen, erscheint als eine zwangsläufige Folge einer erdweiten Betrachtung geomorphologischer Entwicklung der Erdoberfläche und auch als eine Folge der Generalisierung eines sehr komplexen Geschehens in und auf der Erdkruste. Dabei ist sicher auch nicht das Konzept „Tal- oder Flächenbildung“ das allein mögliche.

In der klimagenetisch-geomorphologischen Konzeption von BÜDEL wird der tropischen Rumpfflächenbildung über die heutigen Tropen hinaus als vorzeitlicher Prozeß bis in die Subpolarzone entscheidende „Prägestkraft“ auch für das heutige Relief zuerkannt.

Wenn auch durch die pleistozänen kaltzeitlichen Prozesse der „exzessiven Talbildung“ in den Ektropen nur noch Rumpfflächenrelikte vorhanden sein können, so wird diesen Rumpfflächen aus der Vorzeit wechselseitig tropischen Klimas im Tertiär die überragende Rolle in der Geomorphogenese in allen Zonen zugeschrieben.

J. BÜDEL hat mit seinem Konzept zur Klima- und Klimagenetischen Geomorphologie die Wissenschaft von der Entstehung unseres Erdreliefs in entscheidender Weise befruchtet und angeregt. Durch seine geistreichen Arbeiten wurden zahlreiche jüngere und ältere Kollegen zu einer fortlaufenden Diskussion, kritischen Überprüfung und zu eigenen fortführenden Arbeiten in allen Klimazonen nicht nur angeregt, sondern oft geradezu herausgefordert. Die Geomorphologie wird sich auch zukünftig mit seinem klima-geomorphologischen Konzept auseinandersetzen müssen. Dabei werden weiterführende und neue Ergebnisse in Theorie und Geländeforschung erzielt werden, die in vielfacher Weise aus dieser Auseinandersetzung mit BÜDELS klima-geomorphologischem Werk entsprungen sind. Es ist zweitrangig, ob diese Ergebnisse bestätigend, korrigierend oder einfach weiterführend sind. Das Lebenswerk von JULIUS BÜDEL dokumentiert dadurch seinen überragenden Wert!

*Ausgewählte und zitierte Arbeiten
von J. BÜDEL*

- Die morphologische Entwicklung des südlichen Wiener Beckens und seiner Umrandung. *Berl. Geogr. Arb.*, H. 4, 1933, 73 S.
- Die Rumpftreppe des westlichen Erzgebirges. *Dt. Geogr. Tag Bad Nauheim 1934. Verhdl. u. Wiss. Abhdl., Breslau 1935*, S. 138–147.
- Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. *Pet. Geogr. Mitt., Erg. H. 229*, Gotha 1937, 71 S.
- Das Verhältnis von Rumpftreppen zu Schichtstufen in ihrer Entwicklung seit dem Alttertiär. *Pet. Geogr. Mitt.*, 1938, S. 229–238.
- Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. *Geol. Rdsch.*, Bd. 34, 1944, S. 482–519.
- Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitalters. *Die Naturwissenschaften*, Jg. 36, 1949, S. 105–139.
- Das System der klimatischen Morphologie. *Dt. Geogr. Tag München 1948, Verhdl. u. Wiss. Abhdl., Landshut 1950*, S. 65–100.
- Bericht über klimamorphologische und Eiszeitforschungen in Niederafrika auf Grund einer Forschungsreise 1950/51. *Erdkunde*, Bd. 6, 1952, S. 104–132.

- Reliefgenerationen und plio-pleistozäner Klimawandel im Hoggar-Gebirge (Zentrale Sahara). *Erdkunde*, Bd. 9, 1955, S. 100–115.
- Grundzüge der klimamorphologischen Entwicklung Frankens. *Festschr. z. 31. Dt. Geogr. Tag in Würzburg 1957*, Würzburger Geogr. Arbeiten, H. 4/5, 1957, S. 5–46.
- Die „Doppelten Einebnungsflächen“ in den feuchten Tropen. *Ztsch. f. Geomorphol. N. F.*, Bd. 1, 1957, S. 201–228.
- Die Flächenbildung in den feuchten Tropen und die Rolle fossiler solcher Flächen in anderen Klimazonen. *Dt. Geogr. Tag Würzburg 1957. Tag. Ber. u. Wiss. Abhdl.*, Wiesbaden 1959, S. 89–121.
- Morphogenese des Festlandes in Abhängigkeit von den Klimazonen. *Die Naturwissenschaften*, Jg. 48, 1961, S. 313–318.
- Klimagenetische Geomorphologie. *Geogr. Rdsch.*, Jg. 15, 1963, S. 269–286.
- Die pliozänen und quartären Pluvialzeiten der Sahara. *Eiszeitalter und Gegenwart*, Bd. 14, 1963, S. 161–187.
- Die Reliefotypen der Flächenspülzone Süd-Indiens am Ostabfall Dekans gegen Madras. *Colloquium Geogr.*, Bd. 8, 1965, 100 S.
- Bildung von Rumpfflächen und Talrelieftypen in der Flächenspülzone Südindiens. *Dt. Geogr. Tag Bochum 1965, Tag. Ber. u. Wiss. Abhdl.*, Wiesbaden 1966, S. 293–322.
- Der Eisrindeneffekt als Motor der Tiefenerosion in der exzessiven Talbildungszone. *Würzb. Geogr. Arb.*, H. 25, 1969, 41 S.
- Das System der klimagenetischen Geomorphologie. *Erdkunde*, Bd. 23, 1969, S. 159–183.
- Der Begriff: Tal. *Tübinger Geogr. Stud.*, H. 34 (Beiträge z. Geographie der Tropen und Subtropen – Festschrift f. H. Wilhelmy), 1970, S. 21–34.
- Pedimente, Rumpfflächen und Rückland-Steilhänge, deren aktive und passive Rückverlagerung in verschiedenen Klimaten. *Ztsch. f. Geomorphol. N. F.*, Bd. 14, 1970, S. 1–57.
- Das natürliche System der Geomorphologie, mit kritischen Gängen zum Formenschatz der Tropen. *Würzburger Geogr. Arb.*, H. 34, 1971, 152 S.
- Typen der Talbildung in verschiedenen klimamorphologischen Zonen. *Z. f. Geomorph. Suppl.-Bd. 14*, 1972, S. 1–20.
- Reliefgenerationen der Poljenbildung im dinarischen Raum. *Erdkundl. Wissen*, H. 32, Wiesbaden 1973, S. 134–140.
- Das Relief der Sahara zwischen Anti-Atlas und Hoggar-Gebirge. *Würzburger Geogr. Arb.*, H. 43, 1975, S. 66–78.
- Die Stellung der Geomorphologie im System der Naturwissenschaften. *Z. f. Geomorph. Suppl.-Bd. 23*, 1975, S. 1–11.
- Klima-Geomorphologie. Berlin-Stuttgart 1977, 304 S., 2. Aufl. 1981.
- Die großen Prozeßgefüge und die Haupttypen subaerischer Reliefbildung. *Z. f. Geomorph. Suppl.-Bd. 39*, 1981, S. 51–57.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen von
JULIUS BÜDEL

I. Teil (1933–1973) in: *Erdkunde*, Bd. 27, 1973, S. 250–253.

II. Teil (1974–1984)

- 118 Spitzbergen als Beispiel eiszeitlicher Reliefbildung in Mitteleuropa. *Jahrb. Bayer. Akad. d. Wiss. München* 1974, S. 78–97.
- 119 Das Relief der Sahara zwischen Anti-Atlas und Hoggar-Gebirge. *Würzburger Geogr. Arbeiten*, H. 43, 1975, S. 66–78.
- 120 Die Stellung der Geomorphologie im System der Naturwissenschaften. *Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl.-Bd. 23*, 1975, S. 1–11.
- 121 Carl Troll und die Eiszeit. *Eiszeitalter und Gegenwart* 26, 1975, S. 274–276.
- 122 Bayern ist anders, gezeigt an der Geographie von Ohlstadt und Umgebung. Ohlstadt im Voralpenland von der Eiszeit bis heute. *Landesvers.-Anst. Unterfranken* 1976, S. 1–12.
- 123 Glaziologie und Geomorphologie. *Zeitschr. f. Geomorphologie* 20, 1976, S. 363–367.
- 124 Das Konzept der neugegründeten Kommission für Geomorphologie an der Bayer. Akademie der Wissenschaften. *Zeitschr. f. Geomorphologie* 21, 1977, S. 96–99.
- 125 Reliefgenerationen in Mitteleuropa und anderen klimamorphologischen Zonen. *Würzburger Geogr. Arb.*, H. 45, 1977, S. 3–24.
- 126 Klima-Geomorphologie. Berlin-Stuttgart 1977, 304 S.
- 127 Hanggeschichte und Hangalter. *Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl.-Bd. 28*, 1977, S. 14–29.
- 128 Geomorphologische Fragen des Früh-Pleistozän. Beiträge zur Quartär- und Landesforschung, *Festschr. J. Fink*. Wien 1978, S. 53–63.
- 129 Reliefgenerationen im Umkreis des Österreichischen Alpenvorlandes. *Zeitschr. f. Geomorphologie* 22, 1978, S. 223–229.
- 130 Das Inselberg-Rumpfflächenrelief der heutigen Tropen und das Schicksal seiner fossilen Altformen in anderen Klimazonen. *Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl.-Bd. 31*, 1978, S. 79–110.
- 131 Reliefgenerationen und Klimageschichte in Mitteleuropa. *Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl.-Bd. 33*, 1979, S. 1–15.
- 132 Climatic and Climaticomorphic Geomorphology. *Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl.-Bd. 36*, 1980, S. 1–8.
- 133 Die Geographie lebt von der Grenze und leidet an ihr. Eine Lanze für die Landeskunde. *Gedächtnisschr. f. Hans Boesch*, Zürich 1980, S. 39–42.
- 134 Tropoide Altrelieftypen in den Mittelbreiten. *Jahrb. d. Akad. d. Wiss. u. d. Literatur Mainz* 1980, S. 147–148.
- 135 Horst Mensching zum 60. Geburtstag. Eine Würdigung. In: *Geographische Probleme in Trockenräumen der Erde. Würzburger Geographische Arbeiten*, H. 53, 1981, VII–IX.
- 136 Die großen Prozeßgefüge und die Haupttypen subaerischer Reliefbildung. *Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl.-Bd. 39*, 1981, S. 51–57.
- 137 Die deutschen Geographischen Gesellschaften als Bewahrer der Welt- und Landeskunde in den Stufen der großen Bürgerzeit 1828–1982. *Mittlg. d. Geogr. Ges. Lübeck* 1982, H. 55, S. 7–22.
- 138 Bericht über klimamorphologische Eiszeitforschungen in Nieder-Afrika auf Grund einer Forschungsreise 1950/51, mit Nachtrag 1979. *Physische Geographie der Trockengebiete*, hg. v. H. MENSCHING, Darmstadt 1982, S. 111–173.
- 139 Climatic Geomorphology. Translated by L. FISCHER and D. BUSCHE. Princeton, N.J. 1982, 443 S.