

- SCHENK, E., 1958: Frostboden in Alaska. Vortrag Würzburger Geogr. Koll., 14. 4. 1958.
- TRICART, J., u. SCHAEFFER, R., 1950: L'indice d'éroussé des galets, moyen d'étude des systèmes d'érosion. Rev. Geomorph. Dynamique, 1.
- TROLL, C., 1944: Strukturböden, Solifluktion und Frostklimat der Erde. Geol. Rundschau, 34.
- TROLL, C., 1959: Die tropischen Gebirge, ihre dreidimensionalen klimatische und pflanzengeographische Zonierung. Bonner Geogr. Abh., H. 25.
- VAGELER, P., 1932: Der Kationen- und Wasserhaushalt des Mineralbodens. Berlin.
- WEIDENBACH, F., 1958: Freundl. mündl. Mitteilung über die Eigenschaften der „Bergkiese“ in der Schwäb. Alb.
- WURM, A., 1958: Freundl. mündl. Mitteilung über die tiefsten vorpleistozänen Zersetzungszonen im Fichtelgebirge und Frankenwald.

## BEÖBACHTUNGEN ÜBER DIE INSELBERGE BEI HUA-HIN AM GOLF VON SIAM

HERBERT LOUIS

Mit einer Abbildung und zwei Bildern

*Summary: Observations on Inselbergs near Hua-Hin at the Gulf of Siam*

Observations near Hua-Hin West of the Gulf of Siam show that the granitic inselbergs found there have been formed by gradual retrogressive enlargement of the origins of flat swale-shaped valleys. Weathering consists mainly in granular disintegration proceeding fastest in fissured rocks. Steep slopes drying more quickly are more resistant to it than smooth ones. Under these circumstances the efficacious rain-wash removing the granitic sand brings about steep slopes on the one side and gently rolling erosion surfaces on the other, which are sculptured by wide open valleys with sides flaring out separated by very smooth swells, and which owe their specific relief pattern to rill wash (in German the present author proposes the descriptive denomination „flache Fußfluren“ for them). They are clearly different from the conoplain-shaped pediments of arid climate formed by lateral corrasion of ephemeral overburdened braided rivers.

The regressive enlargement of the valley heads due to granular disintegration following fissures thus forming wide flat-bottomed valleys favours the separation of singular inselbergs from a more extended rock massive. The valleys frequently coalescing in low valley watersheds, which form a characteristic relief feature of inselberg landscapes become comprehensible, since the same structurally conditioned zones of weakness can be attacked from different ramps.

Unsere Kenntnis der tropischen Inselberge und der sie umgebenden Abtragungsfachlandschaften ist, was die Einzelheiten der charakteristischen Erscheinungen angeht, noch nicht sehr groß. Um so erwünschter war mir eine Gelegenheit, die Inselberglandschaft im Hinterlande von Hua-Hin an der Westseite der Bucht von Bangkok des Siamgolfes, also in einem tropischen Monsungebiet etwas näher kennenzulernen. Der Aufenthalt Ende September 1957 fiel termingemäß in die Regenzeit, traf aber auf einige regenfreie Tage. Die dort gemachten Beobachtungen können, wie ich glaube, unser Bild von der Entstehung der Einebnungsflächen der wechselfeuchten Tropen in einigen Zügen ergänzen. Sie werden zugleich Freund TROLL an seine eigene Thailandreise erinnern, und seien ihm daher mit herzlichem Dank für die großen und vielseitigen Erkenntnisse, Anregungen und

Taten, die er auf vielen Gebieten der geographischen Wissenschaft gewann, ausstreuete, vollbrachte, und mit freundlichen persönlichen Wünschen zur Vollendung seines 60. Lebensjahres gewidmet.

### Die Inselberge (vgl. die Bilder)

Im Hinterlande von Hua-Hin erheben sich zahlreiche Inselberge von kleinen, wenige Zehner von Metern hohen Kuppen bis zu ansehnlichen Höhen von über 100 m, wohl auch über 200 m. Sie alle steigen mit deutlich einspringendem Gefällsknick am Fuße aus weiten fast ebenen Flächen auf. Die Hänge sind mehr oder weniger stark von Wandstufen durchsetzt. Auch Wände von ansehnlicher Höhe sind häufig. Aber so steil und jäh wie etwa in manchen Teilen des wechselfeuchttropischen Afrika ragen diese Inselberge nicht auf. Hangneigungen von nur 20° bis 30° kommen bei ihnen immerhin vor. Böschungswinkel von 40° bis 60° dürften vorherrschen, hohe Wände von über 60° Neigung gehören wohl schon zu den Seltenheiten (vgl. Bild 1).

Die hier auftretenden Wände sind, wie die Beobachtung an den in geringer Entfernung von Hua-Hin gelegenen, etwa 100 m hohen Felsbühlern zeigt, im groben glatt und zugerundet. Sie erinnern von fern an steil aufragende Rundhöcker. Ihre Oberfläche ist aber im einzelnen sehr rauh.

Diese Hügel bestehen aus einem Hornblende-Pegmatit-Granit, und nach dem allgemeinen Formcharakter dürften auch die übrigen Inselberge der weiteren Umgebung aus Granit oder verwandten Gesteinen aufgebaut sein. Erst mehr als 50 km weiter nördlich, im Hinterlande von Phetburi, stellen sich wesentlich schroffere, über sehr weiten flachen Talungen aufragende Berggestalten ein. Sie scheinen aus Kalken zu bestehen und Turmkarstformen darzustellen. Sie konnten aber von mir leider nicht aufgesucht werden.



Bild 1: Blick vom Südostsporn des Hua-Hin-Inselberges nach SSO auf einen weiteren Inselberg.

In der Ebene (Spülmuldenflur) ist im Gebiet der schütterten Bewaldung im Mittelgrunde die sehr niedrige Schwelle zwischen dem hier am Fuße des Standpunktes wurzelnden Flachmuldental und einer weiter entfernten Flachtalung schwach zu erkennen. Am fernen Inselberg rechts vom

Hauptgipfel hat sich ein breiter, mit merklichem Gefälle versehener Talanfang vom Flachmuldentypus in den Berg eingearbeitet. Weitere verlaufen schief zur Blickrichtung und gewähren deswegen keinen Einblick in ihre Profilgestaltung. (Aufn. H. Louis)

Die rauhen Wandoberflächen der Pegmatit-Granithügel sind offensichtlich durch Abgrusen zustande gekommen. Große Feldspatkristalle ragen als kleinkantige Erhöhungen aus der Oberfläche vor, kleinste Vertiefungen daneben bezeichnen die Stellen, an denen Nachbarkristalle ausgebröckelt sind. Die Gesteinsoberflächen sind nach Art der Dunkelrindenbildung schwärzlichgrauviolett verfärbt. Nicht selten sieht man kleine halbmondförmige Vertiefungen in diesen Felsflächen, aber man bemerkt keine entsprechenden Gesteinsscherben am Fuße des Teilabsturzes oder auf flacheren Partien der Felsen, sondern nur Grus. Die kleinen sichelförmigen Vertiefungen in den Felsflächen dürften also gleichfalls durch Ausbröckeln entstehen, so wie die rauhen Oberflächen im allgemeinen. Silikatgesteinskarren wurden nicht beobachtet.

Das Inselberg- bzw. Inselhügelgelände ist mit Busch oder mit einem mäßig dichten 8 bis 10 m hohen Monsunwald bedeckt. Nur sehr steile Wände sind vegetationsfrei. Im übrigen fassen Busch und Wald noch auf wandartig steilen Hängen, an denen der Fels ansteht oder unter einer sehr dünnen Grusdecke immer wieder sichtbar wird, mit Erfolg Fuß. Die Bäume verankern sich in ausgewitterten Klüften. Während der Regenzeit sieht dieser Wald kräftig und dicht aus. Während der Trockenzeit dürfte er überwiegend kahl dastehen und dann einen schütterten Eindruck machen.

Trotz der Bedeckung mit Wald oder Busch ist der Bodenbelag an abgestorbenen Pflanzenresten an den Steilhängen der aus kristallinen Massengesteinen aufgebauten Inselberge, soweit dies beobachtet werden konnte, nicht zusammenhängend. Und die Durchwurzelung der dünnen Grusdecke ist nicht so innig, als daß nicht Abspülung von Feinpartikeln möglich wäre. Spuren davon sind immer wieder zu beobachten.

Man wird daraus den Schluß ziehen müssen, daß die Steilhänge und Wände dieser Inselberge unter den obwaltenden Gesteins- und Klimaverhältnissen dauernd durch Abgrusen und durch Wegspülen des Gruses unter Verkleinerung des Inselbergkörpers eine langsame Rückwärtsverlegung erfahren, bei der ihre steile Neigung ungefähr erhalten bleibt. Von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung der Entstehung der Gesamtform ist hierbei naturgemäß das Geschehen am Fuße des Steilhanges.

Die Flachmuldentäler, ihre Ursprünge,  
ihre Talscheiden  
(vgl. die Krokiskizze und die Bilder)

Die Steilhänge der Inselberge bei Hua-Hin stoßen nicht an eine nahezu horizontale Fußebene, so wie es wiederholt von den Beobachtern in tropischen Inselberglandschaften beschrieben worden ist. Dennoch ist am Fuß dieser Steilhänge

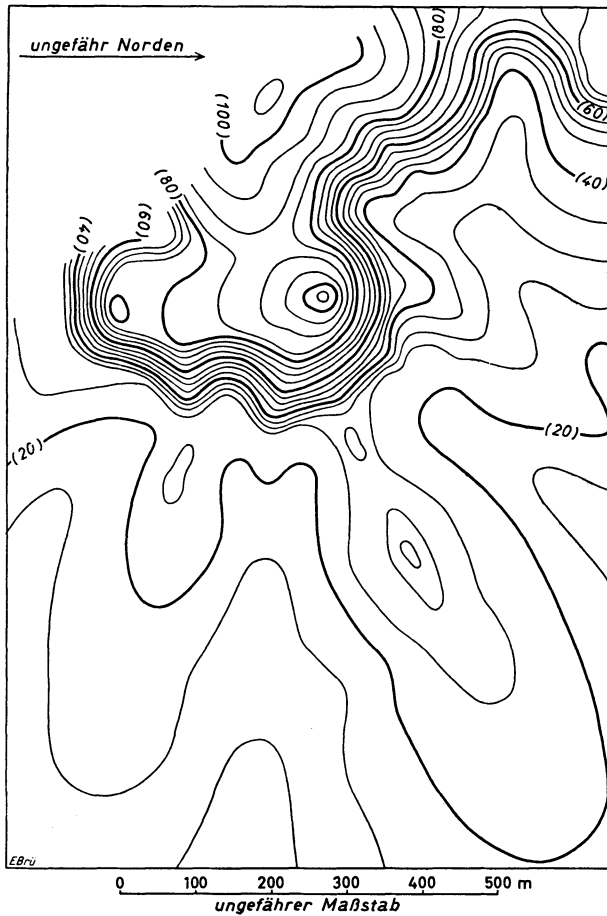


Abb. 1: Krokiskizze des Randes einer Inselbergmasse bei Hua-Hin, West-Thailand in Formlinien von ungefähr 5 m Vertikalabstand. Linien von etwa 20 m Äquidistanz wurden verstärkt. Maßstab ca. 1 : 10 000. Maßstab ca. 1 : 10 000.

Gut 1 km vom unteren Skizzenrand entfernt liegt die Küste bei Hua-Hin. Zur bequemen Erfassung des Formenschatzes wurde die Skizze so gestellt, daß die Hauptabdachungsrichtung von oben nach unten geht. Die Nordrichtung liegt ungefähr rechts.

Entwurf: H. LOUIS

ein markanter einspringender Gefällsbruch vorhanden. An ihm grenzen die meist  $30^\circ$  bis  $60^\circ$  geneigten Steilhänge bzw. Wände hart an eine mit  $10^\circ$  bis  $5^\circ$  geböschte felsige Fußverflachung. Die Ansatzstelle der Fußverflachung liegt hierbei nicht genau horizontal, sondern sie schwankt rings um den Inselberg in einem Höhenintervall von einigen Fünfern bis Zehnern von Metern auf und ab. Wo sie höher hinaufreicht, da ist die Fußverflachung gewöhnlich etwas stärker, nämlich um  $10^\circ$  vom Inselberg fort geneigt. Wo der Ansatz der Fußverflachung tiefer sitzt, da ist diese flacher um  $5^\circ$  bis  $3^\circ$  gebösch. Auf diese Weise ergibt sich unmittelbar am Fuße des Inselberg-Steilhanges

zwischen je zwei benachbarten etwas höheren Ansatzstellen der Fußverflachung, die in den beobachteten Beispielen 100 bis 200 m, aber gelegentlich auch 300 bis 500 m voneinander entfernt sein können, der ganz flach-muldenförmige Ursprung eines Flachmuldentales. Der Boden eines solchen Flachmuldentales hat anfänglich ein Gefälle von etwa  $2^\circ$  bis  $3^\circ$ , verflacht sich aber ziemlich bald bis auf  $\frac{1}{2}^\circ$  ( $1\%$ ) und darunter. An den sanften Hängen eines solchen Flachmuldentales, wenigstens in seinen oberen Teilen und auf den Riedeln zwischen zwei benachbarten Flachmuldentale-Ursprüngen ist an vielen Stellen der anstehende Fels sichtbar. Erst wo die Böschungen unter  $2^\circ$  ( $= 4\%$ ) sinken, da breitet sich überwiegend eine Grushülle über die Flächen. Zu Grus zerfallen auch offensichtlich größere Blöcke von metergroßem bis mehrere Meter messendem Durchmesser, die stellenweise von der benachbarten Wand gestürzt sind. Sie werden nicht zu gröberem oder feinerem Schutt zerteilt. Solcher fehlt und es gibt auch keine Schutthalde am Fuß der Inselberge.

Eine Grusdecke kleidet ferner den Boden der Flachmuldentäler aus. Sie zeigt, wie mehrere gut metertiefe künstliche Aufschlüsse erkennen ließen, ein leicht verbackenes Gemenge von sandig-grusigen Einzelpartikeln, überwiegend Bruchstücken von Feldspatkristallen und Quarzkörnern mit wenigen etwas größeren, d. h. mehrere Zentimeter messenden Fragmenten von besonders festen Gangfüllungen oder von Riesenkristallen des Pegmatits. Ansätze von Schichtung bzw. Saigerung des Materials, die sich bei der Verspülung ergeben haben, sind vorhanden.

Unter der Gras-Stauden- und Buschvegetation sind hier die obersten wenigen Zentimeter von heller Farbe. Sie dürften aus den jüngsten, noch nicht in die Ortsbodenbildung einbezogenen Verschwemmungsmassen bestehen. Darunter folgt ein Bleicherdeprofil, und zwar zuerst mit 1 bis etwa 3 Dezimeter Mächtigkeit ein Horizont mit humoser Dunkelfärbung. Er geht nach der Tiefe ohne scharfe Grenze in einen ein bis mehrere Dezimeter mächtigen fahlgrauen Bleicherdehorizont über, und auf diesen folgt mit ebenso unscharfer Begrenzung ein rostfarbener Anreicherungshorizont von 1 bis 2 Fuß Mächtigkeit. Dessen Farbe wird nach der Tiefe zu wiederum blasser und geht in ein helles, leicht gegen Rosa spielendes Graugelb über, wie es bei angewitterten Feldspäten häufig ist. Das geschilderte Profil zeigt in der porenreichen lockeren Ablagerung eine bei Befeuchtung deutlich nach abwärts gerichtete Wasserbewegung an.

Wo sich in etwas größerem, etwa über 1 km messendem Abstände vom Inselberg das Gefälle des Flachmuldentales auf unter  $1^\circ$  ( $2-1\%$  und darunter) ermäßigt hat, findet man in der Nähe

von Gerinnebetten gelegentlich zur Sandentnahme angelegte Gruben. Hier hat sich aus dem Grus der näheren Nachbarschaft des Berges bereits mittlerer Sand bis Feinsand entwickelt. Beigemengte kantige Bruchstücke von Feldspatkristallen von 1 bis 2 mm Durchmesser weisen auf die Herkunft aus dem Verwitterungsgrus hin. Unter einer schwachen humosen Zone an der Oberfläche haben die Sande weißlich bleiche Farbe. Sie lassen in den etwa 1 m tiefen Aufschlüssen so gut wie keine Schichtung erkennen. Wahrscheinlich handelt es sich bei ihnen um ziemlich frische Spülmassen, bei denen Ortsbodenbildung erst in den Anfängen steht.

Ganz junge, dünne Überschüttung mit Spülmassen war in der Ebene bei Hua-Hin und während der Bahnfahrt nordwärts an vielen Stellen zu beobachten. Sie tritt im Grasland ebenso auf wie im Busch und locker bestandenen Waldgelände. Die Vegetationsdecke, die zum mindesten in der Regenzeit einen ziemlich dichten Eindruck macht, bildet also kein Hindernis für eine fort-dauernde oberflächliche Umlagerung und Weiterverfrachtung feinkörniger Spülmassen von erheblichem Ausmaß.

In den oberen Teilen der Flachmuldentäler, in denen mit Annäherung an den Inselberggrund das Gefälle auf  $2^{\circ}$  bis  $3^{\circ}$  und darüber ansteigt, wird die Grusdecke dünn und lückenhaft. Trotz der mäßig dichten Gras- und Buschbedeckung sind immer wieder mehr oder weniger deutliche Gerinnebahnen erkennbar. Sie sind nicht oder fast nicht eingeschnitten. Hier und da gibt es im Grus eine Rinne, die bei Fußtiefe oder spätestens bei Armtiefe den anstehenden Fels bloßlegt. Tiefere Rinnen wurden nicht beobachtet. Schließlich tritt der Fels auf kleinere oder größere Erstreckung unter Gras-, Busch- und Baumbewuchs als Untergrund der breiten flachen Ursprungsmulde des Tales mit Annäherung an den steilen Aufschwung des Inselbergabhanges selbst zutage (vgl. Bild 2). Trotz der Regenzeit lagen alle diese Rinnen trocken da. Sie scheinen nur nach ergiebigen Regen für kurze Zeit Wasser zu führen, dann aber der Schauplatz kräftiger Spülwirkungen zu sein.

Zwischen den Flachmuldentälern, die vom Inselbergende radial gegen das Vorgelände hinziehen, liegen, nur wenig erhöht, sehr flache talscheidende Schwellen. Während damit zu rechnen ist, daß der Grund der Flachmuldentäler mit Annäherung an die Küste unter Umständen ziemlich tiefreichende Sandeinlagerungen birgt als Folge von Talvertiefung und -wiederauffüllung im Anschluß an die glazialeustatischen Schwankungen des Meeresspiegels, liegt in diesen Schwellen der anstehende Fels offensichtlich dicht unter der verhüllenden Grusdecke. An der Küste, z. B. unmittelbar bei Hua-Hin, wird der Granit einer solchen talscheidenden

Schwelle durch die Brandung bloßgelegt. Mit Klippen von wollsackartig geformten Blöcken kommt er zum Vorschein.

#### Zum Mechanismus der Inselbergbildung

Im ganzen ergibt sich aus diesen Beobachtungen folgendes: Der Fuß der Inselberge wird, wie auch aus anderen Gebieten wiederholt berichtet worden ist, im allgemeinen nicht durch seitlich an der Bergflanke entlang fließende Gerinne angegriffen und unterschritten, obwohl derartiges gelegentlich vorkommen mag. Vielmehr strahlen die Gerinnebahnen im allgemeinen radial vom Rande des Inselberges weg ins Vorgelände. Sie bilden die Tiefenlinien von Flachmuldentälern, von denen je zwei benachbarte durch eine ganz flache wasserscheidende Schwelle getrennt sind. In diesen Schwellen tritt der Fels nahe dem Inselberg mit flachen Formen, manchmal mit Wollsackklippen, hier und da zutage. Aber auch in größerer Entfernung steht er gewöhnlich in geringer Tiefe unter der verhüllenden Grusdecke an.



*Bild 2: Blick nach SW gegen das Kopfende des Flachmuldentälchens an der Nordostseite des Inselberges von Hua-Hin.*

Im Vorder- und Mittelgrund zwischen der Gras- und Krautvegetation nackter Felsgrund des Muldentalbodens und der im Bilde nach rechts ansteigenden Talflanke. Im Hintergrund, aus dem Walde aufragend, Felsklippen des umrahmenden Inselberg-Steilhangs. (Aufn. H. Louis)

Die Flachmuldentäler beginnen erst am Fuß der Inselbergflanke und zwar mit breiter Ursprungsmulde, die mit ihren  $5^\circ$  bis  $10^\circ$  geneigten umrahmenden Böschungen am Kopfende sehr unvermittelt gegen die überwiegend  $30^\circ$  bis  $60^\circ$  steilen Bergflanken angrenzt bzw. buchartig in die Inselbergmasse eingreift. Es kommen aber, wie schon erwähnt, Stellen vor, an denen die Bergflanke nur  $20^\circ$  bis  $30^\circ$  Böschung aufweist. An ihnen besteht die Bergflanke aus einem zugerundeten Blockwerk, zwischen dessen Einzelblöcken lockerer Grus sitzt bzw. offensichtlich nach starken Regengüssen durch Spüldenudation ausgewaschen wird. Davon zeigen sich vielfach Spuren. Man hat den Eindruck, daß an solchen Stellen geringerer Steilheit der Inselbergflanken der Fels stärker der Vergrusung erliegt als an den steil geböschten.

Es mag dahingestellt sein, ob die geringere Steilheit der Böschungen hier die Ursache der rascheren Vergrusung ist, weil sie dem Regenwasser bessere Gelegenheit zum Eindringen in die Gesteinsklüfte bietet als Steilhänge, oder ob Unterschiede der Gesteinsbeschaffenheit hier stärkere Anfälligkeit für Vergrusung ergeben, so daß die Spüldenudation die großen von der Verwitterung bereitgestellten Grusmassen nicht schnell zu Böschungen von  $10^\circ$  und darunter auseinanderzuspülen vermag, also mäßige Böschungen längere Zeit bestehen läßt. Jedenfalls sind die mäßig geneigten Böschungen, die in unseren Klimaten dauerhafter, nämlich weniger der Abtragung ausgesetzt und daher auch häufiger sind als die steilen, hier seltener als die schroffen Hänge. Darin besteht, wie schon O. JESSEN (1936)<sup>1)</sup> und eine ganze Reihe anderer Forscher aus verschiedenen Gebieten der wechselfeuchten Tropen bei zwar im einzelnen etwas abweichenden Verhältnissen berichtet haben, ein wesentlicher Unterschied des Formenschatzes und der Gestaltungsvorgänge dieser Klimazone gegenüber dem Bilde der mittleren Breiten.

Die Stellen gesteigerter Gesteinsvergrusung an den Bergkörpern sind wohl zugleich die Orte, an denen das Flachmuldental durch „rückschreitende Spüldenudation“ am schnellsten talauf wächst, während die weniger leicht vergrusenden Nachbarpartien des Granits mit Steiflanken stehen bleiben und nur sehr langsam durch Abgrusung zurückweichen. Darin zur Hauptsache besteht in den kristallinen Massengesteinen die Inselbergbildung.

Die Flachmuldentäler scheinen auf diese Weise zumindest unter den im südlichen Thailand obwaltenden Klimabedingungen den besonders leicht vergrusenden Partien der Massengesteine nachzu-

tasten. In diesen schaffen die Verspülungsvorgänge jene breiten flachen Talzüge, während nebenan Inselbergformen übrig bleiben.

Hierdurch wird verständlich, daß in den Inselberglandschaften nicht selten flache, breite Taldurchgänge Einzelhügel von einer größeren Bergmasse abtrennen, bzw. einen größeren Inselbergkomplex in Einzelerhebungen zerteilen, und daß, wie namentlich Luftbilder zeigen (z. B. Atlas des Formes du Relief, Paris 1956 Taf. 102) die Talanordnung dort vielfach besonders auffällige Zusammenhänge mit Kluftsystemen oder Ruschelzonen erkennen läßt.

Außerdem geht aus diesem Mechanismus der Abtragung hervor, warum die wechselfeucht-tropischen Inselberge gewöhnlich auf einem mehr oder weniger deutlich, wenn auch ganz sanft gegen die Umgebung abgedachten Sockel stehen. Er bildet den Ursprungsbereich der am Fuße der Inselberge wurzelnden Flachmuldentäler.

In anderen Gebieten tropischer Inselberge herrscht nach den Angaben der Untersuchenden nicht in erster Linie grusiger Gesteinszerfall, sondern lehmig-erdige Zersetzung. Auch in diesem Falle gibt es keinen dauerhaften groben, nicht einmal feinen Schutt. Die Voraussetzungen für Verspülung auf flachen Böschungen sind daher die gleichen wie im Gebiet von Hua-Hin, ja sie sind vielleicht noch günstiger. In diesen Fällen sind ebenfalls Flachböschungen der Zersetzung weit mehr ausgesetzt als Steilwände. Der Abtragungsmechanismus dürfte unter solchen Umständen dem in Süd-Thailand waltenden grundsätzlich ähnlich sein. Die von dort vorliegenden Beobachtungen sprechen sehr dafür.

#### Pedimentfläche und Spülmuldenflur

Es wurde dargelegt, daß seitliche Erosion in der Form der Unterschneidung von Bergflanken, wie sie bei der Bildung der Pedimentflächen in den ariden und semiariden Gebieten eine so große Rolle spielt, bei der Entstehung der Inselberge Süd-Thailands und wohl überhaupt der wechselfeucht-tropischen Inselberge nicht von irgendwie wesentlicher Bedeutung ist. Flachmuldentäler, die am Fuße der Inselberge wurzeln und von dort radial ins Vorgelände streben, sind vielmehr das charakteristische Merkmal.

Deshalb sehen die in beiden Klimaregionen entstehenden Formen, obwohl sie im einen wie im anderen Falle flach sind, doch recht verschieden aus. Die mit Alluvionen leicht überdeckten Fels-Pediment-Flächen der ariden und semiariden Gebiete haben, weil durch seitliche Erosion verwilderter Gewässer geschaffen, die Form großer flacher Kegelmäntel, die aus Kerbtalmündungen herauswachsen. Die auf ihnen entwickelten Gerinne-

<sup>1)</sup> JESSEN, OTTO: Reisen und Forschungen in Angola. Berlin 1936.

bahnen haben die Tendenz sich zu gabeln und zu verlagern, d. h. sie divergieren flußab. Das flache Vorgelände der tropischen Inselberge dagegen ist, da durch Flachmuldentäler gegliedert, in der Richtung parallel zum Inselbergrande flach gewellt. Die Talanfänge sind breit und muldenförmig. Sie haben nicht einen leicht nach oben gewölbten Boden wie die Pedimentkegel. Die Gerinnebahnen der Flachmuldentäler konvergieren daher talabwärts, im Gegensatz zu den Gewässerbahnen der Pedimentflächen.

Wegen dieser Unterschiede erscheint es mir nicht vorteilhaft, das flache Vorgelände der tropischen Inselberge als Spülpediment zu bezeichnen, so wie J. BÜDEL (1957)<sup>2)</sup> dies vor-

geschlagen hat. Der Begriff Pediment sollte doch wohl besser auf die aus Kegelmantelflächen und deren seitlichem Verfließen bestehenden Einebnungen der ariden und semiariden Gebiete beschränkt bleiben.

Das flache Vorgelände der Inselberge wie auch der Rumpfstufen in den wechselfeuchten Tropen könnte vielleicht als Spülmuldenflur bezeichnet werden. In dieser Wortbildung wäre der Spülvorgang als maßgebendes Agens, die Muldenform der sehr flachen Talzüge im Gegensatz zur Kegelform der Pedimente und durch das Wort Flur das sanftwellige Abweichen von einer eigentlichen Ebene zum Ausdruck gebracht.

## DIE GROSSEN SEEN NORDAMERIKAS

REINER KELLER

Mit 7 Abb. und 10 Bildern und 13 Tabellen

### *Summary: The Great Lakes of North America:*

According to their origin and morphology, the Great Lakes may well be likened to the Baltic Sea. On the other hand, rapids and waterfalls cut them off from the influence of the ocean, whereas the Baltic has become a tributary sea. Because of their being the largest continuous fresh water surface on earth and their relatively small catchment areas, the Great Lakes are especially suited for water cycle studies. The paper investigates level changes for the individual lakes for the period from 1860 to 1956, both by annual values over long periods and as regards changes over the years, depending on climatic oscillations. It appears that the amount of water discharged from the Great Lakes has declined during recent decades (table 8).

The water cycle was calculated for the individual lakes and for the Great Lakes as a whole (table 5); the influence the different climatic locations is emphasised.

While it was possible to calculate the annual values of precipitation, discharge, and evaporation, this could not be done for the individual months because of lack of sufficient data about the regime of the tributary rivers and the annual course of evaporation (the percentage per month). There are obviously no such direct connexions between the average monthly lake levels and the average monthly discharge that the monthly cycle could have been calculated on this basis. The complicated monthly cycles, without the evaporation data, are shown in table 6 and figure 3.

The level changes, be they natural or human conditioned, have their bearing on hydro-electric power utilisation and shipping within the area of the Great Lakes. Because of the shallowness of the "Rivers" which link the lakes with each other only part of the available tonnage of the cargo fleet of the lakes can be utilised to the full. Despite this, shipping within the Great Lakes has lately overtaken that of the Suez and Panama canals. In this connexion the importance of the "Great Lake — St. Lawrence Deep Waterway" is emphasised.

Die sechs großen laurentischen Seen sind des amerikanischen Doppelkontinentes bedeutendster Großschiffahrtsweg. Die Frachtleistungen und die Schiffsdurchgänge an den See-Engen haben 1953 erstmals die entsprechenden Zahlen für den Panamakanal und Suezkanal übertroffen. Die Großen Seen umfassen mit einer Ausdehnung von ca. 246 480 qkm die größte zusammenhängende Süßwasserfläche der Erde. Sie verbinden die Atlantikküste über verschiedene Klimabereiche von der Maiszone bis zum Nadelwaldgürtel mit dem Mittelpunkt des nordamerikanischen Kontinents und scheinen daher sehr geeignet zu sein, neben wirtschafts- und siedlungsgeographischen Aspekten (vgl. E. C. SEMPLE) der Gewässerkunde als Modellfall zu dienen, zumal seit nunmehr 125 Jahren hydrometrische Beobachtungen systematisch durchgeführt werden.

Die laurentischen Seen verdanken, wie die Ostsee in Europa, der letzten Eiszeit ihre Entstehung, wobei allerdings in beiden Fällen großräumige tektonische Einmuldungen im Tertiär und Diluvium am Rande starrer Schilde die Bildung der Hohlformen unterstützten. Die verhältnismäßig geringe Tiefe beider Seegebiete, die Formgleichheit der umgebenden Landschaften mit ihrer im einzelnen weitgehenden Differenzierung mit niedrigen Höhen glazial geformter Rundhöcker, mit verzweigten Seewannen, Sümpfen und Bruchwäldern, mit unausgeglichenem Gewässernetz ohne bevorzugte Laufentwicklung und mit wechselnder Höhenlage u. a. ist beiden Bereichen gemeinsam. Zahlreiche Wasserfälle kennzeichnen die Jugend der Formen; hier wie dort sind sie ein wichtiger wirtschaftlicher Faktor geworden, wäh-

<sup>2)</sup> BÜDEL, JULIUS: Die Flächenbildung in den feuchten Tropen und die Rolle fossiler solcher Flächen in den anderen Klimazonen. Verh. u. Wiss. Abh. d. 31. Deutsch. Geogr. Tages in Würzburg 1957, Wiesbaden 1959, S. 89—121. Dort auch weitere Literatur.