

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

GEOMORPHOLOGISCHE ASPEKTE DER HOCHWASSERKATASTROPHE IM
JULI 1972 AUF DEN PHILIPPINEN¹⁾

Mit 2 Abbildungen und 2 Photos

GÜNTHER STUCKMANN

Summary: Geomorphological aspects of the July 1972 floods on the Philippines.

The morphological effects of the July 1972 floods can be summed up as follows. As has been shown in part 1, there is strong erosion in the mountain area which borders the Central Luzon Plain. The geologically quick and considerable accumulation of the Central Luzon Plain shows this clearly. Man has intervened—for whatever reasons—in this very insecure natural equilibrium to such a degree that the consequence has been a great and accelerated erosion in the highlands. This process has been considerably activated in recent times by destroying or reducing the vegetation cover.

The flood disaster of July 1972 was initially caused by considerably heightened precipitation.

High runoff and considerable sediment loads in the rivers are the consequences of this. Only relatively insignificant sedimentation, which locally reaches larger scales and causes damage, was observed in the plain, as opposed to great erosion in the mountains.

This year's flood gave rise to the highest economic loss of all floods so far, causing damage to the extent of 200 Mio. Pesos.

These figures do not include consequential damage. The average annual damage caused by floods is estimated at 8,4 Mio. Pesos. The extent of the economic damage caused by the 1972 floods is certainly due to factors which are not only physio-geographical.

Compared to preceding flood disasters other important reasons such as higher population density, improved infrastructure, and more intensive cultivation of the arable land of the Central Luzon Plain have to be taken into account.

Das Hochwasser vom Juli 1972 auf der Insel Luzon hat eines der wichtigsten Anbauggebiete der Philippinen betroffen. Die Ebene von Zentralluzon ist mit etwa $\frac{1}{3}$ an der philippinischen Reisproduktion beteiligt. Die ausgedehnten Überflutungen der Ebene haben im Sommer 1972 ca. 500 Menschenleben gefordert und erhebliche Verluste bzw. Zeitverzögerungen an Ernteträgen verursacht. Daneben waren zahlreiche Schäden an der Infrastruktur eingetreten. Die Flutkatastrophe war die gravierendste seit Menschengedenken, obwohl Überflutungen geringeren Ausmaßes nicht selten und manche Gebiete jährlich davon betroffen sind.

¹⁾ Im Rahmen einer UNESCO-Studie hatte der Autor die Möglichkeit, Geländebegehungen zu diesem Thema im September/Oktober 1972 durchzuführen. Im Lande selbst war ein Einblick in Unterlagen möglich, der ohne diese UNESCO-Mission kaum möglich gewesen wäre. Der UNESCO sei an dieser Stelle besonders gedankt, daß sie die Erlaubnis zu dieser Publikation gab.

1. Physisch-geographische Grundlagen der Überflutung der Ebene von Zentralluzon

Die physisch-geographische Ausstattung dieser Region wird im folgenden unter den wichtigsten Aspekten, die eine Flut nachhaltig beeinflussen, betrachtet:

1. Das Klima

Zentralluzon umfaßt im wesentlichen die Einzugsgebiete des Agno- und Pampanga-River. Im Bereich der Ebene betragen die mittleren Niederschläge um 2000 mm. Die sie umgrenzenden Hügel- und Bergländer erhalten im W und E über 3000–3500 mm, während im N um Baguio City 4000 mm überschritten werden. Eine ausgeprägte Regenzeit reicht von Juni bis September und setzt sich bis in den Dezember fort. Sie hängt meteorologisch mit dem Vorherrschenden des SW-Monsuns zusammen. Während der – i. w. S. – sommerlichen Jahreszeit von Juli bis Dezember treten 89% (1948–1962) aller tropischen Zyklonen auf. Nach SUBBARAMAYYA, I. (1971), sind für die Periode von 1961–70 30% aller tropischen Zyklonen als Taifune anzusprechen. Die Philippinen liegen in der Region maximaler Taifun-Häufigkeit auf der Erde. Im 15jährigen Mittel von 1948–62 wurden 19,3 tropische Zyklonen im Jahresmittelwert registriert. Die größte monatliche Häufigkeit wird im August (3,7) und September (2,9) erreicht. Der Anteil der Niederschlagsmenge, der auf zyklonale Tätigkeit zurückgeht, beläuft sich im hier näher untersuchten Gebiet auf etwa 15%.

Nach einem „Evaluation Report“ (4), der vom „Department of Agriculture and Natural Resources“ erstellt wurde, wird für den Pampanga-River festgestellt, daß Überflutungen zu 62% direkt auf Taifun-Einflüsse oder solche tropischer Zyklonen zurückzuführen sind und 38% auf eine Intensivierung des SW-Monsuns. Die hohe Humidität sowie die hohen Temperaturen (26–28 °C) bewirken eine intensive Verwitterung sowie eine spezifische Ausstattung der natürlichen Vegetation.

2. Das Gewässernetz

Das Gewässernetz dieses Gebietes zeigt einen perennierenden Abfluß mit exorheischer, d. h. das Meer erreichender Entwässerung. Diese Tatsache ist insofern wichtig, als hierdurch ein sehr hoher Anteil der Sedimente direkt in das Meer gelangt und nur ein relativ geringer Teil in einigen Bereichen der Ebene akkumuliert wird.

Im wesentlichen besteht das Drainage-System aus den Einzugsgebieten des Agno- und Pampanga-River. Der Agno-River mündet bei dem Ort Lingayen in den gleichnamigen Golf, während der Pampanga-River im Norden der Manila Bay in das Meer fließt.

Die Abflußsumme des Agno-River erreicht mit einem Jahresmittelwert von $10\,750 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ trotz eines kleineren Einzugsgebietes (5560 km^2) einen höheren Wert als der Pampanga-River mit $9590 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ bei einem Einzugsgebiet von 7900 km^2 . Für den Pampanga-River-Unterlauf wird geschätzt, daß 2400 km^2 Ackerland während größerer Fluten überschwemmt werden. Die mittleren jährlichen Schäden werden auf 8,4 Mio. Pesos²⁾ geschätzt, während die Juli-Flut 1972 einen geschätzten Schaden von über 200 Mio. Pesos verursachte³⁾. Sind bei den Abflußwerten schon Vorbehalte anzumelden, so trifft diese Feststellung in besonders hohem Maße auf die Schwebstoffmengen zu. In den Oberläufen des Pampanga-River-Einzugsgebietes treten Werte des Schwebstoffabtrags auf, die zwischen 900 und $1600 \text{ t/km}^2 \cdot \text{Jahr}$ schwanken. Angesichts der zahlreichen Unsicherheitsfaktoren bei der Erfassung ist es sinnvoll, hier eine solch weite Spanne zu nennen. Für den Bereich des Unter- und Mittellaufs des Pampanga-River errechnen sich Werte zwischen 500 und $1200 \text{ t/km}^2 \cdot \text{Jahr}$ (1957–70, z. T. Lücken). Für das Agno-River-Einzugsgebiet deuten die Angaben aus der Zeit von 1959–70 (mit Lücken) in den Oberläufen Mittelwerte an, die bis $4000 \text{ t/km}^2 \cdot \text{Jahr}$ ansteigen.

Im Mittellauf werden immer noch Mittelwerte um $2000 \text{ t/km}^2 \cdot \text{Jahr}$ errechnet. In einzelnen Jahren erreicht der Bokod-River über $9000 \text{ t/km}^2 \cdot \text{Jahr}$ (Auswirkungen des Bergbaus?).

Ohne auf die Zahlen im einzelnen einzugehen, läßt sich ablesen, daß besonders im oberen Einzugsgebiet des Agno-River eine außerordentlich hohe Erosion anzunehmen ist.

3. Das Relief

Im Osten wird die Ebene von Zentralluzon von den Sierra Madre Mts., im Norden von den Caraballo Mts. begrenzt. Nördlich von San José erheben sich diese auf annähernd 1500 m . Im Norden werden die größten Höhen im Einzugsgebiet des Agno-River erreicht. Diese Region gehört zu der Cordillera Central Mt. Range, die am Mt. Puloc 2932 m erreicht. Im Westen begrenzen die Zambales Mts. die Ebene von Zentralluzon. Westlich Tarlac überschreiten sie 2000 m Höhe. Doch sind sie besonders im N erheblich niedriger und erreichen 500 – 600 m Höhe. Im NW öffnet sich die Ebene zum Golf von Lingayen, während im S eine Öffnung zur Manila Bay vorhanden ist. Die Ebene selbst erhebt sich zwischen 10 und 20 m über den Meeresspiegel. Einzelne Vulkane überragen die Ebene, besonders eindrucksvoll der Mt. Arayat, der über 1000 m Höhe erreicht. Im Übergang von dem Bergland zur Ebene existiert meistens eine Hügelzone, die bedingt landwirtschaftlich nutzbar ist. An zahlreichen Stellen vollzieht sich der Übergang sehr rasch (Verwerfungen), so findet man im Gebiet der Caraballo Mts. und der Cordillera Central häufig auf 5 – 10 km Entfernung Höhenunterschiede von mehr als 1000 m .

²⁾ 1 philippinischer Peso = 0,58 DM (Herbst 1972)

³⁾ Die hier genannte Summe bezieht sich auf unmittelbare Flutschäden. Einschließlich mittelbarer Auswirkungen auf die Volkswirtschaft ist ein weit höherer Betrag anzusetzen. Es werden Zahlen von $1,6$ bis über $3,6$ Mrd. Pesos angegeben.

4. Das Substrat

Die Sierra Madre Mts. werden vorwiegend aus Sediment- und metamorphen Gesteinen aufgebaut. Die Caraballo Mts. setzen sich teils aus Sediment- und metamorphen Gesteinen, teils aus Eruptivgesteinen zusammen. Die Cordillera Central Mt. Range sowie die Zambales Mts. bestehen vorwiegend aus Eruptivgesteinen. Die an ihren Rändern vorkommenden Sedimentgesteine nehmen kleine Areale ein. Allen genannten Gesteinen ist gemeinsam, daß sie recht jung sind, tertiäres Alter überwiegt bei weitem, vereinzelt treten als älteste Bildungen solche aus der Kreide auf.

Die Ebene selbst wird als „recent“ auf der „Geological Map of the Philippines“ bezeichnet mit vorwiegend fluviatilen Ablagerungen. Feine Korngrößen überwiegen, so daß die Böden für Reisanbau weitgehend geeignet sind. Im Bergland wechseln die Böden an den Hängen sehr rasch. Sehr wirksam ist hier die Verwitterung des Substrats. Das Gestein ist tiefgründig zersetzt und leicht erodierbar.

5. Vegetation und Landnutzung

Nach der „Soil Cover Map of the Philippines“ von 1964 überwiegt in der Ebene von Zentralluzon bei weitem das Kulturland, vorherrschend bewässerter Reisanbau. In den umgebenden Bergländern dominiert im Bereich der Sierra Madre Mts., der Cordillera Central Mt. Range und der Zambales Mts. der Nutzwald. Im südlichen Teil der Cordillera Central finden sich dagegen ausgedehnte Areale von „Cogon and open land“ sowie „non commercial forest and brush land“. Diese beiden Einheiten sind ebenfalls an den Übergängen der Sierra Madre und der Zambales Mts. zur Ebene verbreitet zu finden. In den Caraballo Mts. nehmen diese Einheiten zusammen mit dem „cultivated land“ die größten Flächen ein, der Nutzwald tritt hier zurück.

Aus dem zitierten „Evaluation Report“ (4), den das „Bureau of Forestry“ nach der Flutkatastrophe erstellt hat, geht hervor, daß im Agno-River-Gebiet von 1964–1972 eine Abnahme des „forest land“ um 21% eingetreten ist. Für das Einzugsgebiet des Pampanga-River beträgt die entsprechende Zahl 28% . Gleichzeitig wurde das „open land“ im Agno-River-Gebiet um 38% ausgedehnt, im Pampanga-River-Bereich sogar um 51% . Hierbei ist zu bemerken, daß das „agricultural land“ im Agno-River-Gebiet um ca. 8% anwuchs, während im Pampanga-River-Bereich nur ein Zuwachs von $0,2\%$ angegeben wird. Diese Umwandlung von „forest land“ in „open land“ kennzeichnet eine sehr gefährliche Entwicklung im anthropogen beeinflussbaren Bereich der Landnutzung und der Vegetationsdecke. Eine Bewertung der Ursachen der Bodenerosion ist außerordentlich schwierig und liefert bei dem augenblicklichen Stand quantitativer Erfassung nur sehr grobe Anhaltspunkte. Die Sedimentation ist im Gebirgsland nur im Zusammenhang mit der Errichtung von Stauseen erfaßbar. Besonders die Funktionsfähigkeit der Stauseen Ambuklao und Binga wird sehr durch zunehmende Sedimentation eingeschränkt. Bei der Konstruktion der Ambuklao Talsperre 1954 wurde die Lebensdauer auf 120 Jahre geschätzt. Bei der gegenwärtigen Sedimentationsrate mußte diese Schätzung auf 65 Jahre reduziert werden. Hierbei muß neben anderen Erklärungsmöglichkeiten auch eine be-

trächtliche Zunahme der Sedimentmenge gegenüber 1954 angenommen werden. Dies ist in erster Linie auf Veränderungen in der Vegetationsdecke im Bereich der Einzugsgebiete dieser Stauseen zurückzuführen. Über Bergbauaktivitäten lagen keine Angaben vor, doch kommt dieser Faktor ebenso in Betracht.

II. Flutkatastrophe im Juli 1972

Diese Flut soll nach den Hauptaspekten der Ursache, der Verbreitung und der morphologischen Auswirkungen auf die Landschaft untersucht werden. Hierbei müssen die in Teil I genannten physisch-geographischen Faktoren jedoch immer mit berücksichtigt werden, auch wenn sie nicht laufend wieder genannt werden.

1. Die Ursachen und das Ausmaß der Flut im Juli 1972

Neben einer Analyse des Wetterablaufes im Juli 1972 soll die Ausdehnung der überfluteten Gebiete vom Juli 1972 mit früheren Hochwassern verglichen werden, um dann zu versuchen, eine Bewertung der diesjährigen Katastrophe im Rahmen bisheriger Fluten durchzuführen.

a) Meteorologisch-klimatische Voraussetzungen der Flutkatastrophe

Während des gesamten Juli 1972 stand der hier betrachtete Bereich von Zentralluzon unter dem Einfluß von Tiefdruckgebieten. In drei Wellen traten durch Beeinflussung von Zyklonen hohe Niederschlagswerte mit unterschiedlichen regionalen Schwerpunkten auf. Ein erstes Maximum fällt etwa in die Zeit vom 6. Juli bis 10. Juli 1972. In dieser Zeit werden in Baguio-City, Manila, Dagupan-City, Cabanatuan-City und Tarlac erhöhte Niederschläge gemessen, die für Dagupan-City und Cabanatuan-City sogar maximale Tageswerte für den Juli darstellen. Die meteorologische Situation wird gekennzeichnet durch die Ausbildung des Taifuns „Susan“ westlich von N-Luzon.

Ein zweiter Höhepunkt der Niederschläge wird vom 16. Juli bis zum 20. Juli 1972 erreicht. Diese Zeit steht unter dem Einfluß des Taifuns „Rita“, der sich östlich bzw. nördlich von Luzon recht lange hält, ehe er sich nach N verlagert. In dieser Zeit zeigen alle Stationen erhöhte Niederschlagswerte an. Baguio-City (17. Juli), Manila (18. Juli) und Tarlac (18. Juli) erhalten die höchsten Tageswerte des Monats.

Eine dritte Niederschlagswelle wird vom 27. Juli bis zum Ende des Monats durch eine Zyklone östlich von Luzon verursacht. Der Druck sinkt nicht so weit ab wie bei den vorgenannten Wetterlagen, allerdings erreichen Baguio-City (28. Juli), Manila (31. Juli) und Tarlac (28. Juli) sekundäre Maxima der Niederschläge in dieser Zeit.

Baguio-City erhält im Juli 1972 mit 4774,5 mm einen Niederschlagswert, der das bisherige Maximum für einen Monat (August 1919, 3462,0 mm) erheblich übersteigt. Sogar der 52jährige Jahresmittelwert von 4176 mm wird beträchtlich überschritten. Der höchste Tageswert wird am 17. Juli mit 479,6 mm angegeben.

Auch Dagupan-City registriert im Juli 1972 mit 2047,2 mm einen absolut maximalen Monatsmittelwert, bisher August 1919 mit 1681,3 mm. Hier wird

der Jahresmittelwert 2438,7 mm jedoch nicht überschritten.

Die Angaben für weitere Stationen sind der Aufstellung der Tagesniederschläge im Juli 1972 zu entnehmen (Abb. 1).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der Juli 1972 für einige Stationen ein höheres Monatsmittel, als der langjährige Jahresmittelwert ausmacht, gebracht hat. Die für einige Stationen bisher höchsten Monatsmittelwerte vom August 1919 werden in Baguio-City und Dagupan-City überschritten. Da zum Zeitpunkt des Aufenthaltes auf den Philippinen nur für eine kleine Auswahl von Stationen genaue Niederschlagswerte verfügbar waren, können die hier gemachten Angaben nur eine vorläufige Übersicht geben. Als gesichert kann allerdings gelten, daß im oberen Einzugsgebiet des Agno-River die bisher höchsten gemessenen Niederschlagswerte auftraten. Von den Niederschlagswerten her muß diese Flutkatastrophe einen erstrangigen Platz im bisherigen Auftreten solcher Naturereignisse einnehmen.

b) Abfluß und Ausdehnung der überfluteten Gebiete

Eine Übersicht des Abflusses und besonders der Sedimentführung der Flüsse läßt sich noch nicht gewinnen. Hierzu waren noch keine Zahlen verfügbar. Eine Karte der überfluteten Gebiete wurde von „Public Works, Flood Control and Drainage Division“ erstellt. Neben einer flächenhaften Erfassung der überfluteten Gebiete sind auch einige Pegelstände erfaßt worden. Eine ähnliche Karte existiert für das Gebiet des Pampanga-River über die Flut vom Mai 1966.

Ein Vergleich der flächenhaften Ausdehnung der Flut vom Juli 1972 mit derjenigen des Pampanga-River-Gebietes im Mai 1966 zeigt, daß die Ausdehnungen beider vergleichbar sind (Abb. 2). Die Pegelstände lagen während der diesjährigen Flut zwischen 0,30 m und 1,70 m höher als 1966. Ein mittlerer Wert aus einer begrenzten Anzahl verfügbarer Pegelmessungen ergibt eine Differenz von ca. 1 m. Die diesjährigen Pegelwerte zeigen im Vergleich mit den bisher höchsten Pegelmessungen früherer Fluten, daß für die meisten Pegel 1972 keine Maximalwerte auftraten. 1960, 1962 oder auch 1947 wurden für viele Pegel höhere Meßwerte registriert.

Eine Befragung einiger durch die Überflutung betroffener Landwirte ergab, daß im Pampanga-River-Bereich, etwa nordöstlich des Ortes Mexiko, dieses Hochwasser als zwar bedeutendes, nicht aber als außergewöhnlich bezeichnet wurde. Im Agno-River-Bereich bei Aguilar (25 km südwestlich Dagupan-City) waren zwei Einsaaten durch die Fluten zerstört, die dritte Einsaat war im September/Oktobre mit einer Zeitverzögerung gut angegangen. Befragungen ergaben, daß vor 30 bis 35 Jahren ein solches Ereignis schon einmal eingetreten sei. Alle 5 bis 10 Jahre würde eine Einsaat verloren. Diese Angaben zeigen ebenfalls in die angedeutete Richtung, daß nämlich das Hochwasser 1972 zwar ein sehr bedeutendes, jedoch kein

⁴⁾ Nach einer neueren Berechnung der Dienststelle „public works“ in Manila treten Hochwasser, die dem diesjährigen vergleichbar sind, im Abstand von ca. 20 Jahren auf.

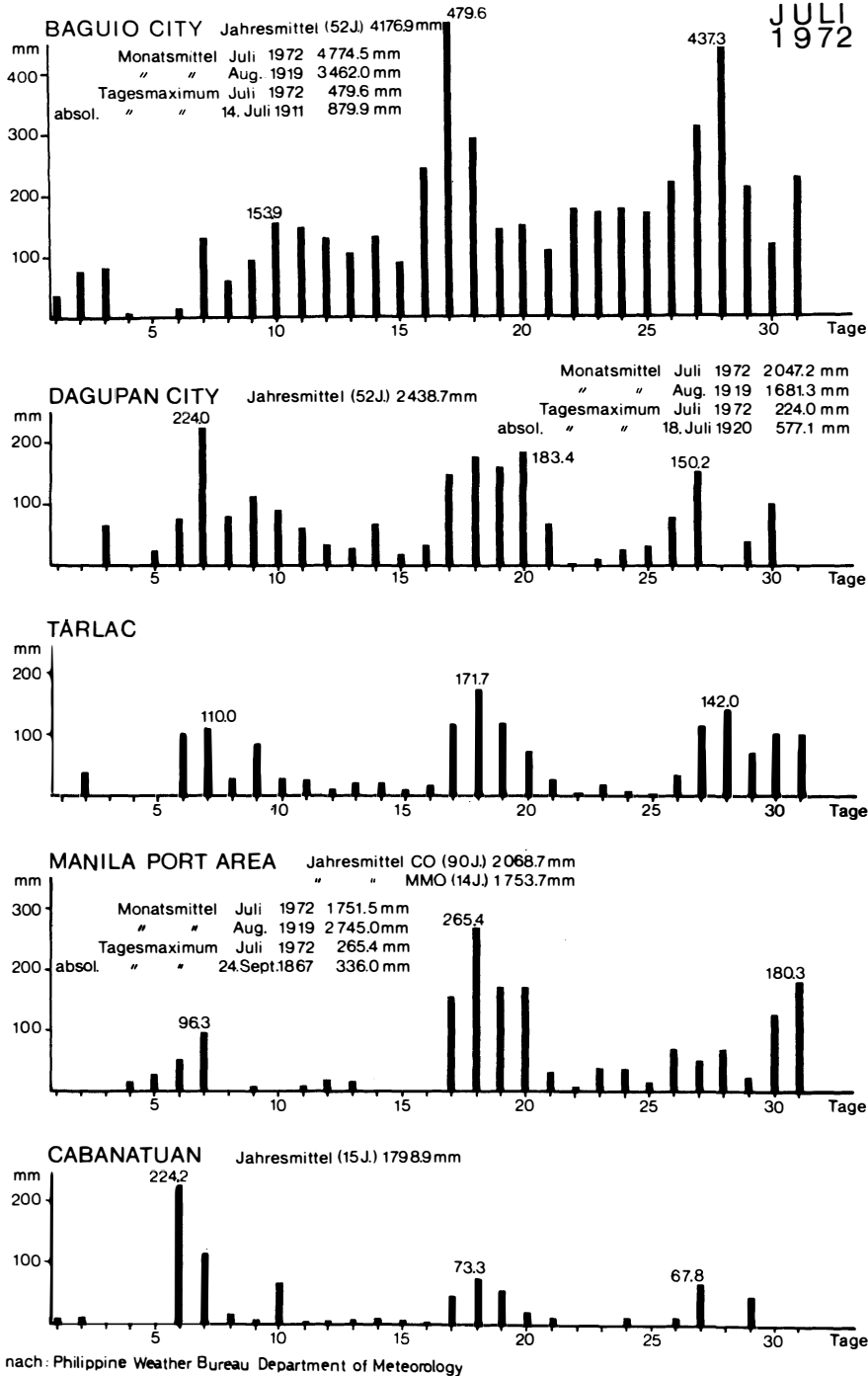


Abb. 1: Tagesniederschläge im Juli 1972 für fünf Stationen auf Luzon (Philippinen)
 Daily precipitation in July 1972 for five stations on Luzon (Philippine)

ausgesprochen seltenes Ereignis darstellt⁴). Diese Aussage möchte ich allerdings auf den rein physisch-geographischen Aspekt beschränken. Daß das diesjährige Hochwasser die höchsten volkswirtschaftlichen Schäd-

den aller vorangegangenen Hochwasser verursacht hat, hat sicher andere Gründe, wie höhere Bevölkerungsdichte, verbesserte Infrastruktur, stärkere Inkulturnahme des Landes etc..

2. Beobachtungen im Gelände zu den morphologischen Auswirkungen des Hochwassers

Es ist sinnvoll, hier zunächst die Bergländer und dann die Ebenen herauszustellen. Die morphodynamischen

Prozesse sind in beiden Regionen recht unterschiedlich.

a) Morphologische Auswirkungen im Bergland

Beobachtungen konnten hierzu im Bereich des Talavera- und Pantabangan-River (Pampanga-Einzugs-

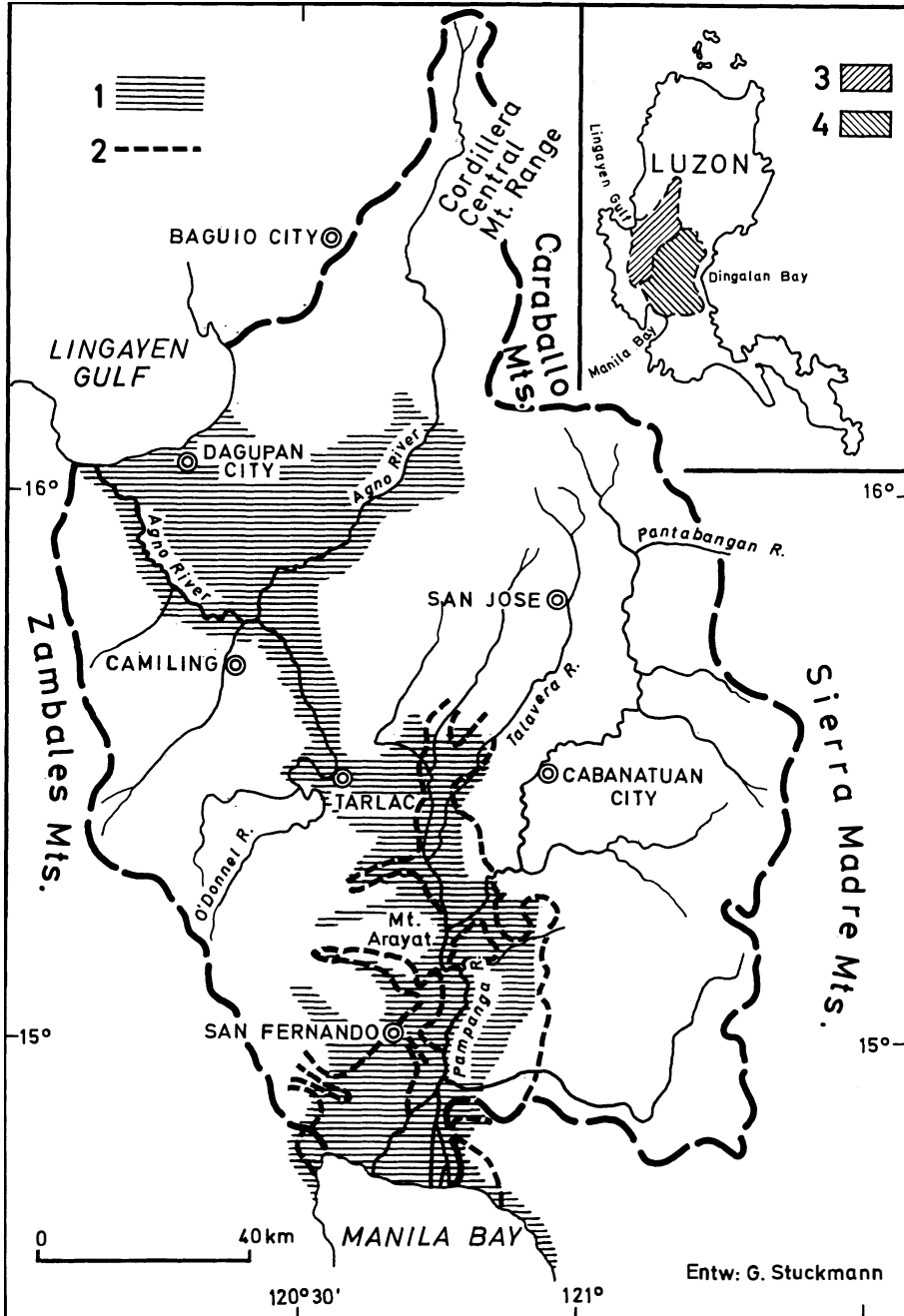


Abb. 2: Ebene von Zentral-Luzon

1 überflutete Areale, Juli 1972; 2 überflutete Areale, Mai 1966; 3 Einzugsgebiet des Agno-River; 4 Einzugsgebiet des Pampanga-River

Central Luzon Plain

1 overflowed area, July 1972; 2 overflowed area, May 1966; 3 Agno River-basin; 4 Pampanga River-basin

Entw: G. Stuckmann

gebiet) und des Agno-River (östlich Baguio-City) an gestellt werden. Sichtbarste Erosionsform sind besonders im Agno-River-Gebiet zahlreiche Hangrutschungen. Häufig treten diese unmittelbar an Straßenanschnitten auf. Andererseits zeigen einige, die an Hängen unabhängig vom Straßenverlauf entstanden sind, daß die Anlage der Straßen zwar in vielen Fällen das Entstehen einer Hangrutschung fördern kann, dies aber nicht die alleinige Voraussetzung ist. Hangrutschungen treten dort auf, wo ein steiler Hang mit schütterer Vegetationsbedeckung vorhanden ist. Diese Tatsache im Zusammenhang mit dem rasch und tiefgründig verwitternden Substrat, bei dem ein hoher Anteil an Ton bereitgestellt wird, der bei starker Durchfeuchtung fließfähig wird, dominiert (s. I. 4). Sehr aktiv waren außerdem Erosionsvorgänge, die an Abraumhalden und nicht ausreichend befestigten Wegbauten im Zusammenhang mit Bergbau-Aktivitäten entstanden waren. Hier ist sicherlich eine große zukünftige Aufgabe, diese Erosionsschäden zu vermindern. Die Erosionsschäden, die im Zusammenhang mit Holzeinschlag entstehen, konnten in dem begangenen Areal nur zum Teil beobachtet werden. Eine eingehende Bewertung dieser Vorgänge ergibt sich aus dem oben zitierten Report (4) (Photo 1).



Photo 1: Häufig werden Hangrutschungen durch den Straßenbau ausgelöst. Jedoch sind die schütterere Vegetation und steile Hänge zusätzlich die Erosion verstärkende Faktoren. Aufforstungen, wie man sie an einigen Hängen beobachten kann, sollen die Hänge zukünftig stabilisieren. Agno-River-Einzugsgebiet südlich der Ambuklao-Talsperren.

Frequently landslides are caused by road construction. The scanty vegetation and the steep slopes are, however, additional preconditions aggravating erosion. Reforestation as one can recognize on some of these slopes will certainly stabilize the slope in the future. Agno River watershed south of the Ambuklao dam.

Die genannten Erosionsformen nehmen sicher einen beachtlichen Anteil an der Gesamtmenge des abgetragenen Materials ein. Ein quantitativ noch nicht bekannter Teil der Abtragung geht jedoch auf Erosionsvorgänge im mikromorphologischen Bereich zurück, die in ihrer Summe jedoch u. U. einen beachtlichen Anteil ausmachen. Indirekt lassen sie sich dadurch beweisen,

daß beispielsweise nach einem kurzen Schauer sogar in dem Waldreservat bei Los Baños, südlich Laguna de Bay, die abkommenden Wasser mit Schwebstoffen beladen und braungefärbt waren. Hier kann man immerhin von einer relativ dichten, durch menschlichen Einfluß weniger betroffenen Vegetation als bei Baguio-City sprechen.

Ganz sicher ist die Vegetationsbedeckung des Bodens bei diesen Vorgängen von vorrangiger Bedeutung. Im Agno-River-Gebiet östlich Baguio-City sind sehr steile Hänge (steiler als 33°) vorhanden, die vielfach nur mit Gras bedeckt und von einzelnen Bäumen bzw. Baumgruppen bestanden sind. Für eine Wiederbewaldung mögen diese nach einem Holzeinschlag verbliebenen Baumbestände ausreichen, einen ausreichenden Schutz gegen Bodenerosion bieten sie für viele Jahre keineswegs.

Hinzu kommt, daß durch Abbrennen der bodennahen Vegetation, besonders vor Einsetzen der Regenzeit, der Erosion zusätzlich erheblich Vorschub geleistet wird.

Die bisher genannten Erosionsformen im Bergland werden dort nur lokal von Sedimentationsvorgängen abgelöst. Vor allen Dingen findet in den Talsperren Ambuklao und Binga eine erhebliche Sedimentation (I. 5.) statt, deren quantitative Erfassung vorordentlich erscheint.

b) Morphologische Auswirkungen in der Ebene

Die gravierendsten morphologischen Vorgänge in der Ebene werden durch die Sedimentation hervorgerufen. In Anbetracht der genannten beträchtlichen Mengen erodierten Materials in den oberen Einzugsgebieten der Flüsse ist die Sedimentation in der Ebene insgesamt gering. Die Gründe hierfür sind unter I. 2. erwähnt worden. Im Bereich des Agno-River sind die Hochwasserbetten vielfach aufsedimentiert worden, dabei sind – abgesehen von Baumkulturen – die dort auf den Feldern angebauten Produkte zerstört worden. Dieser Vorgang wird jedoch nicht als außergewöhnlich angesehen werden können, da eine solche morphologische Lage eines Anbaugesbietes in jedem Jahr ein erhöhtes Risiko in sich birgt.

Bei Aguilar, südwestlich Dagupan City, ist die Ebene von einer über 3 m hohen Wasserflut überspült worden. Dabei wurden zahlreiche Reisfelder mit Sedimenten überschüttet. Die hier akkumulierten Schwebstoffe von Flüssen, deren Einzugsgebiete im Nordteil der Zambales Mts. liegen, waren jedoch so feinkörnig, daß nach einer entsprechenden Vorbereitung der Felder eine neue Einsaat erfolgen konnte. Hinzu kam hier, daß der für Reis geeignete Bodenwasserhaushalt infolge der geringen Sedimentationshöhe intakt blieb.

An anderen Stellen in dieser Region wurde trotz einer Wasserwelle, die die Uferdämme des Agno-River um 2,50 m überspülte, nur eine ganz geringe Sedimentation beobachtet.

Die Sedimentation war vielfach an den Stau von Straßen gebunden, die parallel zum Kamm der Zambales Mts. auf dem Pediment verlaufen. Ungeeignete Wasserdurchlässe bei Straßen, die flache Abflußlinien queren, müssen hier genannt werden. An anderen Stellen konnte eine Umlagerung von Kies, der zum Straßenbau verwendet worden war, mehrere 10er Meter in die Reisfelder hinein beobachtet werden.

Hohe Flutwellen und Sedimentationsmächtigkeiten von 70–80 cm haben bei Tarlac erhebliche Schäden an Häusern verursacht. Eine lokal erhebliche Sedimentation ereignete sich im Bereich des Pampanga-Rivers nordöstlich San Fernando. Nahe dem Ort Lapat war ein größeres Areal von Reisfeldern um teilweise einen Meter aufsedimentiert worden.

Die Einzugsgebiete der Flüsse, die hier die Sedimente herantransportiert hatten, liegen im südlichen an die Zambales Mts. anschließenden vulkanischen Bereich, in dem vielfach Tuff, Aschen etc. vorherrschen. Hier wurden im Vergleich zum oben genannten Gebiet gröbere Korngrößen (Sand) abgelagert, wodurch der Bodenwasserhaushalt im Zusammenhang mit der Höhe (> 80 cm) der Akkumulation verändert wurde. Beide Tatsachen bewirken, daß z. T. kein Reis mehr angebaut werden kann. Stattdessen sollen hier zukünftig Zuckerrohr und Melonen angebaut werden.

Diese Region wird nach Angaben von Bauern jährlich überflutet, ohne daß größere Schäden auftreten, vor allem tritt kaum Sedimentation auf. In diesem Jahr war allerdings ein nahegelegener Deich eines Kanals gebrochen, der erhebliche Mengen an Sedimenten mitführte und diese über die Felder ausbreitete.

Neben dieser insgesamt geringen, lokal jedoch – wie genannt – teilweise beträchtlichen Sedimentation tritt im Bereich der Ebene ebenfalls Erosion auf. Diese ist jedoch unmittelbar an die Flußbetten gebunden. Vielfach tritt an den Ufern der Flüsse in der Ebene Erosion infolge Uferunterscheidung auf. Brücken werden durch seitliche Unterschneidung von der Verbindung zum Ufer abgetrennt. Dies konnte mehrfach beobachtet werden, z. B. am Bued-River südwestlich Rosario, im Agno-Delta bei Lingayen etc. Diese Erosionsvorgänge in unmittelbarer Nähe der Flüsse sind in ihrer Häufigkeit sicherlich während dieser Flut gesteigert gewesen gegenüber anderen Hochwassern geringeren Ausmaßes (Photo 2).



Photo 2: An den größeren Flüssen in der Ebene von Zentral-Luzon sind einige Brücken durch Lateralerosion von den Ufern abgetrennt worden. Hier im Deltabereich des Agno-River bei dem Ort Lingayen.

Along the larger rivers in the Central Luzon Plain the bridges have often been cut off from the banks through lateral erosion. The example here is in the delta area of the Agno River near the town of Lingayen.

III. Zusammenfassung

Die morphologischen Auswirkungen der Flut vom Juli 1972 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Wie in Teil I gezeigt wurde, tritt eine beträchtliche (natürliche) Erosion in den Bergländern, die die Ebene von Zentralluzon umgeben, auf. Die während des Quartärs rasche und mächtige Akkumulation der Ebene von Zentralluzon, die lokal über 1000 m Mächtigkeit erreicht, zeigt dies deutlich.

In dieses sehr labile natürliche Gleichgewicht hat der Mensch derart eingegriffen, daß eine erheblich beschleunigte Erosion in den Bergländern die Folge ist. Dieser Vorgang wurde in jüngster Zeit beträchtlich durch die Zerstörung bzw. Degradierung der Vegetationsdecke aktiviert. Dies läßt sich anhand von Vergleichswerten zwischen 1960 und 1970 deutlich erfassen.

Die Flutkatastrophe vom Juli 1972 basiert zunächst auf einer sehr vermehrten Niederschlagsmenge. Hohe Abflußwerte und großer Sedimenttransport sind die Folge. Der hohen Erosion im Gebirge steht infolge des exorheischen Gewässernetzes und damit vor allem eines „Durchtransportes“ der Sedimente durch den Bereich der Ebene eine relativ geringe Sedimentation in der Ebene gegenüber, die nur lokal größere Ausmaße erreicht und Schäden hervorruft.

Die diesjährige Flutkatastrophe hat mit 200 Mio. philippinischen Pesos die höchsten volkswirtschaftlichen Schäden aller bisherigen Hochwasser verursacht. Bei dieser Angabe sind die mittelbaren Schäden nicht eingeschlossen. Die mittleren jährlichen Flutschäden werden mit 8,4 Mio. Pesos beziffert. Diese Höhe der 1972 aufgetretenen wirtschaftlichen Schäden hat sicher Gründe, die nicht im physisch-geographischen Bereich allein zu suchen sind. Im Vergleich zu vorangegangenen Hochwasserkatastrophen müssen die höhere Bevölkerungsdichte, die verbesserte Infrastruktur und die erweiterte Inkulturnahme des anbaufähigen Landes in der Ebene von Zentralluzon als wichtigste Faktoren berücksichtigt werden.

Literatur

- Bureau of Public Works (T. A. SADDAM, G. H. PROSPERO): Sedimentation Investigation in the Agno River Basin – 1965.
- Bureau of Public Works: Surface Water Supply of the Philippines. Water Supply Bulletin No. 9, 1971.
- United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation: A Report of the Central Luzon Basin, 1966.
- Department of Agriculture and Natural Resources, Bureau of Forestry: Evaluation Report on Logging Operations and Other Land Uses in the Agno and Pampanga River Basins – Concomitant Effects on Central Luzon Floods, 1972.
- FERRARIS, C. C.: An Analysis of Rainfall and Floods in the Pampanga River Basin (1946–1966). Technical Series, No. 8, WMO/UNDP Project, 1971.
- FLORES, J. P., BALAGOT, V. F.: Climate of the Philippines Reprinted from Climates of Northern and Eastern Asia, World Survey of Climatology Vol. 8, 1969.

- KOLB, A.: Die Philippinen, Leipzig, 1942.
- National Irrigation Administration: Multiple-Objective Plannig in the Development of Water Resources and its Ramification with Respect to Implementation. The Upper Pampanga River Project Luzon, Philippines, 1972.*
- OBRADOVICH, M. M.: A Study of the Water Balances in the Philippines. Technical Series No. 13, WMO/UNDP Projekt, 1971.
- : A Climatic Map of the Philippines. Technical Series, No. 15, WMO/UNDP Projekt, 1972.
- SUBBARAMAYYA, I.: Cyclonicity in the Philippines, Technical Series, No. 12, WMO/UNDP Projekt, 1971.
- UNESCO (A. VOLKER): Malaysia. Flood Control (West Malaysia), 1971.
- UNESCO (S. MACKAY, C. FINNEY, T. OKUBO): Philippines. The Typhoons of October and November 1970, 1971.
- Philippines Coast and Geodetic Survey: Philippines No. 150 (Topographical Map) 1:1,5 Mio., 1968.*
- Bureau of Public Works, Board of Technical Survey and Maps: Surface Water. Resources Map of the Philippines. City of Manila ND 51 – 1:1 Mio., Dagupan City NE 51 – 1:1 Mio., 1964.*
- Bureau of Forestry, Board of Technical Survey and Maps: Soil Cover Map of the Philippines. City of Manila ND 51 – 1:1 Mio., Dagupan City NE 51 – 1:1 Mio., 1964.*
- Secretary of National Defense, The Philippine Coast and Geodetic Survey: Topographical maps – 1:250 000, Dagupan PCGS 2507, Solano PCGS 2508, Tarlac PCGS 2509, Laur PCGS 2510, Manila PCGS 2511, 1954.*
- J. A. MARIANO/A. T. VALMIDIANO: Soil Map of the Philippines – 1:1,6 Mio., unveröffentlicht 1972.
- P. V. JAPMIN: Land-Use Map of the Philippines – 1:1,6 Mio., unveröffentlicht 1972.
- Bureau of Soils: Parent Materials of the Philippines Soil – 1:1,6 Mio. – Map of the Republic of the Philippines, unveröffentlicht 1962.*
- : Slope Map of the Philippines – 1:1,6 Mio. Cartography Section, Soil Survey Division, unveröffentlicht 1972.

Karten

Bureau of Mines, Board of Technical Survey and Maps: Geological Map of the Philippines 1:1 Mio., 1963.

NETZE – EIN ÜBERBLICK ÜBER METHODEN IHRER STRUKTURELLEN ERSCHLISSUNG IN DER GEOGRAPHIE

Mit 18 Abbildungen und 9 Tabellen

CHRISTOPH LEUSMANN

Summary: Networks—a review of methods by which they could be structurally developed in Geography

Basic to the discussion is the presentation of given geographically relevant networks as planar graphs. This method is intended to enable networks and their elements to be described by indices. In addition, it allows the comparison of different networks and the handling of binary matrices in their significance for recognising structures. The question is, specifically, not about questions of 'usability' in the sense of an 'applied' geography but only an introductory review of the most important known methods of quantitatively describing such network structures.

Spätestens im Laufe des letzten Dezenniums sind Möglichkeiten und auch Bereitschaft zur Erfassung, Charakterisierung und Differenzierung von Strukturen geographisch relevanter Sachverhalte über den Rahmen einer mehr intuitiven Kenntnissnahme hinaus vielfältig erweitert und verfeinert worden. Diesbezügliche modellhafte Ansätze sowie bevorzugt quantitativ-analytische Methodik fanden so gerade auch in der Verkehrsgeographie – zumindest im englischsprachigen Raum – ihren Niederschlag¹⁾. Immerhin bietet doch gerade das Verkehrsnetz

als solches augenscheinlich beste Voraussetzungen für eine effektivere und eindeutige Operationalisierung struktureller Bezüge.

Im folgenden sollen so einige der gebräuchlichsten Methoden zur Beschreibung von Netzen knapp – und natürlich in mancher Hinsicht kompilatorisch – aufgezeichnet werden. Diese Verfahren mögen im obigen Sinne als Möglichkeiten verstärkter Objektivierung bislang weithin durch „Anschauung“ erarbeiteter Tatbestände verstanden werden, und schließlich zu exakteren Bewertungsansätzen derartiger Beziehungen verhelfen. Dabei wird zudem an einer Stelle kurz auf die Vorstellung eines neuen Indexes und gegebenenfalls seine Stellung im Gesamtkatalog eingegangen. Unter einem Netz (network) soll nun des weiteren eine Menge G von Kanten (e_i) und Knoten (v_i) mit:

1. es gibt mindestens einen Knoten
 2. es gibt nur endlich viele Knoten
 3. jede Kante – und höchstens eine – verbindet zwei verschiedene Knoten
 4. die Kanten sind ungerichtet
- verstanden werden²⁾.

¹⁾ Vgl. insbesondere HAGGETT & CHORLEY, 1969; im deutschsprachigen Schrifttum kann hier lediglich auf die Arbeiten von WERNER, 1966 und VETTER, 1970 hingewiesen werden.

²⁾ Genauer könnten wir von einer Abbildung φ einer Menge G_1 (Kanten) in die Produktmenge $G_2 \cdot G_2$ einer zu G_1 elementfremden Menge G_2 (Knoten) sprechen: $G_1 \rightarrow G_2 \cdot G_2$ mit $\varphi(e_i) = (v_i, v_j)$; dies bedeutet, daß die Kante e_i die beiden Endpunkte v_i und v_j besitzt.