

Wasserführung kleiner und mittlerer Wasserläufe in Zentralafrika

Von Dieter Waffenschmidt

Bei allen Arbeiten im landwirtschaftlichen Wasserbau ist die Kenntnis über die Wasserführung der betreffenden Flußgebiete von großer Bedeutung. So kann z. B. keine Entwässerungs- oder Hochwasserschutzmaßnahme und der Bau von Brücken technisch und wirtschaftlich einwandfrei durchgeführt werden, ohne die erforderlichen Hochwasserstände zu berücksichtigen, wobei das Wasserdargebot während der Niedrigwasserzeit die Größe des Bewässerungsgebietes oder des Speichers bestimmt.

Wie schon aus diesen Beispielen hervorgeht, haben für alle wasserbaulichen Arbeiten die extremen Wasserstände eine besondere Bedeutung. Dazu kommt, daß diese Wasserstände nicht nur aus einer Hochwasser- bzw. Niedrigwasserperiode ermittelt werden dürfen. Erst die Beobachtungsergebnisse einer Reihe von Jahren bieten eine gewisse Sicherheit gegen bauliche Fehlinvestitionen.

Die Berechnung der Hoch- und Niedrigwassermengen erfolgt über die Abflußspenden der Flußgebiete. Alle Länder mit moderner Wasserwirtschaft haben diese Abflußspenden durch jahrzehntelange Messungen der Niederschläge und Abflüsse ermittelt. In vielen Ländern Afrikas sind diese Untersuchungen nur vereinzelt durchgeführt worden, die sich vor allem auf die größeren Flüsse erstrecken. Für die meisten wasserbaulichen und kulturtechnischen Maßnahmen innerhalb der tropischen Landwirtschaft sind jedoch gewässerkundliche Kenntnisse über kleinere und mittlere Wasserläufe erforderlich.

Die in der folgenden Ausführung gemachten Angaben über die Wasserführung von Flüssen mit einem Einzugsgebiet von $1=1000 \text{ km}^2$ beziehen sich auf hydrologische Untersuchungen in der Republik Congo-Brazzaville. Neben den Untersuchungsergebnissen der französischen Überseeforschung ORSTOM in den Jahren 1957—1959 wurden 1965 im Rahmen eines größeren Studienprojektes eigene Beobachtungen, Messungen und Berechnungen für 25 Wasserläufe in der Regen- und Trockenzeit durchgeführt. Die vorliegenden hydrographischen und klimatischen Verhältnisse im Congo-Brazzaville geben die Möglichkeit, die erzielten Ergebnisse auch in anderen Gebieten Zentralafrikas anzuwenden.

Hydrologische Grundlagen

Der Abfluß eines Wasserlaufs wird von folgenden Faktoren seines Einzugsgebietes bestimmt: Größe, Topographie, Bodenbeschaffenheit, Art der Vegetation, Niederschlagshöhe und Verdunstung. Daneben sind für die Ermittlung des ober- und unterirdischen Abflusses noch der Zustand der Wassersättigung des Bodens und der Einfluß von Grundwasser und Überschwemmungsgebieten von Bedeutung.

Die Größe der Einzugsgebiete der untersuchten Wasserläufe wurde auf Karten i. M. 1 : 50 000—1 : 200 000 ermittelt. Die durch Luftbildaufnahmen festgestellten Höhenlinien reichten aus, um die entsprechenden Wasserscheiden festzulegen.

Die Topographie, Bodenbeschaffenheit und Vegetationsdecke der Einzugsgebiete zeigen einen großen Unterschied in den beiden Landschaftstypen, dem Regenwald und der Savanne. Das Waldgebiet hat eine zerklüftete Oberfläche mit einem engen Netz kleiner Wasserläufe, die teilweise tief in den Felsen eingeschnitten sind. Tonig-sandiger Waldboden mit dichtem Äquatorialwald bedeckt die Einzugsgebiete.

Die Savanne wird dagegen von einem weiten Netz größerer Wasserläufe entwässert. In dem schwächeren Relief sind die Hügel ziemlich kahl und erodiert. Der Untergrund besteht aus Kalkschieferfelsen, der mit einem tonigen Savannenboden bedeckt ist. Die Pflanzendecke ist eine Buschsavanne mit geringem Strauchbestand und Galeriewäldern entlang den Flüssen.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt in dem Untersuchungsgebiet 1200 mm bei einem Maximum von 1500 mm und einem Minimum von 800 mm. Im Waldgebiet kann jedoch ein Maximum von 1800 mm Jahresniederschlag erreicht werden. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 26° C mit einer Luftfeuchtigkeit von 90—100 % morgens um 6.00 Uhr und 60—80 % um 12.00 Uhr.

Hochwasserabfluß

Zur Bestimmung des Hochwasserabflusses standen Messungen der außergewöhnlich hohen Niederschläge zur Verfügung. Die Untersuchung erstreckte sich auf die Höhe dieser starken Niederschläge innerhalb von 24 Stunden, die Zeitverteilung der Regenintensität und die örtliche Verteilung der Niederschläge. Aus 43 maximalen Tagesniederschlägen wurde der höchste Zehnjahresregenfall für 24 Stunden mit 130 mm ermittelt. Als höchster Jahresregenfall für 24 Stunden ergaben sich für das Waldgebiet 85 mm und für das Savannengebiet 80 mm. Die Abweichungen zwischen den Wald- und Savannengebieten sind also gering.

Neben den Niederschlägen wurden die Abflußbedingungen untersucht. Das Hochwasser wird aus zwei Formen von Wasserzufluß gebildet, dem Oberflächenwasser oder Rieselwasser und dem unterirdischen Abfluß in geringer Tiefe. Die Messung des Abflusses mit einem Meßwehr oder Schreibpegel im Wasserlauf führt zu einem Hochwasserdiagramm, in dem Anfang und Ende des Rieselwassers ziemlich genau bestimmt werden können. So beruht der Anstieg eines Hochwassers bis zu einer Spitze auf dem Zufluß des Rieselwassers, während der sich danach einstellende gleichmäßig verminderte Abfluß mehr dem unterirdischen Abfluß zukommt.

Die für ein Hochwasser so bedeutende Größe des Rieselwassers hängt vor allem von der Bodensättigung ab, die von der Zeitverteilung der Niederschläge bestimmt wird. Daneben haben für das Rieselwasser Topo-

graphie und Vegetationsdecke des Einzugsgebietes eine große Bedeutung. Daraus erklärt sich der bei weitem höhere Hochwasserfluß in den Savannengebieten.

Die für die untersuchten Wasserläufe ermittelten maximalen Abflussspenden des zehnjährigen Hochwassers ($l/s/km^2$) wurden in einer vereinfachten Form nach dem Flußgefälle und entwässerter Oberfläche (Einzugsgebiet) zusammengestellt:

Waldzonen

Einzugsgebiet	Gefälle des Wasserlaufs	$l/s/km^2$
1—10 km^2	3 —6 ‰	1000—1100
1—10 km^2	1 —2 ‰	600—800
1—10 km^2	0,3—0,5 ‰	250—300
15—30 km^2	3 —6 ‰	600—700
15—30 km^2	1 —2 ‰	400—500
15—30 km^2	0,3—0,5 ‰	200—300
50—1000 km^2	3 —6 ‰	400—500
50—1000 km^2	1 —2 ‰	250—300
50—1000 km^2	0,3—0,5 ‰	120—200

Savannenzonen

Einzugsgebiet	Gefälle des Wasserlaufs	$l/s/km^2$
0,5—1 km^2	4 —6 ‰	10 000—20 000
0,5—1 km^2	0,3—1 ‰	2000—3000
2—10 km^2	4 —6 ‰	6000—8000
2—10 km^2	0,3—1 ‰	1000—2000
15—1000 km^2	4 —6 ‰	3000—4000
15—1000 km^2	0,3—1 ‰	500—1000

Niedrigwasserabfluß

Zur Ermittlung des Niedrigwasserabflusses der untersuchten Wasserläufe konnten leider keine mehrjährigen Beobachtungen und Messungen verwendet werden. Es können daher nur Angaben aus der Trockenzeit 1965, den Monaten Juli und August, gemacht werden. Durch Profilaufnahmen, Gefälleermittlungen und Wassermessungen wurde der Niedrigwasserabfluß bestimmt. Große Unterschiede bezüglich der beeinflussenden Fakto-

ren des Einzugsgebietes, wie sie beim Hochwasser auftreten, konnten nicht festgestellt werden. Selbst die Wald- und Savannengebiete zeigten einen fast einheitlichen Abfluß, was auf die wasserspeichernde Wirkung der Galeriewälder und Sumpfböden an den Savannenflüssen zurückzuführen ist, zudem deren Quellgebiete meistens in der Waldzone liegen.

Die folgende Zusammenstellung über die Abflußspende des Niedrigwassers ist daher sehr vereinfacht aufgestellt:

Einzugsgebiet	
1000 km ²	25
500—200 km ²	15
50— 10 km ²	10
5— 2 km ²	5
unter 2 km ²	meistens trocken

Abflußberechnungen

Obwohl es sich bei allen diesen Angaben des Hoch- und Niedrigwasserabflusses um Mittelwerte handelt und Abweichungen vorkommen, können sie doch für überschlägliche Wassermengenberechnungen verwendet werden. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß es sich um Flußgebiete Zentralafrikas mit ähnlichen topographischen und klimatischen Verhältnissen handelt.

Dabei ist aus den Karten der Luftbildaufnahme mit Höhenlinien im Maßstab 1:50 000—1:200 000 das Einzugsgebiet des Wasserlaufs und sein Längsgefälle bis zu der interessierenden Stelle zu ermitteln. Um das Längsgefälle zu bestimmen, betrachtet man den Längenschnitt des Wasserlaufs von der Wasserscheide bis zu dem Punkt, wo eine Brücke errichtet oder die Wasserentnahme durchgeführt werden soll. Aus diesem Längenschnitt werden 20 % des Oberlaufs und 20 % des Unterlaufs herausgenommen, da im Ober- und Unterlauf die extremen Gefälleunterschiede auftreten. Man errechnet also das mittlere Flußgefälle nur über 60 % der Länge des Längenschnitts.

Zur Berechnung des Hochwasserabflusses ist entsprechend der Größe des Einzugsgebietes und dem mittleren Flußgefälle die Abflußspende (l/s/km²) aus der Tabelle für die vorkommende Vegetation zu entnehmen. Da die Abflußspende der auf 1 km² des Einzugsgebietes bezogene Abfluß ist, ergibt die Multiplikation der Abflußspende mit der Größe des Einzugsgebietes die Abflußmenge im Wasserlauf. Ist das Einzugsgebiet mit Wald und Savanne bedeckt, so muß für jede Vegetationsart die Abflußspende ermittelt und mit der anteiligen Fläche multipliziert werden. In diesem Fall ergibt die Summe der Abflußmengen für Wald und Savanne die Gesamtabflußmenge. Die Berechnung des Niedrigwasserabflusses er-

folgt nur über die Größe des Einzugsgebietes, da die Abflußspenden das Flußgefälle und die Vegetation des Einzugsgebietes nicht berücksichtigen.

Abschließend ist zu bemerken, daß diese Art der Abflußberechnung über die Größe des Einzugsgebietes und der Abflußspende kein Ersatz für örtliche Abflußbestimmungen an Wasserläufen in Form von Gefäßmessungen, Meßwehren und Geschwindigkeitsmessungen sein soll, sondern sie soll diese ergänzen und vor allem eine Hilfe zur Ermittlung von extremen Wasserständen sein.

S c h r i f t t u m

„L'Etude des Crues décennales des petits cours d'eau traversés par la ligne de chemin de fer CFCO — M'Binda“, ORSTOM — Brazzaville 1960.

Anbau, Ernte und Verpackung der Chiquita-Banane in Honduras

Ein Reisebericht von **A r n o l d K o e l l e**

Die amerikanische United Fruit Company verfügt in Honduras mit der Hacienda La Lima über eine der modernsten Bananenpflanzungen Mittelamerikas. Die Hacienda La Lima liegt in der Nähe von San Pedro Sula und beschäftigt 16 000 Personen.

Auf den zur Hacienda gehörenden rund 25 000 ha wurden früher ausschließlich Gros Michel Bananen angebaut. Vor 6 Jahren begann man sich auf Valery-Bananen umzustellen, so daß jetzt schon etwa 11 500 ha der besten Böden der Hacienda ausschließlich mit Valery-Bananen angepflanzt sind. Von diesen sind ca. 3800 ha sogenannte „Independents“. Der Anbau erfolgt hier durch einheimische Bauern, denen das Land vorher verkauft worden ist und die in intensiver Beratung stehen, nachdem sie unter eingehender technischer Anleitung ihre Pflanzungen eingerichtet haben. Auch ihre Ernte wird ausschließlich in Packstationen der United Fruit Company verpackt. Abgenommen und bezahlt wird je gepackten Karton, wobei ein sehr strenger Maßstab angelegt wird.

Die älteste Valery-Pflanzung von La Lima trägt jetzt 6 Jahre und zeigt keinerlei Ermüdungs- oder Degenerationserscheinungen. Die Erträge und die Qualität der Früchte, besonders die Größe der Finger, haben nicht nachgelassen.

Durchschnittlich werden 1025 Pflanzen je ha gepflanzt, wobei allemal nur eine Familie stehengelassen wird. Jede Pflanzstelle trägt im Durchschnitt 1,8 Bündel im Jahr; man rechnet mit 1843 Bündel je ha. Jedes Bündel ergibt je nach Jahreszeit und Lage 1,85—2,10 große Kartons (cajas) zu 42 lbs. (ca. 19 kg). Bei durchschnittlich 2 Kartons je Bündel ergibt das 3690 Kartons je ha = 70 t. Spitzenerträge gehen bis 4400 Kar-