

Werk

Titel: Das Abflussgebiet des Nil

Autor: Pietsch, Walter

Ort: Berlin

Jahr: 1911

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1911 | LOG_0031

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

tung bestimmt wird, sie stehen dem von Martonne aufgestellten transsylvanischen Typus nahe¹⁾, nur daß die faltenden Vorgänge ebenso wie die spätere Emporwölbung in den Transsylvanischen Alpen weit früher erfolgten. Der landschaftliche Charakter ist in den Abruzzen aus dem Grunde ein ganz anderer, weil hier der sich morphologisch ganz anders verhaltende Kalkstein so weite Flächen einnimmt. Was wir jedoch an alpinen Formen sehen, ist in beiden Gebirgen ausschließlich das Werk der eiszeitlichen Vergletscherung.

Das Abflußgebiet des Nil.

Von Dr. **Walter Pietsch** in Berlin.

Seitdem England das Gebiet des Nil seinen Interessen unterworfen hat, ist für die Erschließung der Hydrographie dieses Stromes zwecks geeigneter Bewässerungsanlagen für Ägypten außerordentlich viel geschehen. In erster Linie ist hier das „Survey Department, Egypt“ zu nennen. Sein erster Direktor, H. G. Lyons, sucht in seinem Buch: „The Physiography of the river Nile and its basin“ alle neuen und alten Erkenntnisse über den Strom zusammenzufassen, Meteorologie und Hydrographie stehen bei ihm im Vordergrund. Dieses Werk sowie die alljährlich in Kairo erscheinenden Berichte: „The Rains of the Nile basin, 1904“ u. s. w. ermöglichen eine zusammenhängende Betrachtung über die Niederschlags- und Abflußverhältnisse, über ihre Beziehungen zu einander und über die Abtragung im Abflußgebiet des Nil²⁾.

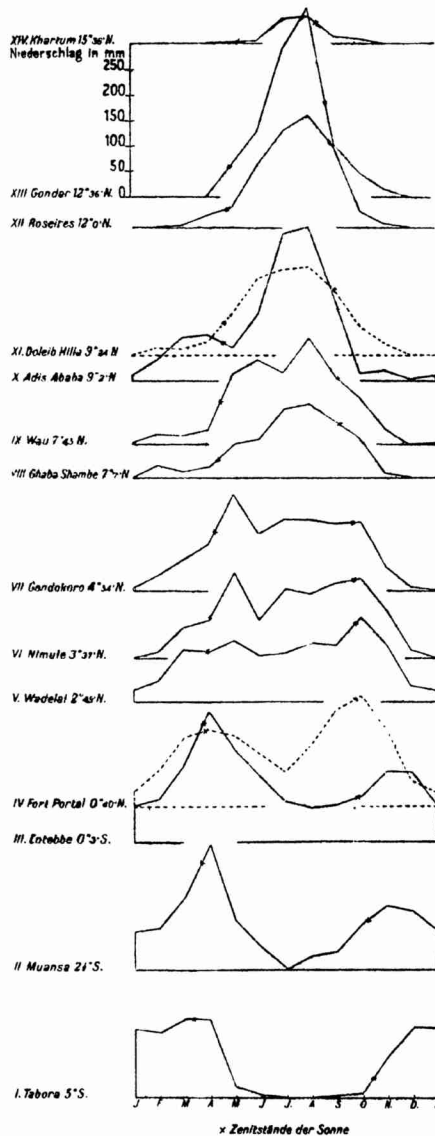
Der Niederschlag: Die jahreszeitliche Verteilung und Stärke des Niederschlags zeigen im Gebiete des Nil eine deutliche Abhängigkeit vom Zenitstande der Sonne, von der Verteilung der Winde und von der Orographie des Landes. Am Äquator bilden sich zur Zeit der Zenitstände im Frühling und Herbst zwei Regenzeiten aus; weiter im Norden verschmelzen beide zu einer Sommerregenzeit; diese ist jedoch nicht direkt durch die Stellung der Sonne hervorgerufen, sondern erscheint im Gefolge von feuchten Südwinden, die in monsunartigem Wechsel die trockenen Nordwinde der Winterzeit ablösen.

Abbildung 7 versucht, die Verteilung und Stärke des Niederschlags durch ein Diagramm wiederzugeben. Auf der Abszissenachse sind die Monate

¹⁾ Sur la position systématique de la chaîne des Karpates. C.-R. du 9. Congrès Intern. de Géogr., Genève 1908, Bd. 2.

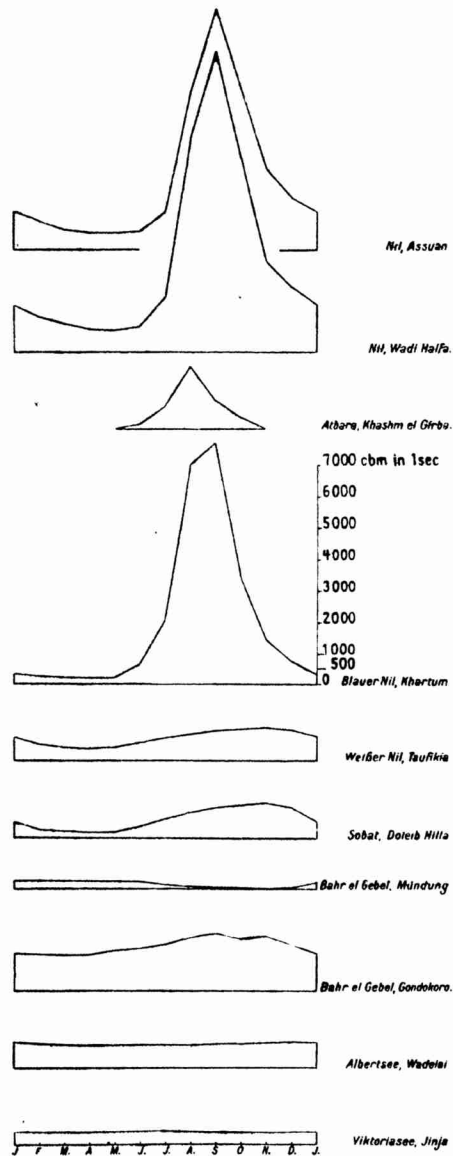
²⁾ Walter Pietsch, Das Abflußgebiet des Nil. Dissert. Berlin, Ebering, 1910.

Abbild. 7.



Jährliche Verteilung des Niederschlags
in meridionaler Anordnung.

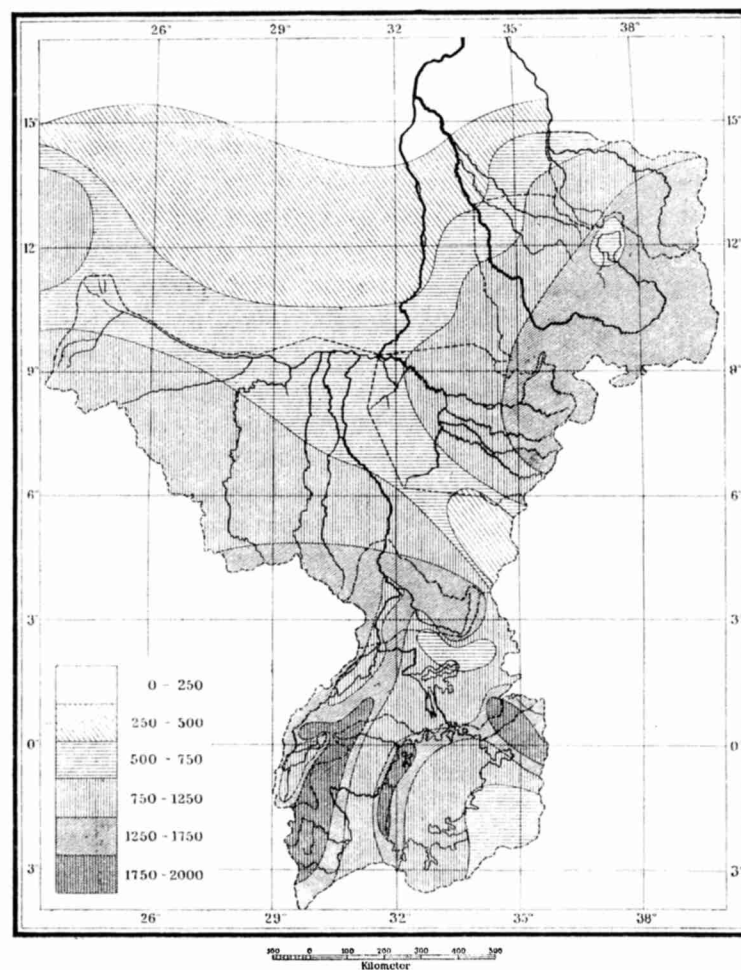
Abbild. 8.



Abflußkurven der Zuflüsse
des Nil.

eingetragen. Auf der Ordinatenachse sind die Regenstationen im wahren Verhältnis ihrer Breitenabstände voneinander eingezeichnet. Diese Punkte stellen die Nullpunkte für die Niederschlagskurven der einzelnen Stationen dar. Mit Kreuzen (*) sind die Zenitstände der Sonne bezeichnet.

Abbild. 9.



Die Zahlen bedeuten Millimeter.

Verteilung der Niederschläge, 1902—1908.

Die südlichste Station, Tabora, zeigt noch südhemisphärische Verhältnisse, eine Winterregen- und Sommertrockenzeit. Die folgenden Stationen in der Nähe des Äquators lassen ziemlich klar den Zusammenhang der Regenzeiten mit den Zenitständen erkennen. Schon von 3° n. Br.

verwischt sich diese Abhängigkeit, und von 7° n. Br. bildet sich immer schärfer eine einheitliche Regenzeit aus, die ihr Maximum im Sommer zwischen den beiden Zenitständen erreicht. Die nördlichsten Stationen zeigen, abgesehen von Adis Ababa und Gondar (in Abessinien), recht deutlich ein Zusammenschrumpfen der Regenzeit in bezug auf Dauer und Stärke; wir befinden uns am Rande der Wüste.

Die Größe des Niederschlags lässt sich jedoch noch besser aus Abbildung 9, der Niederschlagskarte, entnehmen.

Wir können mit voller Klarheit die Bedeutung der Bergländer Abessiniens sowie des zentralafrikanischen Hochlandes erkennen; beide empfangen verhältnismäßig starken Regen, die übrigen Gebiete weisen einen für die Tropen ziemlich geringen Niederschlag auf.

Der Abfluss: An fast allen Zuflüssen des Nil sind in der Zeit von 1900 bis 1904 Pegelstationen eingerichtet. Die Ablesungen ermöglichen zusammen mit Messungen der Wasserführung eine mehr oder weniger genaue Bestimmung der Abflussmengen. Die Resultate sind in Tabelle I und Abbild. 8 wiedergegeben.

Der Abfluss des Viktoria-Sees, bestimmt nach dem Pegel von Jinja beim Austritt des Viktoria-Nil aus dem See, zeigt eine überraschende Gleichmäßigkeit der monatlichen Wasserführung. Die Ursache liegt in dem ungeheueren Seespiegel, den die dem See zuströmenden Flüsse kaum merklich zu heben imstande sind; eine viel bedeutendere Rolle hierfür spielen die Verdunstung und der Niederschlag auf dem See. Der Abfluss (die genauen Zahlen sind hier der Anschaulichkeit halber beibehalten) zeigt im Mai ein Maximum entsprechend der Frühjahrsregenzeit. Die Herbstregenzeit ist in manchen Jahren, wenn sie nicht besonders kräftig ist, von einem Sinken des Seespiegels begleitet.

Umgekehrt ist es am Albert-See, dessen Abfluss nach dem Pegel von Wadelai am Bahr el Gebel bestimmt ist. Hier ist die Herbstregenzeit die bedeutendere; sie bewirkt ein Abflussmaximum am Ende des Jahres. Die schwache Frühjahrsregenzeit macht sich fast nie bemerkbar. Die Schwankungen des Seespiegels und somit des Abflusses sind bei diesem See bedeutend größer als beim Viktoria-See, da das den Ausgleich bewirkende Areal viel kleiner ist. Die Zunahme des Abflusses um 4,5 cbkm ist geringer, als man erwarten sollte. Es wird dies durch die Sümpfe des Choga-Sees, die der Viktoria-Nil durchmessen muss, bedingt. Bei verhältnismäßig geringem Niederschlag ist ein starker Wasserverlust die notwendige Folge.

Die nächste Station, an der die Wasserführung bestimmt ist, Gondokoro, liegt am Bahr el Gebel dicht bei dem bekannteren Lado, wo das zentralafrikanische Hochland und das Alluvialgebiet des Bahr el Ghasal-Beckens

aneinander grenzen. Der Abfluß trägt hier ein ganz anderes Gepräge als bei den äquatorialen Seen. Die Pegelkurven zeigen schroffe Zacken, beweisen also die unmittelbare Einwirkung heftiger Regen, die einen schnellen Abfluß finden. Demgemäß ist auch die Zunahme des Jahresabflusses recht bedeutend; es findet fast eine Verdoppelung statt.

Tabelle I. Mittlerer monat-

	Jan.	Febr.	März	April
Viktoria-See, 1902—08	593	595	595	607
Albert-See, 1902—08	790	740	710	700
Bahr el Gebel, Gondokoro, 1902—1906, 1908 . . .	1210	1150	1110	1130
Bahr el Gebel, Mündung, 1904—1908	250	250	230	220
Sobat, 1904—08	500	250	200	170
Weißer Nil, 1904—08	750	500	430	380
Blauer Nil, 1902—08	340	230	190	170
Atbara, 1903	0	0	0	0
Nil, Wadi Halfa, 1902—08	1490	1130	870	750
Nil, Assuan, 1902—08	1200	870	630	530

Der Wert von 42,5 cbkm wird aber wohl auch die stärkste Wasserführung im Laufe des Bahr el Gebel darstellen. In seinem weiteren Verlauf durchfließt er völlig ebenes Land, und seine Ufer liegen fast gar nicht über dem gewöhnlichen Wasserstand erhaben. Die Folge davon ist, daß der Fluß bei jeder kleinen Anschwellung aus seinen Ufern tritt. Das Wasser füllt dann die Altwässer und Sümpfe, die in nach Norden immer wachsender Ausdehnung den Fluß begleiten. Nur ein kleiner Teil des Wassers findet seinen Weg in das Strombett zurück, das meiste stagniert in den Sümpfen und fällt der Verdunstung zum Opfer. Ein Teil findet in dem Nebenarm, dem Bahr el Zeraf, einen Abfluß. Je höher die Flut ist, desto größer ist der Verlust. Der unterste Teil des Bahr el Gebel um den See No herum stellt zur Zeit des Hochwassers ein weites Überschwemmungsgebiet dar, in das von links der Bahr el Ghasal einmündet, dessen Wasserführung ganz unbedeutend zu sein scheint; doch läßt sich Bestimmtes hierüber infolge der auch im ganzen Unterlauf dieses Flusses auftretenden Überschwemmungen nicht sagen.

Fast alles Wasser, das aus dem Becken des Bahr el Ghasal und vom Bahr el Gebel herabgebracht wird, verliert sich in diesen Sümpfen. Nur ein ganz kleiner Teil, durchschnittlich 4,2 cbkm jährlich, findet seinen Abfluß zum Weißen Nil. Dieser Wert läßt sich aus der Wasserführung des Sobat an seiner Mündung in den Weißen Nil und der des Weißen Nil bestimmen.

Im Sobat haben wir zum ersten Male einen abessinischen Strom vor uns. Er zeigt jedoch die Eigentümlichkeit der Ströme, die dem Regenfall in Abessinien ihre Entstehung verdanken, nur in abgeschwächtem Maße.

Wie die Regenkurven für Gondar und Adis Ababa (Abbild. 7) zeigen, fällt der Regen hier in den Sommermonaten, im Winter herrscht Trockenheit. Die starke Periodizität wird durch ein Überschwemmungsgebiet, in dem sich zahlreiche Gebirgsflüsse zum Sobat vereinen, vermindert; die weitere Folge der Überschwemmung ist eine Verringerung des Wassers durch Ver-

licher Abflufs, cbm in der Sekunde								Jährlicher Abflufs in cbkm
Mai	Juni	Juli	Aug.	Septb.	Oktb.	Novb.	Dezb.	
618	615	609	604	597	594	596	597	19,0
710	710	720	730	760	770	800	820	23,5
1260	1310	1440	1690	1780	1630	1730	1480	42,5
220	220	140	80	10	0	—10	20	4,2
180	330	570	770	940	1020	1050	950	18,3
410	550	710	840	950	1020	1040	970	22,5
190	590	2010	6910	7580	3300	1350	710	62,2
0	0	300	2250	1960	140	0	0	10,5 (1903—08)
700	800	1740	6760	9500	6070	2900	2030	90,23
530	590	1170	4980	7620	5210	2540	1570	72,3

dunstung und eine Verspätung des Abflufsmaximums bis in den November, da die Hochwasser zunächst das halb ausgetrocknete Sumpfgebiet unter Wasser setzen und dann erst eine verstärkte Wasserabgabe an den Unterlauf hervorrufen.

Der Bahr el Gebel ist bei seinem Zusammenflufs mit dem Sobat der schwächere Strom. Er wird vom Sobat, wenn dieser anschwillt, aufgestaut, so dafs im Oktober und November (wenigstens den Berechnungen nach) überhaupt kein Abflufs stattfindet. Nur in der ersten Hälfte des Jahres findet ein ungehinderter Abflufs statt. Und in dieser Zeit, wo der Wasserreichtum des Blauen Nil ziemlich gering ist, hat der Bahr el Gebel auch einen geringen Einflufs auf die Wasserführung des Nil in Ägypten, wird aber in seiner Bedeutung meistens noch weit überschätzt.

Der Weiße Nil verdankt somit den größten Teil seines Wasserreichtums dem Sobat. Bemerkenswert ist, dafs er die Stärke des Bahr el Gebel bei Gondokoro bei weitem nicht erreicht. Im übrigen stellt seine Wasserführung, abgesehen vom Tiefstand, eine Wiederholung der des Sobat dar.

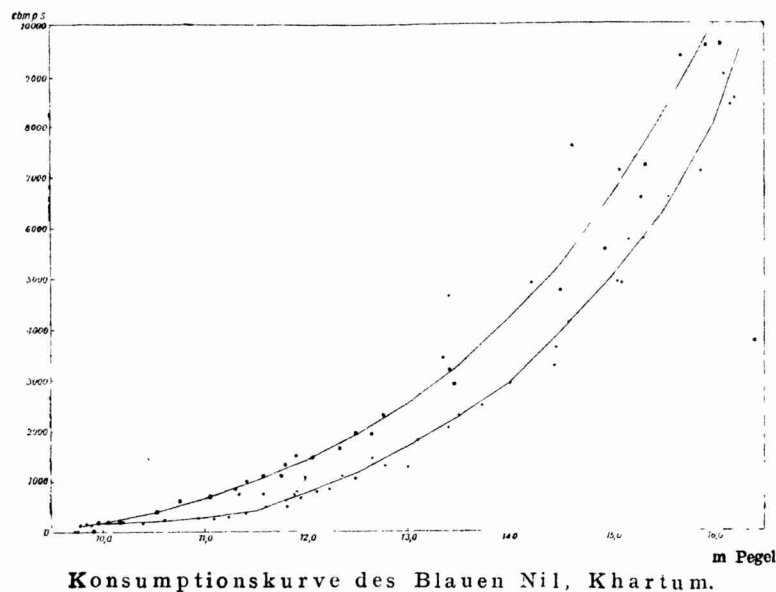
Beim Zusammenflufs des Blauen mit dem Weißen Nil zeigt sich dieselbe Erscheinung wie an der Mündung des Sobat. Der kräftigere Blaue Nil staut den Weißen Nil in der Sommerszeit auf. Die Pegelablesungen am unteren Weißen Nil sind deshalb zu Bestimmungen des Abflusses nicht zu verwerten.

Die Wasserführung des Blauen Nil bei Khartum läfst sich aus einer Konsumptionskurve (Abbild. 10) einigermaßen genau bestimmen. Die hieraus gewonnenen Werte für 1902 und 1903 weichen von denen, die aus

73 Messungen der Wasserführung durch Interpolation bestimmt sind, um 1,80 und 2,30 cbkm ab, während nach einer Tabelle bei Willcocks: „The Nile in 1904“ die entsprechenden Fehler 3,33 und 4,04 cbkm betragen würden.

Der Blaue Nil ist der eigentliche Strom Abessiniens. Er entwässert den größten Teil dieses Gebirgslandes, ist daher bei weitem der kräftigste Flufs und spiegelt klar die eigentümlichen klimatischen Verhältnisse dieses Landes wieder. Infolge seiner grofsen Erosionskraft hat er sich in die

Abbild. 10.



Konsumptionskurve des Blauen Nil, Khartum.

Die starken Punkte entsprechen der Wasserführung bei steigendem, die schwachen der bei fallendem Pegel.

weiten Alluvialebenen, die sich vom Gebirgsrand Abessiniens nach Westen erstrecken, so tief eingeschnitten, daß namhafte Überschwemmungen hier nicht vorkommen. Darum finden die starken Regengüsse, die sich in den wenigen Sommermonaten über Abessinien entladen, einen schnellen Abfluß; daß im Winter und Frühjahr, wenn absolute Regenlosigkeit herrscht, überhaupt noch ein Abfluß stattfindet, scheint die Folge von Überschwemmungen auf dem abessinischen Plateau zu sein; wie weit die Grundwasser-Verhältnisse des Alluvialgebietes mitsprechen, ist noch unbekannt.

In der Flut des Blauen Nil, die in wasserreichen Jahren oft mehr als 10 000 cbm i. d. Sek. liefert, lernen wir den Faktor kennen, der fast einzig und allein das Anschwellen des Nil in Ägypten hervorruft. Es ist jetzt so gut

wie sicher, daß Aristoteles schon diese Kenntnis besessen hat, wie aus seinem Buch „Über das Steigen des Nil“ hervorgeht, an dessen Echtheit jetzt, nach den Untersuchungen von Partsch, nicht mehr zu zweifeln ist. Englischen Ingenieuren blieb es vorbehalten, im 20. Jahrhundert diese Erkenntnis zu erneuern; doch hat noch keiner von ihnen klar ausgesprochen, um wieviel größer die Bedeutung des Blauen Nil in bezug auf den Jahreshaushalt gegenüber dem Weißen Nil ist: er übertrifft ihn an Wasserreichtum rund um das Dreifache.

Eine nicht zu gering zu veranschlagende Unterstützung empfängt die Flut des Nil durch den Atbara. Er bildet ein getreues Abbild des Blauen Nil, nur ist sein Abflussgebiet kleiner und von schwächerem Regen benetzt; darum ist auch sein Wasserreichtum geringer. Von Juli bis Oktober liefert er zwar eine bedeutende Wassermenge, in der übrigen Zeit ist aber seine Wasserführung so schwach, daß er bald nach dem Austritt aus dem Gebirge oberflächlich zu fließen aufhört und nur noch einen Grundwasserstrom aufweist, der gelegentlich in Pfuhlen und Teichen zutage tritt.

Die Wasserführung bei Wadi Halfa am zweiten Katarakt zeigt die endgültige Gestaltung des Abflusses für den Nil, im wesentlichen das Produkt des abessinischen Abflussgebietes.

Betrachten wir zunächst die Jahressumme des Abflusses, 90,23 cbkm, so führt uns ein Vergleich mit dem gesamten Abfluß des Blauen und Weißen Nil und Atbara zu der Erkenntnis, daß inzwischen ein Verlust von $5\frac{1}{2}$ cbkm (Mittelwert für 1903—08) eingetreten ist, der uns erklärlich und noch dazu ziemlich gering erscheint gegenüber der Abnahme des Bahr el Gebel bis zu seiner Mündung hin. In wasserreichen Jahren, in denen der Hauptfluß seine meist seichten Ufer ziemlich weit überschwemmt, sind die Verluste viel größer als in wasserarmen Jahren.

Lenken wir nun einen Blick auf Abbild. 8, so zwingt sich unwiderleglich unseren Augen die große Bedeutung des Blauen Nil für die Gestaltung des Gesamtabflusses auf. Der Einfluß des Weißen Nil erscheint fast allein auf die Zeit des Niedrigwassers beschränkt, zumal auf die Zeit von November bis Anfang Januar, wo das während der Flut des Blauen Nil aufgestaute Wasser zum Abfluß gelangt (Abbild. 8, Weißer Nil, Taufikia, zeigt diese Stauerscheinung nicht); doch wird seine Bedeutung von den Engländern im allgemeinen noch überschätzt. Denn sieht man genauer zu und vergleicht die Zahlenwerte des Nil bei Wadi Halfa von Februar bis Juni mit dem Abfluß des Blauen und Weißen Nil von Januar bis Mai (etwa einen Monat braucht das Wasser, um vom Sudan bis Wadi Halfa zu gelangen), so ergibt sich das überraschende Resultat, daß in allen fünf Monaten eine Zunahme des Abflusses um 140 cbm i. d. Sek. stattfindet, während man doch einen vielleicht ebenso großen Verlust erwarten sollte. Dies läßt sich nur

erklären, wenn man eine Speisung des Flusses durch Grundwasser annimmt. Bei einer Nachprüfung des Niedrigwassers in den einzelnen Jahren ergibt sich nun, daß der tiefste Wasserstand in deutlichem Zusammenhang mit der Höhe der Flut des Vorjahres steht. Auf das Jahr 1894 mit 146,38 cbkm folgt das höchste bekannte Niedrigwasser Mai 1895 mit 1410 cbm i. d. Sek. Wasserführung, auf 1892 mit 135,15 cbkm folgt Mai 1893 mit 1060 cbm i. d. Sek., auf 1903 mit 103,93 cbkm Mai 1904 mit 810 cbm i. d. Sek., auf 1902 mit 77,71 cbkm Mai 1903 mit 600 cbm i. d. Sek. Da nun der Jahresabfluß von der Höhe der Flut und diese wieder vom Blauen Nil abhängig ist, wird niemand leugnen können, daß der entscheidende Faktor für das Niedrigwasser nicht der Weiße Nil, sondern die vorjährige Flut des Blauen Nil ist. Die einzige Bedeutung, die der Weiße Nil noch behält durch seine Wasserführung von November bis Anfang Januar, erhält er durch den Sobat, nicht durch den Bahr el Gebel, der, bisher für den Hauptstrom angesehen, sich als ein für den Nil in Ägypten hydrographisch fast belangloser Fluß erweist.

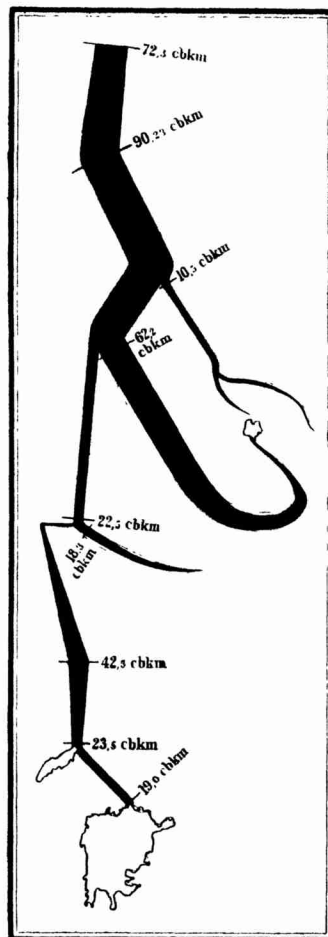
Die letzte Station, an der die gesamte Wasserführung des Nil unbeeinflusst durch kulturelle Anlagen sich messen läßt, ist Assuan. Auffällig ist, um wieviel bedeutender der Verlust von Wadi Halfa bis Assuan ist als der vom Sudan bis Wadi Halfa. Es liegt dies an der zunehmenden Trockenheit des Klimas und an dem Umstande, daß das Niedrigwasser hier keine Verstärkung mehr, sondern eine erhebliche Verminderung erfährt. Im übrigen ist die Wasserführung von Assuan eine Wiederholung der von Wadi Halfa, woran auch der große Staudamm nichts ändern kann.

Um über die hier aufgestellten Werte des Abflusses einen Gesamtüberblick zu geben, ist in Abbild. 11 jeder Fluß in der Breite eingezeichnet, die ihm nach seiner mittleren Wasserführung zukommt. Diese Skizze hebt die Hauptresultate deutlich hervor: die Stärke des Bahr el Gebel bei Gondokoro und die Vernichtung seines Wasserreichtums im Unterlauf, die Bedeutung des Sobat für den Weißen Nil, die Überlegenheit des Blauen Nil, das Zusammenschrumpfen des Nil bis Assuan.

Betrachtet man von diesen neu gewonnenen Gesichtspunkten aus die englischerseits projektierten Flußkorrekturen, so muß ein Regulator am Viktoria-See als absolut zwecklos erscheinen; auch eine Stauanlage am Albert-See wäre nicht angebracht; denn der große Wasserreichtum des Bahr el Gebel setzt erst später bei Gondokoro ein. Nur die Projekte, unterhalb dieses Ortes Flußkorrekturen vorzunehmen, können den gewünschten Erfolg haben, das Niedrigwasser am Weißen Nil und in Ägypten zu verstärken. Mag man aber nicht vergessen, daß bisher der größere Teil des Niedrigwassers im Blauen Nil wurzelt.

Die Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluss:
Um Niederschlag und Abfluss absolut unter sich vergleichbar zu machen,
muß man sie beide auf die gemeinsame Basis, das Einzugsgebiet, beziehen,
d. h. man muß der mittleren Niederschlagshöhe die mittlere Abflusshöhe

Abbild. 11.



Wasserführung des Nil
bis Assuan.

gegenüberstellen. Man steht hier indes der Schwierigkeit gegenüber, daß die zum Nil hin sich abdachenden Gebiete oft Trockengebiete, also keine Abflussgebiete sind. Aus diesem Grunde ist für die Zwecke dieser Arbeit nur die Größe der „Abflussgebiete“, d. h. der Gebiete des tatsächlichen, nicht des möglichen Abflusses, bestimmt. Auf diese Weise stellt sich die Größe

der Flufsgebiete viel kleiner heraus, als sie z. B. von Lyons berechnet sind. Die Gröfse der einzelnen Gebiete und der mittlere Niederschlag, die planimetrisch ermittelt sind, sind in Tabelle II zusammen mit der Abflufs-, Verdunstungshöhe und dem Abflusfaktor wiedergegeben.

Tabelle II.

	Flächen- inhalt qkm	Nieder- schlagshöhe mm	Abflufs- höhe mm	Ver- dunstungs- höhe mm	Abflufs- faktor %
Spiegel des Viktoria-Sees . .	68 000	1180	—230	1410	0
Bahr el Gebel, von Gondokoro bis Mündung	493 000	890	—74	969	0
Bahr el Gebel	951 000	1060	+ 4	1056	0,4
Weifser Nil, Taufikia . . .	1 123 000	1050	20	1030	1,9
Albert-See, Wadelai	401 100	1220	59	1161	4,8
Viktoria-See, Jinja	253 300	1240	75	1165	6,0
Bahr el Gebel bis Gondokoro	457 600	1240	93	1147	7,5
Sobat	172 000	1000?	106	894?	10,6?
Atbara	98 000	1210	107	1103	8,0
Blauer Nil	237 800	1300	261	1039	20,1
Bahr el Gebel, Wadelai bis Gondokoro	56 500	1390?	336	1054?	24,2?
Bl. Nil, W. Nil u. Atbara zus.	1 458 800	1100	65	1035	5,9
Nil, Wadi Halfa	„	„	62	1038	5,6
Nil, Assuan	„	„	50	1050	4,5
Abessinien (Sobat, Bl. Nil u. W. Nil)	507 800	1180	179	1001	15,2

Verwundern könnte auf den ersten Blick die sehr grofse Verdunstungshöhe, die sich mit nur geringen Abweichungen um 1100 mm bewegt; doch ist dies dieselbe Zahl, die von A. Merz (A. Merz, Beiträge zur Klimatologie und Hydrographie Mittelamerikas. M. d. V. f. Erdkunde, Leipzig 1906) für Mittel-Amerika festgestellt ist. Diese Verdunstungshöhe bringt uns zum Verständnis der so eigentümlich anmutenden hydrographischen Verhältnisse des Nil.

Der Spiegel des Viktoria-Sees und der Bahr el Gebel von Gondokoro bis zur Mündung weisen eine negative Abflufshöhe auf, d. h. es findet ein Wasserverlust statt. Und doch müssen diese Gebiete zu den Abflufsgebieten gerechnet werden, da sie zur Regenzeit noch einen beträchtlichen Abflufs zustande bringen; nur läfst diesen die im Rest des Jahres am Wasserreichtum zehrende Trockenzeit nicht hervortreten.

Sehr bemerkenswert ist die geringe Abflufshöhe des gesamten nicht-abessinischen Nil. Mit 4 mm Abflufshöhe gehört er fast zu den abflufslosen Gebieten. Träte nur eine geringe Klimaänderung ein, so würde sie den Nil auf sein abessinisches Abflufsgebiet beschränken. Die ungeheuren

Verluste des äquatorialen Nil kann man sich klar machen, wenn man seine Wasserführung von 4,2 cbkm an der Mündung auf das Abflussgebiet von Gondokoro überträgt. Es ergibt sich dann für dieses Gebiet eine Abflusshöhe von 9 mm, also ein Verlust von 84 mm der ursprünglichen Höhe. Viel kleiner ist diese Verlustziffer beim gesamten Nil, indem vom Sudan bis Wadi Halfa nur 3 mm, bis Assuan nur 15 mm der ursprünglichen Abflusshöhe eingebüßt werden. Dies ist um so bemerkenswerter, als der Bahr el Gebel gegenüber dem Nil der Katarakte noch klimatisch begünstigt ist.

Die wichtigste Zahl der Tabelle II ist die Abflusshöhe des Blauen Nil. Mit 261 mm besitzt dieser Strom einen höheren Abfluss als durchschnittlich die mitteleuropäischen Ströme. Der Abfluss von ganz Abessinien, 179 mm, kommt ihnen etwa gleich.

Vergleicht man die Niederschlags- mit den Abflusshöhen, so sieht man zwar, daß beide etwa gleichmäßig ansteigen; doch sind für die Niederschlagsintervalle von 900 bis 1250 mm die Verhältnisse recht unregelmäßig, worin in erster Linie der Unterschied der Hochländer und Flachländer zum Ausdruck kommt. Hieraus erhellt, daß es nicht möglich ist, für die Grenzen der Abfluß- und Trockengebiete eine Kurve zu entwerfen, die die Abflusshöhe bei steigendem Niederschlag angibt.

Die Abtragung: Zahlreiche Messungen der im Wasser enthaltenen festen und gelösten Stoffe verschaffen uns einen recht interessanten Überblick über die Abtragung im Gebiete des Nil und die Beteiligung der einzelnen Flüsse. Da der Bodentransport nicht meßbar ist, müssen wir wenigstens für den Blauen Nil annehmen, daß die Gesamtabtragung etwas zu gering berechnet ist. Eine zweite Schwierigkeit erwächst daraus, daß die Flüsse außerhalb ihres Abflußgebietes noch erodieren und vom Winde verwehten Wüstensand mit verfrachten. Es sind darum für die „Abtragungsgebiete“ des Blauen Nil und Atbara die von Lyons berechneten Einzugsgebiete benutzt, für den Weissen Nil und den gesamten Nil ist nur eine geringe Erhöhung des Abflußgebietes vorgenommen. (Wir lernen hiermit einen Unterschied kennen zwischen Einzugs-, Abfluß- und Abtragungsgebiet.)

Die Hauptresultate über die Abtragung sind in Tabelle III zusammengestellt. Es fällt sofort wieder die große Bedeutung des Blauen Nil auf. Er transportiert fast 12 mal soviel Material als der Weiße Nil und fast dreimal so viel als der Atbara. Bemerkenswerterweise stehen bei ihm die festen Materialien bei weitem im Vordergrund, was bei diesem jugendlichen Gebirgsfluß nicht weiter wundernimmt. Und die Verfrachtung dieses Materials, das den berühmten Nilschlamm Ägyptens liefert, findet fast ausschließlich während der Hochflut des Stromes im August und September

Tabelle III. Die Abtragung im Gebiet des Nil.

	Abtragungs- gebiet in qkm	Jährliche Abtragung in Mill. cbm		
		gesamt	fest	gelöst
Weißer Nil	1 200 000	2,1	0,6	1,5
Blauer Nil	331 500	24,1	21,0	3,1
Atbara	220 700	8,5	7,5	1,0?
W. N., Bl. N., Atb. zusammen	1 800 000	34,7	29,1	5,6
Nil bei Sarras	? ¹⁾	?	33,3	?
Nil bei Nag Hamadi	? ¹⁾	23,0	18,3	4,7

	Jährliche Abtragung in Mikromillimetern			Abtragung von 1 m in Jahren:		
	gesamt	fest	gelöst	gesamt	fest	gelöst
Weißer Nil	1,8	0,5	1,3	571 000	2 000 000	800 000
Blauer Nil	73	63	10	13 800	15 800	106 400
Atbara	39	34	5?	26 000	29 000	220 000?
W. N., Bl. N., Atb. zusammen	19	16	3	51 800	61 700	323 000
Nil bei Sarras	—	—	—	—	—	—
Nil bei Nag Hamadi	—	—	—	—	—	—

statt. Auf diese beiden Monate entfallen 86%, auf Juli und Oktober zusammen 13%, auf die übrigen acht Monate insgesamt 1% der Arbeitsleistung.

Ein ähnliches Bild wie der Blaue Nil weist der Atbara auf. Nur steht seine Gesamtleistung gemäß seiner geringeren Wasserführung hinter der des stärkeren Bruders zurück, wiewohl er diesen in bezug auf die in 1 cbm Wasser enthaltenen Sedimente weit zu übertreffen scheint. Der Gehalt an gelösten Stoffen ist beim Atbara nicht bekannt, die Werte sind nach denen des Blauen Nil interpoliert.

Ganz anders als die abessinischen Ströme ist der Weiße Nil geartet. Nicht nur, daß sein Gesamttransport weit hinter dem der Gebirgsströme zurücksteht, unterscheidet er sich von ihnen auch dadurch, daß die gelösten Stoffe bei ihm überwiegen. Er ist eben ein typischer Flachlandstrom. Die Sumpfgebiete im Unterlauf des Bahr el Gebel und im Mittellauf des Sobat fangen schon die meisten Sedimente auf, und was hier noch

¹⁾ Die Größe des Abtragungsgebietes wegen des Einflusses des Wüstenwindes unbestimmbar.

seinen Weg hindurch gefunden hat, das lagert der träge dahinfließende Weiße Nil in seinem von langgestreckten Inseln durchzogenen Bette ab.

Wie gering die Leistung des Weißen Nil ist, zeigt sich erst recht durch die Berechnung der in einem Jahr sich vollziehenden Erniedrigung des Abtragungsgebietes. Danach geht bei diesem Fluß die Abtragung bei weitem am langsamsten von allen bekannten Flüssen der Erde von statten. Wir erkennen hierin auch den Grund, warum die Abtragung des gesamten Nil, nur 19 Mikromillimeter jährlich, so weit hinter den übrigen Flüssen gleicher Breiten (südasiatische Flüsse 220 Mikromillimeter jährlich)¹⁾ und selbst hinter den mitteleuropäischen Flüssen (30 Mikrom. jährlich)¹⁾ zurücksteht. Der Blaue Nil und Atbara heben sich durch diese Berechnung noch weit stärker von dem Weißen Nil ab; es findet bei diesen Flüssen eine 40 mal, beziehungsweise 20 mal stärkere Abtragung statt.

Die Bestimmung der Zeit, die bis zur Abtragung von 1 m der Erdoberfläche vergeht, beleuchtet denselben Gegenstand von anderen Gesichtspunkten. Für das Verständnis der Erdgeschichte und die Morphologie der Erdoberfläche muß es von äußerster Wichtigkeit sein, feststellen zu können, daß es ein Gebiet von über 1 Million qkm auf der Erdoberfläche gibt, das, wenn keine anderweitigen Störungen eintreten, über einhalb Million Jahre gebraucht, um um 1 m erniedrigt zu werden.

Die Bestimmungen des Schlammgehalts bei Sarras am zweiten Katarakt und bei Nag Hamadi (am Knie des Nil unterhalb Keneh, Ober-Ägypten) sind die einzigen Zahlen für die Schlammablagerung in Ägypten, die einigermaßen der Kritik standzuhalten vermögen. Wir können ihnen entnehmen, daß zunächst im Kataraktengebiet eine Steigerung der Leistungsfähigkeit eingetreten ist, wie sie uns erklärlich erscheint in einem Gebiete verstärkter Erosionskraft. Auf dem Wege von Sarras bis Nag Hamadi hat der Fluß schon wieder fast die Hälfte seines Schlammes, 15 Millionen cbm, verloren. Da die Katarakte erst hinter Assuan aufhören, können wir annehmen, daß fast die gesamten Sedimente zwischen Assuan und Nag Hamadi, also in Ober-Ägypten, zur Ablagerung gelangen.

¹⁾ P e n c k, Morphologie der Erdoberfläche. Bd. I, S. 381, 382.