

## Mississippi und Rhein

Ein geologischer Vergleich

Von PAUL WOLDSTEDT, Bonn

Mit 3 Abbildungen im Text

**Zusammenfassung.** Mississippi und Rhein waren beide Haupt-Urstromtäler der pleistozänen Vereisungen. Beide haben ausgeprägte Deltas entwickelt, die in ständig sinkenden Räumen liegen.

Die über 1200 m mächtige pleistozäne Schichtenfolge im Mississippi-Delta setzt sich aus mehreren Zyklen zusammen, die jeweils mit einem sandigen Sockel beginnen und mit feinsandig-tonigen Deckschichten enden. Sie verzahnen sich nach außen hin mit marinen Bildungen. Die Zyklen entsprechen dem Übergang von einer Eiszeit zu einer Interglazialzeit. Was sich aber weiter flußaufwärts als Terrasse über den jetzigen Talboden erhebt, ist wie, am Rhein gezeigt werden kann, jeweils nur der eiszeitliche Sockel eines Aufschüttungs-Zyklus. So sind die eigentlichen Terrassen im Mittellauf des Mississippis, wie beim Rhein, glazialen und nicht interglazialen Alters.

**Abstract.** Mississippi and Rhine are both the main drainage systems of the Pleistocene glaciations. Both they have developed big deltas, which are situated in steadily subsiding areas. The mighty Pleistocene succession of the Mississippi Delta, more than 1200 m thick, consists of several cycles. Each begins with a sandy base and ends with silt and clay. They interfinger with marine Gulf-sediments. Each cycle corresponds to the time-span from a glacial maximum to an interglacial. But the terraces which further upstream rise over the alluvial plain of the Mississippi, correspond only to the sandy base of the deltaic accumulations. This can be shown in the Rhine mouth area. So the terraces above the mouth area are glacial, not interglacial, in age.

Während der ganzen pleistozänen Eiszeiten war der Mississippi der große Urstrom, der die Schmelzwässer des nordamerikanischen Inlandeises dem Weltmeer zuführte. In Europa spielte eine ähnliche Rolle der Rhein, und zwar nicht nur in den großen Vereisungen, sondern auch während der Letzten Eiszeit, wo ihm durch die Elbe, seinen damaligen größten Nebenfluß, die Schmelzwässer des nordeuropäischen Inlandeises zuflossen. Dazu kam noch ein Teil der Schmelzwässer der alpinen Vergletscherung. So zeigen beide Flüsse große Ähnlichkeiten. Beide haben ihre Hauptentwicklung im Pleistozän gehabt. Ganze Systeme von Terrassen sind als Zeugen dieser Geschichte noch vorhanden. Beide haben ein ausgeprägtes Delta entwickelt, das in einem ständig sinkenden Raume liegt. So ergeben sich weitgehende Parallelen in der Geschichte dieser beiden Flüsse, die im folgenden etwas näher ausgeführt werden sollen<sup>1)</sup>.

Das untere Mississippi-Gebiet. Das riesige Gebiet zwischen den Rocky Mountains und den Alleghanies muß schon im Tertiär, zum mindesten im Jüngeren, zum Golf von Mexico hin entwässert haben. So wurden im Golfrandgebiet im Laufe langer Zeiten riesige fluviatil-deltaische Bildungen aufgehäuft. Sie sanken allmählich ein am Rande der mächtigen Golf-Geosynklinale, deren Bildung heute noch weiter geht. So liegen heute im Deltagebiet die ältesten Schichten unten und werden von den jüngeren bedeckt. Nach N aber heben sich die älteren Schichten heraus und liegen, je weiter von der Küste entfernt, umso höher über den jüngeren Bildungen. Wir haben somit die gleiche Erscheinung, wie wir sie vom Niederrhein her kennen (vgl. Abb. 18 in WOLDSTEDT 1958) und wie sie offenbar an vielen großen Deltas zu beobachten ist.

Eine „präglaziale“ Ablagerung, die weite Gebiete in Kentucky, Illinois und Missouri

<sup>1)</sup> Bei meinen vergleichenden Untersuchungen im Quartär Nordamerikas wurde ich im unteren Mississippi-Gebiet besonders von HAROLD N. FISK und seinen Mitarbeitern in Houston, Texas, im oberen Mississippi-Gebiet von JOHN C. FRYE, H. B. WILLMANN — beide in Urbana, Ill. — und von zahlreichen anderen amerikanischen Quartärgeologen unterstützt. Schon im Jahre 1928 hatte ich in diesem Gebiet größere Exkursionen mit MORRIS M. LEIGHTON, Urbana, ausgeführt. Allen Genannten, sowie vielen hier nicht Genannten sei mein herzlicher Dank für diese Hilfe ausgesprochen.

mit einer mittleren Mächtigkeit von ca. 15 m einnimmt, ist der sog. Lafayette-Gravel. Er ist nach P. E. POTTER (1955) aufzufassen als Bildung riesiger Schwemmkegel, die vom Mississippi, Cumberland-Ohio und Tennessee gemeinsam aufgeschüttet wurden. Das Material der Gerölle besteht aus Hornstein und Kieselschiefer („chert“), Sandstein, Quarz und Quarzit, die vermengt sind mit Sand, Silt und Ton. Die Ablagerung bildet einzelne Erosions-Niveaus, die als Lancaster-, Smithland-Fläche usw. bezeichnet werden. Die Bildung ist älter als die älteste Eiseninvasion in dies Gebiet (Nebraskan) und muß identisch sein mit dem, was im Mississippi-Mündungsgebiet als Citronelle-Schichten bezeichnet wird (vgl. auch J. A. DOERING 1958).

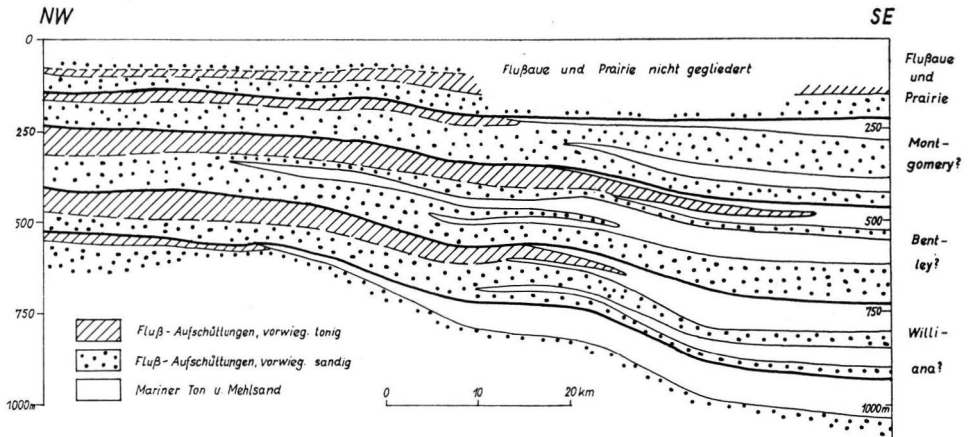


Abb. 1. Schematisches Profil durch das Mississippi-Delta zwischen St. John und Bay Marchand Field nach AKERS & HOLCK (1957). Weitere Erläuterung im Text.

Das gewaltige Mississippi-Delta hat nach Untersuchungen von R. J. RUSSELL (1940) und A. C. LAWSON (1942) eine Mächtigkeit von 10–12 000 m, die sich wahrscheinlich in sehr langer Zeit (seit Kreide oder Alttertiär?) bei ganz langsamer isostatischer Absenkung des Untergrundes angehäuft haben. Im Pleistozän wurde die Delta-Aufschüttung 4–5mal unterbrochen, bzw. weiter nach auswärts verlegt infolge des eiszeitlichen Absinkens des Meeresspiegels. Bei wieder ansteigendem Meeresspiegel kam es dann zu Transgressionen, die sich in die sandigen Deltabildungen einschalteten. Abb. 1 (nach AKERS & HOLCK 1957) gibt ein vereinfachtes Bild der Schichten am äußeren Ende des Mississippi-Deltas. Die marinen Schichten, die hier bereits über die kontinentalen Sande und Tone überwiegen, nehmen landeinwärts verhältnismäßig rasch ab, um allmählich ganz auszukeilen oder in nicht marine Tone und Mehlsande überzugehen.

Die Basis des Pleistozäns kann in dieser äußeren Region des Mississippi-Deltas nach AKERS & HOLCK bei etwa 4 200 Fuß, d. h. bei ca. 1300 m unter dem Meeresspiegel angenommen werden. Eine sichere Abgrenzung gegenüber dem Pleistozän ist hier allerdings nicht möglich.

Wo dagegen weiter nördlich die älteren Schichten unter den jüngeren herauftauchen, ergibt sich nach J. A. DOERING (1956) und anderen, daß als älteste pleistozäne die Citronelle-Schichten gelten können. Sie sind fluviatiler Entstehung und erreichen im Küstenrandgebiet eine Mächtigkeit bis zu 50 m. Die unteren 20 m sind vorwiegend kiesig; dann folgt eine ebenso mächtige sandige Abteilung, über der 5–10 m tonig-feinsandige Bildungen liegen. Es zeigt sich also genau derselbe Aufbau wie bei allen jüngeren, sicher pleistozänen Abteilungen: jeweils folgt über einem größeren Sockel eine feinere obere Abteilung. Nach DOERING (1956), FISK & McFARLAN (1955) und anderen sind die in Tab. 1 angegebenen Schichtpakete zu unterscheiden. Die Citronelle-Schichten

sind nach DOERING (1958) „präglazial“ (ob sie, wie SPRINGFIELD & LAMOREAUX (1957) annehmen, doch noch in das Pliozän gehören, muß offen bleiben). Jedes Schichtpaket entspricht nach den genannten Verfassern einem vollen Zyklus von einer Kalt- zu einer Warmzeit. Die von den Autoren angenommene Einordnung der verschiedenen Aufschüttungen ist aus der Tabelle zu ersehen.

Tabelle 1

Übersicht über die Aufschüttungen usw. im Mississippi-Mündungsgebiet nach J. A. DOERING (1956)<sup>2)</sup> und FISK & MCFARLAN (1955)

Bezeichnung		Gefälle		Alter
nach FISK & MCFARLAN 1955	nach DOERING 1956	nach DOERING		nach DOERING u. FISK
		Fuß je Meile	Meter je km	
Mississippi-Talae		0,3	0,06	Recent
Prairie	Holloway-Prairie	1,0	0,2	Mid-Wisconsin
Montgomery	Eunice	1,5	0,3	Sangamon
Bentley	Oberlin	3,2	0,6	Yarmouth
Williana	Lissie	5	1,0	Aftonian
	Citronelle	15—20	3—4	Preglacial

Die einzelnen Schichtpakete zeigen im Küstengebiet ein ganz verschiedenes Gefälle nach Süden hin (vgl. Tab. 1), das mit dem Alter der Schichten zunimmt. Besonders kräftig ist der Unterschied im Gefälle zwischen den Citronelle- und den Williana-(Lissie-) Schichten, was jedenfalls auf einen größeren Altersunterschied hinweist.

Es entsteht nun die Frage, welches Alter diesen verschiedenen Aufschüttungen zukommt. H. N. FISK (1951) stellt die Prairie-Aufschüttung in eine „Peorian-Interglazialzeit“. Daß es eine solche in der nordamerikanischen Pleistozän-Stratigraphie gibt, wird von den meisten amerikanischen Quartärgeologen bezweifelt. Wohl scheint es ein länger dauerndes Wisconsin-Interstadial gegeben zu haben, das Sidney-Interstadial, das dem europäischen Göttweiger Interstadial entsprechen soll. Aber zweifellos war es kein echtes, warmes Interglazial, sondern ein Interstadial mit kühlerer Temperatur als in der Gegenwart. In welcher Höhe der Meeresspiegel in dieser Zeit lag, wissen wir nicht. Aber sicher lag er (beträchtlich?) unter dem gegenwärtigen.

Die älteren Aufschüttungen (Montgomery, Bentley usw.) werden dann (vgl. Tab. 1) in die älteren Interglazialzeiten gestellt. Daß ein interglaziales Alter für den jeweils jüngsten Teil der Aufschüttungen im Deltagebiet gilt, daran kann nicht gezweifelt werden. Es fragt sich aber, welches das genaue Alter der Aufschüttungsteile ist, die weiter nördlich als Terrassen aus der Mississippi-Talae auftauchen.

Über die Entwicklung und das Alter dieser Terrassen weiter mississippi-aufwärts gehen die Vorstellungen auseinander. Werden sie im Golfküstengebiet als interglazial angesehen, so sind im nördlichen Mississippi-Gebiet im wesentlichen nur glaziale Aufschüttungen bekannt, und zwar hauptsächlich nur solche aus den verschiedenen Stadien der Wisconsin-Eiszeit. Nur aus der Gegend von Natchez werden ältere Terrassenbildungen angegeben („Natchez-Formation“; CHAMBERLIN & SALISBURY 1906, S. 386, LEIGHTON & WILLMAN 1950, S. 614). Diese Natchez-Formation, die diskordant auf Lafayette-Kiesen liegt, zeigt neben aufgearbeitetem Lafayette-Material kristalline Gerölle, die aus dem nördlichen Vereisungsgebiet stammen. Da nach LEIGHTON & WILLMAN (1950) auf ihr noch mehrere Löss liegen, muß die Natchez-Formation altpleistozänen Alters (Nebraskan?) sein. Zu erwarten sind eigentlich noch viel mehr solche Aufschüttungen aus den älteren Vereisungen. Denn Mississippi-Missouri und Ohio waren, wie schon eingangs gesagt wurde, immer, auch in den älteren Vereisungen, die „Urstromtäler“, in denen die

<sup>2)</sup> In einer neuen Arbeit von DOERING (1958) wird eine andere Parallelisierung als hier angenommen.

Schmelzwässer während der äußeren Stadien abflossen. Bekannt ist darüber aber nur sehr wenig (vgl. hierzu auch A. C. TROWBRIDGE 1954). Offenbar liegt hier ein sehr komplizierter Ablauf vor mit zahlreichen Aufschüttungen, Einschneidungen usw., ein Ablauf, der noch weitgehend der Aufklärung bedarf. —

Auf jeden Fall kommen wir zu dem überraschenden Ergebnis, daß die Aufschüttungen im Mississippi-Mündungsgebiet als „interglazial“, im oberen Flußgebiet als „glazial“ aufgefaßt werden. Es kann aber dieselbe Aufschüttung nicht zugleich „glazial“ und „interglazial“ sein. Zur Klärung dieser Frage kann ein Vergleich mit dem Rhein dienen.

Mündungsgebiet des Rheines. Im Mündungsgebiet des Rheines betrachten wir zunächst nur die zwei jüngsten Aufschüttungen: die holozäne (d. h. die gegenwärtig-interglaziale) Flußauwe, und die letzteiszeitliche (glaziale) Niederterrasse. Das Verhältnis dieser beiden Aufschüttungen zueinander ist in Abb. 2 dargestellt.

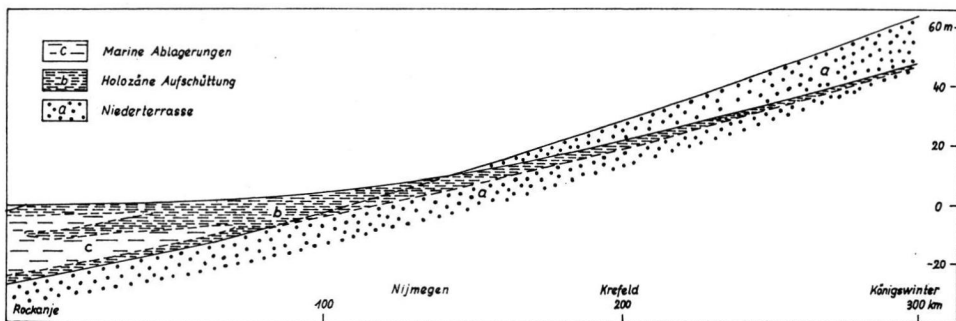


Abb. 2. Niederterrasse und Holozäne Aufschüttung im Niederrheingebiet zwischen Rockanje und Königswinter. Die Einschaltung der marinen Bildungen im Küstengebiet ist schematisch dargestellt.

Was zunächst die Niederterrasse angeht, so ist ihre Oberkante nach L. J. PONS (1954) eingezeichnet worden. An der Westküste bei Rockanje liegt sie bei etwa 24 m unter dem Meeresspiegel. Etwa an der deutsch-niederländischen Landesgrenze, in einer Höhe von rund 10—12 m ü.d.M., taucht die Niederterrasse unter dem Niveau der holozänen Aufschüttungen heraus. Weiter flußaufwärts ist die holozäne Flußauwe in die Niederterrasse eingeschnitten. Die Mächtigkeit der Niederterrasse beträgt im deutschen Niederrheingebiet 10—20 m. Zum Meere hin scheint sie allmählich abzunehmen; an der Küste liegt sie nach L. J. PONS bei 4—7 m. Möglicherweise nimmt die Mächtigkeit weiter nach außen hin noch mehr ab.

PONS berechnet den Meeresspiegel während des Würm-Maximums, indem er mit einem ständig abnehmenden Gefälle rechnet. Er kommt zu einem damaligen Meeresspiegel bei etwa 86 m unter dem gegenwärtigen. Das muß aber als Mindestzahl angenommen werden. Es ist nämlich nicht sicher, ob wirklich mit einem konstant abnehmenden Gefälle zu rechnen ist. Vielleicht herrschte im tiefsten Unterlauf des Niederterrasse-Rheines überhaupt keine Aufschüttung mehr, sondern Erosion. Dann hätten wir im tiefsten Teil sogar mit einem wieder zunehmenden Gefälle zu rechnen. 86 m unter dem gegenwärtigen Meeresspiegel wäre dann, wie schon gesagt wurde, eine Mindestzahl für den hocheiszeitlichen Meeresspiegel, für den wir wohl mindestens 100 m unter dem jetzigen annehmen können.

Die heutige Oberfläche der Niederterrasse ist aber nicht die hocheiszeitliche, die auf den tiefsten Stand des Meeresspiegels eingestellt war, sondern die spätest-eiszeitliche.

Wie W. AHRENS (1930) zuerst im Neuwieder Becken feststellte, läßt sich eine ältere Niederterrassestufe mit Auflage von Laachersee-Bims unterscheiden von einer jüngeren, die den Laachersee-Bims als Gerölle führt. Beide erreichen annähernd dasselbe Oberflächen-Niveau. Man muß also annehmen, daß auf die Aufschüttung der Älteren Niederterrasse, die nach FRECHEN & VAN DEN BOOM (1960) in mehreren Phasen während der

verschiedenen Würm-Stadiale vor sich ging, ein Einschneiden folgte, das wiederum von einer Aufschüttung abgelöst wurde. Diese jüngere Aufschüttung muß im wesentlichen in die jüngere Tundrenzeit gestellt werden.

Im eigentlichen Niederrheingebiet ist nach A. STEEGER (1954) die ganze dort meist etwa 6—10 m tief aufgeschlossene Niederterrasse durch Bimsführung ausgezeichnet. Sie müßte also der jüngeren Stufe des höher gelegenen Gebietes entsprechen, die flußabwärts dann die ältere Stufe überdecken würde. So stellt es auch H. W. QUITZOW (1956, S. 362) auf seinen Profilen dar. Daß auch die Aufschüttung der jüngeren Stufe spätestens um etwa 7500 v. Chr., d. h. in der Präborealzeit, abgeschlossen war, geht aus pollenanalytischen Untersuchungen hervor (vgl. z. B. H. NIETSCH 1940).

Es kann so angenommen werden, daß abgesehen von späteren Hochflutbildungen, der Aufbau der Niederterrasse mit dem Ende der Letzten Eiszeit abgeschlossen war. Die jüngere Niederterrasse mündete in das Weltmeer, dessen Spiegel damals von seiner tiefsten Lage bei ca. 100 m unter dem gegenwärtigen schon erheblich wieder angestiegen sein muß; er lag aber wohl immer noch tiefer als 24 m unter dem jetzigen, d. h. dem Niveau, in dem die Oberkante der Niederterrasse heute bei Rokanje an der gegenwärtigen Küste angetroffen wird.

Über der (jüngeren) Niederterrasse liegt im Rheinmündungsgebiet in den Niederlanden eine stärkere Aufschüttung, die von der Letzten Eiszeit ohne wesentliche Unterbrechung, aber unter Einschaltung mariner Bildungen, bis zur Gegenwart geht. Genau dasselbe stellen wir im Mississippi-Mündungsgebiet fest. Es sind Sande und Tone kontinentaler und mariner Herkunft, ferner — im Niederrheingebiet — auch Torfbildungen.

Bewegen wir uns nun aber flußaufwärts, so sehen wir, daß die letzteiszeitliche Aufschüttung sich von der holozänen trennt. Der Sand- und Kiessockel, der der eiszeitlichen Aufschüttung seine Entstehung verdankt, hebt sich heraus und erscheint als Terrasse neben und über der in sie eingeschrittenen holozänen Aufschüttung. Diese nimmt ihrerseits an Mächtigkeit flußaufwärts ab bzw. geht in Erosion über.

Ähnlich wie das Verhältnis der holozänen zur letzteiszeitlichen Aufschüttung haben wir uns die Dinge bei den älteren Terrassen zu denken. D. h. die warmzeitlichen (interglazialen) Aufschüttungen beschränken sich im wesentlichen auf das Mündungsgebiet, während das, was uns weiter oberhalb als Terrasse entgegentritt, die jeweiligen eiszeitlichen Sockel sind, die sich nach Süden, genau wie die Niederterrasse, herausheben. Wir betrachten im Folgenden ganz kurz diese einzelnen Aufschüttungen (vgl. hierzu u. a. H. W. QUITZOW 1956).

Da ist zunächst die sog. „Krefelder Mittelterrasse“ zu nennen. Sie steht im Alter zwischen der „Niederterrasse“ und der sog. „Jüngeren Mittelterrasse“. Über das Alter der „Krefelder Mittelterrasse“ ist zur Zeit eine besondere Untersuchung im Gange, der hier nicht vorgegriffen werden soll.

Es folgt dann die „Untere Mittelterrasse“, die weiter oberhalb auch vielfach als „Talwegterrasse“ bezeichnet wird. Für sie steht (vgl. besonders J. D. DE JONG 1956, U. REIN 1955, H. W. QUITZOW 1956) ein glaziales Alter fest, und zwar ist sie gleichaltrig mit dem 1. Hauptvorstoß („Drenthe“) der Saale-Vereisung (= Riss I).

Die nächstältere Aufschüttung ist die „Mittlere Mittelterrasse“ (gekennzeichnet durch starke Augitführung, die mit dem Eifel-Vulkanismus zusammenhängt). Ihr Alter ist dadurch näher festgelegt, daß sie einerseits auf deutschem Gebiet ein besonders starkes Gefälle zeigt, das offenbar auf einen verhältnismäßig tiefen Meeresspiegel eingestellt war, und andererseits älter sein muß als das Holstein-Interglazial („Mindel/Riß“). Denn dieses ist in der Krefelder Gegend über den Schottern der Mittleren Mittelterrasse angetroffen worden. Danach kann diese Aufschüttung spätestens in den Ausgang der Elster- oder Mindel-Eiszeit gestellt werden. Es folgt die „Obere Mittelter-

rasse“, die man dann nur in einen früheren Abschnitt der Mindel-Eiszeit stellen kann, schließlich die „Hauptterrasse“, für die ein Günz-Alter in Frage kommt, und zuletzt die „Oberterrasse“ oder „Ältere Hauptterrasse“, die vielleicht in die Brüngen- (=Donau-)Kaltzeit gehört.

Tabelle 2

Mittleres Gefälle der Rheinterrassen zwischen Andernach und Nimwegen (‰; abgerundet)			
Rhein-Talau	0,22‰	Ob. Mittelterrasse	0,7‰
Niederterrasse	0,33‰	Hauptterrasse	1,0‰
Unt. Mittelterrasse	0,4 ‰	Oberterrasse	1,2‰

Tab. 2 zeigt das durchschnittliche Gefälle der Rheinterrassen zwischen Andernach und Nimwegen. Die Werte sind für die meisten Terrassen nur unwesentlich größer als für die entsprechenden Mississippi-Terrassen. Williana- und Hauptterrasse zeigen das gleiche Gefälle von 1‰. Das Gefälle der Oberterrasse ist nur wenig größer als das der Hauptterrasse. Das steht im Gegensatz zu dem abnorm hohen Gefälle der Citronelle-Schichten. Auf der anderen Seite ist das Gefälle der Rhein-Talau (mit 0,22‰) mehrmals so groß wie das der Mississippi-Talau.

Jedenfalls, das muß festgehalten werden, haben wir im deutschen Niederrheingebiet zwischen Krefeld und Königswinter von der Unteren Mittelterrasse ab nach oben nur Aufschüttungen, die allgemein als glazialzeitlich aufgefaßt werden (vgl. hierzu auch K. H. KAISER 1958). Wohl sind einzelne warmzeitliche Ablagerungen gelegentlich im nördlichen deutschen Niederrheingebiet angetroffen worden. Weiter südlich aber fehlen alle solchen interglazialen Bildungen<sup>3)</sup>.

Solche sind dagegen im holländischen Niederrheingebiet in Aufschlüssen und zahlreichen Bohrungen nachgewiesen. Auch bei den älteren Aufschüttungen muß das Verhältnis: warmzeitlich zu kaltzeitlich ähnlich gewesen sein wie bei der wärmzeitlichen Niederterrasse und der holozänen Aufschüttung. Im Mündungsbereich schaltet sich also jeweils zwischen die glazialzeitlichen Aufschüttungen — soweit nicht überhaupt glazialzeitliche Erosion herrschte — eine warmzeitliche ein. Sie geht aber offenbar durchweg nicht hoch herauf; sonst müßten wir sie ja weiter oberhalb zwischen den glazialzeitlichen Terrassen finden. Im einzelnen werden die warmzeitlichen Aufschüttungen sehr verschieden weit heraufreichen. Man kann nicht annehmen, daß sie zu allen Zeiten gleich weit gingen.

Im Mündungsgebiet des Rheines sind weiter — genau wie im Mississippi-Gebiet — die marinen interglazialen Bildungen beteiligt, d. h. die Absätze des Eem- und Holstein-Meeres, sowie die der Icenian-Transgression (vgl. hierzu A. BROUWER 1956).

Folgerungen. Kehren wir zum Mississippi zurück, so werden wir dort die Dinge genau so deuten müssen, wie dies am Rhein geschehen ist. FISK betont zwar mit Recht, daß die Schichtenfolge im eigentlichen Deltagebiet mit den einzelnen Sandsockeln, denen jeweils die Tonaufgabe folgt, Aufschüttungen darstellen, die von einer Kaltzeit bis in eine Warmzeit gehen. Was sich aber weiter oberhalb als Terrasse heraushebt, das ist der eiszeitliche Sandsockel, während die interglazialen feinsandig-tonigen Bildungen auf das Mündungsgebiet beschränkt bleiben.

Dementsprechend müssen die Terrassen im Mississippi-Tal oberhalb des Mündungsgebietes als eiszeitlich, nicht als interglazial aufgefaßt werden.

Wir müssen also — und das wird für zahlreiche, wenn nicht alle Flußsysteme gelten —

<sup>3)</sup> Warmzeitliche (interglaziale) Aufschüttungen scheinen erst weiter südlich wieder aufzutreten. Hierher gehören die Hangenbietenener und Mauerer Sande im Oberrheingebiet, ferner ein Teil der Mosbacher Sande im Mainzer Becken. Sie setzen sich noch etwas in das Mittelrheintal fort, sind aber dann nicht mehr zu erkennen. Auch von Kärlich sind warmzeitliche Säuger aus der dortigen Hauptterrasse angegeben worden. Doch ist der genaue Fundhorizont nicht bekannt (Basis oder Oberfläche der Hauptterrasse?).

mit zwei Arten von Aufschüttungen rechnen: einer glazialen, die für den größten Teil des Flußbereiches gilt, und einer interglazialen, die im Wesentlichen auf den Mündungsraum beschränkt bleibt. In diesem, gelegentlich anscheinend auch in einem etwas höheren Bereich, kommt es zu Interferenzen zwischen den beiden Aufschüttungen, wie ich dies früher bereits darzulegen versucht habe (WOLDSTEDT 1952b, vgl. auch A. BROUWER 1955).

Tabelle 3

Vergleich der Mississippi- und Rhein-Terrassen oberhalb der Mündungsgebiete

Mississippi	Rhein	Alter
Prairie (Holloway-Prairie)	Niederterrasse	Würm (Wisconsin)
Montgomery (Eunice)	Untere Mittelterrasse	Riß (Illinoian)
Bentley (Oberlin)	Obere Mittelterrasse	Mindel (Kansan)
Williamina (Lissie)	Hauptterrasse	Günz (Nebraskan)
Citronelle ?	Oberterrasse	Donau ? („Preglacial“)

Tab. 3 zeigt einen Vergleich der Mississippi- und Rhein-Terrassen. Es wird dabei davon ausgegangen, daß die Prairie-Terrasse des Mississippi der (Älteren) Niederterrasse des Rheines entspricht. Es wäre möglich, daß die Sicily-Island-Terrasse des Mississippi der Jüngeren Niederterrasse des Rheines entsprechen könnte; doch ist das nur eine Vermutung, die einer Nachprüfung bedarf. Die geologische Stellung der älteren Rheinterrassen ist, wie oben ausgeführt wurde, heute weitgehend geklärt (vgl. auch die Zusammenfassung bei WOLDSTEDT 1958, S. 56, 61, 438). Trifft die hier vorgenommene Gleichstellung der Terrassen zu, so würde sich ein entsprechendes Alter für die Mississippi-Terrassen ergeben. Unsicher bleibt dabei die Stellung der Citronelle-Schichten, die möglicherweise doch noch älter sind.

Wie eingangs schon ausgeführt wurde, münden beide großen Flüsse in ein in ständiger Senkung begriffenes Gebiet. So kommt es zu den bekannten Terrassen-Kreuzungen oberhalb des eigentlichen Deltagebietes: unterhalb liegen die ältesten Aufschüttungen zutiefst, oberhalb steigen sie als Terrassen am raschesten an (vgl. die Profile bei DOERING 1958, Abb. 8 und 9).

Die Frage, wie weit die Absenkung im Deltagebiet tektonisch, wie weit sie isostatisch — durch Belastung mit Sedimenten — bedingt ist, soll hier nicht untersucht werden. Es sei lediglich erwähnt, daß der Betrag der Absenkung im Rheinmündungsgebiet (mit bis 600 m im Quartär) etwa halb so groß ist wie im Mississippi-Delta (mit etwa 1300 m).

In Abb. 3 ist ein schematisches Profil gezeichnet worden, in dem die interglazialen Meeresterrassen, wie sie in Georgia, Florida und Alabama entwickelt sind, in Beziehung gesetzt werden zu den entsprechenden Flächen im Mississippi-Delta. Diese sind, wie wir

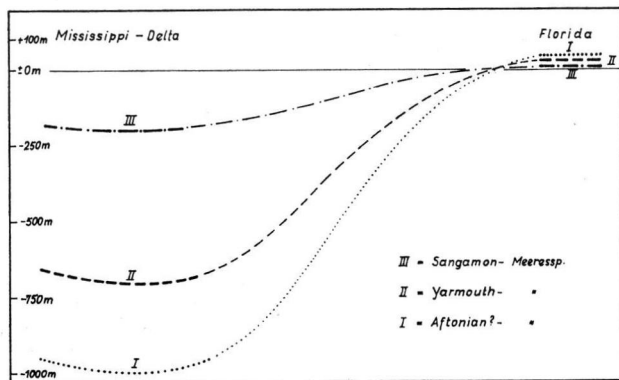


Abb. 3. Schematische Skizze, die Herabbiegung der interglazialen Meeresspiegel unter dem Mississippi-Delta verdeutlichend,

sahen, umso stärker abgesenkt, je älter sie sind. Nehmen wir für die Okefenokeefläche (vgl. WOLDSTEDT 1960) ein Aftonian-Alter an, so liegt die gleichaltrige interglaziale Fläche am äußersten Punkte des Mississippi-Deltas nach AKERS & HOLCK (1957, Taf. 1) in rund 1000 m unter dem Meeresspiegel. Die Wicomico-Fläche liegt in Florida und Alabama in rund 30 m ü.d.M., im Mississippi-Delta in rund 700 m unter d. M. usw. Im Prinzip haben wir also genau das gleiche Bild, wie ich es früher einmal für das Rhein-Delta gezeichnet habe (WOLDSTEDT 1952a).

#### Schriften-Nachweis

- AHRENS, W.: Die Trennung der „Niederterrasse“ am Mittel- und Niederrhein in einen diluvialen und einen alluvialen Teil auf Grund der Geröllführung. - Z. deutsch. geol. Ges. 82, S. 129-141, Berlin 1930.
- AKERS, W. H., & HOLCK, A. J. J.: Pleistocene beds near the edge of the continental shelf, Southeastern Louisiana. - Bull. geol. Soc. America 68, S. 983-992, 1957.
- BROUWER, A.: Thalassostatic Terraces and Pleistocene Chronology. - Leidse geol. Mededel. 20, S. 22-33, Leiden 1955. - Pleistocene Transgressions in the Rhine Delta. - Quaternaria 3, S. 83-90, Rom 1956.
- CHAMBERLIN, T. C., & SALISBURY, R. D.: Geology, Bd. III, New York 1906.
- DOERING, J. A.: Review of Quaternary surface formations of Gulf Coast region. - Bull. amer. Ass. Petr. Geol. 40, S. 1816-1862, Tulsa 1956. - Citronelle age problem. - Ibidem 42, S. 764-786, 1958.
- FISK, Harold N.: Loess and Quaternary Geology of the Lower Mississippi Valley. - J. Geol. 59, S. 333-356, Chicago 1951.
- FISK, H. N., & MCFARLAN, E., Jr.: Late Quaternary Deltaic Deposits of the Mississippi River. - Geol. Soc. Amer., Spec. Paper 62, S. 279-302, 1955.
- FRECHEN, Josef, & VAN DEN BOOM, Günter: Die sedimentpetrographische Horizontierung der pleistozänen Terrassenschotter im Mittelrheingebiet. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. 4, Krefeld 1960 (im Druck).
- DE JONG, J. D.: Sedimentpetrographische Untersuchungen in Terrassenschottern im Gebiet zwischen Krefeld und Kleve. - Geol. en Mijnbouw (N.S.) 18, S. 389-394, 1956.
- KAISER, Karlheinz: Wirkungen des pleistozänen Bodenfrostes in den Sedimenten der Niederrheinischen Bucht. - Eisz. u. Geg. 9, S. 110-129, Öhringen 1958.
- LAWSON, A. C.: Mississippidelata - a study in isostasy. - Bull. geol. Soc. Amer. 53, S. 1231-1254, Washington 1942.
- LEIGHTON, M. M., & WILLMAN, H. B.: Itinerary of field conference. Late Cenozoic geology of Mississippi Valley, southeastern Iowa to central Louisiana. - Illinois Geol. Survey, Urbana 1949. - Loess formations of the Mississippi Valley. - J. Geol. 58, S. 559-623, Chicago 1950.
- NIETSCH, H.: Pollenanalytische Untersuchung auf der Niederterrasse bei Köln. - Z. deutsch. geol. Ges. 92, S. 350-364, Berlin 1940.
- PONS, L. J.: Het fluviatile Laagterras van Rijn en Maas. - Boor en Spade 7, S. 97-110, Utrecht 1954.
- POTTER, P. E.: Petrology and origin of the Lafayette gravel. - J. Geol. 63, S. 1-38, Chicago 1955.
- QUITZOW, H. W.: Die Terrassengliederung im niederrheinischen Tieflande. - Geol. en Mijnbouw (N.S.) 18, S. 357-373, 1956.
- REIN, Ulrich: Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland 1. - Eisz. u. Geg. 6, S. 16-24, Öhringen 1955.
- RUSSELL, R. J.: Quaternary history of Louisiana. - Bull. geol. Soc. Amer. 51, S. 1199-1234, 1940.
- STRINGFIELD, V. T., & LAMOREAUX, P. E.: Age of the Citronelle formation in Gulf Coastal Plain. - Bull. amer. Ass. Petrol. Geol. 41, S. 742-746, Tulsa 1957.
- STEEGER, Albert: Weitere Beobachtungen über das Vorkommen von Bimsstein in den jüngsten Rheinterrassen des unteren Niederrheins. - Geol. Jb. 69, S. 387-390, Hannover 1954.
- TROWBRIDGE, A. C.: Mississippi River and Gulf Coast terraces and sediments as related to Pleistocene history - a problem. - Bull. geol. Soc. Amer. 65, S. 793-812, 1954.
- WOLDSTEDT, Paul: Interglaziale Meereshochstände in Nordwest-Europa usw. - Eisz. u. Geg. 2, S. 5-12, Öhringen 1952 [1952a]. - Probleme der Terrassenbildung. - Ibidem, S. 36-44, Öhringen 1952 [1952b]. - Das Eiszeitalter, 2. Aufl., Bd. II, 438 S., Stuttgart (F. Enke) 1958. - Alte Strandlinien des Pleistozäns in Nordamerika und Europa. - Dieser Band, S. 12-19, 1960.

Mskr. eingeg. 15. 4. 1960

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. Paul Woldstedt, Bonn, Argelanderstraße 118.