

## Interglaziale marine Strände in Australien

(Berichte über eine Reise zum Studium des Pleistozäns auf der Südhalbkugel II)

Von PAUL WOLDSTEDT, Bonn, z. Zt. Perth, West-Australien

Mit 1 Abbildung im Text

**Zusammenfassung.** Australien als ein verhältnismäßig stabiles Gebiet der Erdkruste bietet günstige Möglichkeiten zum Studium der interglazialen Meereshochstände. Ganz besonders ist dies im südöstlichen Teil von Süd-Australien und im angrenzenden Victoria, weiter auch in Tasmanien der Fall. Die alten Strände dieser Gebiete werden kurz betrachtet, besonders solche aus dem Südostteil von Süd-Australien. Die Faunen dieser alten marinen Hochstände der Südhalbkugel waren warm, nicht kalt. Sie gehören zu Interglazialen, die auf beiden Halbkugeln gleichzeitig waren. Die Bedeutung der alten Strände für stratigraphische Fragen des Pleistozäns wird betont.

**Abstract.** Australia is in wide parts a fairly stable area of the earth-crust. So it is a suitable region for studying the old interglacial high sea-levels. The "raised" beaches of the South-East of South-Australia, the adjoining parts of Victoria and of Tasmania are critically reviewed. The faunas of the old high sea-levels of the Southern Hemisphere were warm, not cold. So they must belong to interglacials, which were contemporaneous on both hemispheres. The importance of the old ocean-levels for stratigraphic purposes is emphasized.

Die Frage der interglazialen marinen Strände ist in den letzten Jahrzehnten viel diskutiert worden. Es hat sich gezeigt, daß trotz mancher dagegen geäußelter Bedenken die Existenz bestimmter Niveaus nicht geleugnet werden kann. Am stärksten hat sich F. ZEUNER (zuletzt 1959) für das Vorhandensein dieser Niveaus eingesetzt.

Auf einer Reise zum Studium des Pleistozäns auf der Südlichen Halbkugel war es mir möglich, einen großen Teil der alten marinen Strände in Australien (und Neuseeland) kennen zu lernen. Zahlreiche Fachgenossen aus den in Frage kommenden Gebieten haben mich dabei unterstützt. Ihnen allen, ganz besonders den Herren E. D. GILL, Melbourne, und P. HOSSFELD, Adelaide, möchte ich für ihre Hilfe herzlich danken. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die die Reise mit einem namhaften Betrag unterstützte, bin ich zu größtem Dank verpflichtet.

### 1.

Eine weltweite Verbreitung hat insbesondere das von ZEUNER als "Late Monastirian" bezeichnete Niveau in etwa 7-8 m ü.d.M. Es ist offenbar dasselbe, das M. GIGOUT (1949) als Ouljien bezeichnet hat. Es gehört überall, wo es festgestellt worden ist, d. h. in Marokko, Nordamerika (Ostküste), Westeuropa usw., in die Letzte Interglazialzeit (Eem, Sangamon usw.), und zwar anscheinend in deren späteren Abschnitt. In Australien ist als hierher gehörig die besonders von E. D. GILL (1956 u. a.) in Victoria verfolgte Strandfläche in etwa 25 Fuß ü.d.M. zu nennen. Sie enthält als charakteristische Molluskenart die marine Schnecke *Ninella torquata*, eine Form, die heute in Victoria nicht mehr vorkommt. Eine C<sup>14</sup>-Bestimmung (mit Schalen von *Ninella torquata*) ergab nach GILL ein Alter von „mehr als 35 000 Jahren“.

Die Strandbildungen mit den genannten Mollusken sind verwittert und oxydiert; in sie sind außerdem tiefe Flußrinnen eingeschnitten, die wiederum mit jungen, unverwitterten marinen Bildungen angefüllt sind. Letztere gehen bis höchstens 10 Fuß ü.d.M. herauf. In dieser Höhe findet sich in Australien eine weitverbreitete junge Strandfläche — so in Victoria, in West-Australien, bei Sydney usw. —, in der die wärmeliebende Muschel *Anadara trapezia* nochmals auftritt. Nach C<sup>14</sup>-Bestimmungen gehört diese junge 10-Fuß-Terrasse in das postglaziale Klima-Optimum. Das tiefe Einschneiden von Rinnen zwischen den beiden Stränden deutet auf den kräftig (ca. 100 m?) abgesenkten Meeresspiegel der letzten Eiszeit. Nach C<sup>14</sup>-Bestimmungen (Holz von *Eucalyptus camaldulensis*) war vor ca. 9 000 Jahren der Meeresspiegel noch nicht höher als — 73 Fuß (22,3 m) (GILL 1956).

Rh. FAIRBRIDGE (1954) glaubt, außer diesem Strand in 10 Fuß Höhe noch zwei jüngere, und zwar in 5-6 und 2-3 Fuß Höhe, feststellen zu können. Sie sind im Gelände nicht immer leicht zu erkennen.

Nicht alle Strände in 10 Fuß ü.d.M. sind jedoch postglazial. Nach E. D. GILL (1956) muß ein Strand in dieser Höhe bei Two Mile Bay, westl. Port Campbell, Victoria, älter sein. Nach der C<sup>14</sup>-Bestimmung („älter als 30 000 Jahre“) gehört dieser Strand noch in die Letzte Interglazialzeit.

Wenn in einem tektonisch nicht gestörten Gebiet, wie es z. B. in Amerika die Ostküste der Vereinigten Staaten oder in Australien die Westküste und weite andere Küstenbereiche sind, eine marine Terrasse in 7-8 m (25 Fuß) ü.d.M. auftritt, dann handelt es sich um den Meeresstrand der späteren Letzten Interglazialzeit. Dieser ist auch auf der Südhalbkugel mit einer warmen Fauna verbunden, muß also auch hier interglazial sein. Es geht daraus hervor, daß die Eis- und Interglazialzeiten auf beiden Halbkugeln gleichzeitig gewesen sein müssen. Wäre für die interglazialen marinen Hochstände der Welt allein das Abschmelzen der großen nordhemisphärischen Inlandeise maßgebend, so müßten, wenn die Vereisungen auf den Halbkugeln alternierten, die marinen Hochstände auf der Südhalbkugel mit kalten, nicht mit warmen Faunen verknüpft sein.

Die 25-Fuß-Terrasse ist an einem großen Teil der Küsten Australiens (einschließlich Tasmaniens) entwickelt. Sie ist eine synchrone Fläche, die als Basis für weitere stratigraphische Verknüpfungen dienen kann.

## 2.

Wesentlich schwieriger liegen die Dinge bei den höheren und älteren marinen Stränden. Es gibt aber einzelne besonders stabile Gebiete der Erdoberfläche, in denen mehr oder weniger vollständige Terrassentreppen entwickelt sind. Hierzu gehören z. B. Teile der atlantischen Küsten Nordamerikas, Marokkos und Portugals, Teile des östlichen Mittelmeerraumes usw., besonders aber ein in seiner Art wohl einzigartiges Gebiet im Südosten von Süd-Australien. Hier sind in einem bis 100 km breiten Streifen hinter der Küste zahlreiche Ketten verfestigter Dünen entwickelt, die mehr oder weniger der heutigen Küste parallel laufen (vgl. Abb. 1). Die im südlichen und mittleren Teil vorwiegend aus kalkigen Bildungen (zerriebenen Molluskenschalen u. dgl.) bestehenden Dünen sind meist zu einem festen Äolianit geworden, wie er auch im Mittelmeergebiet vielfach auftritt. Die Verfestigung geschieht in feuchteren Zeiten durch absteigende Sickerwässer, die oben Kalk auflösen und ihn weiter unten wieder ablagern. In trockenen Zeiten ist aber auch die entgegengesetzte Wasserbewegung vorhanden, die den Kalk oben zu einer festen Kruste absetzt; es entstehen die sog. Kunkarbildungen. Im Großen gesehen, ist die Entstehung der Äolianite in den feuchteren Zeiten (Pluvialen) vor sich gegangen. Die Entstehung der Kunkar-Krusten muß aber in den trockenen Zeiten, d. h. in den wärmsten Zeiten der Interglaziale, erfolgt sein. Die bei der Verwitterung der Äolianite an der Oberfläche zurückbleibenden Quarzsande sind später vielfach weiter verweht worden. Die Dünenketten erreichen relative Höhe von 30 m.

Die östlichste dieser verfestigten Dünenketten ist die East Narracoorte Range, deren Basis im Süden des Gebietes bei ca. 75-78 m ü.d.M. liegt. Nicht weit westlich davon ist die West Narracoorte Range mit einer nur wenig niedrigeren Basis vorhanden. Weiter nach Norden verschmelzen beide Rücken. Nach P. HOSSFELD (1950) liegt noch weiter im Norden die West Narracoorte Range östlich der East Narracoorte Range (entsprechend einer späteren, nach N zunehmenden Senkung dieses Gebietes — siehe unten!). Nach N. B. TINDALE (freundliche mündliche Mitteilung) dagegen sind beide auch im Norden weiter östlich in derselben Höhenlage und in derselben räumlichen Anordnung wie im Süden vorhanden. Nach Westen hin folgt ein ganzes System jüngerer

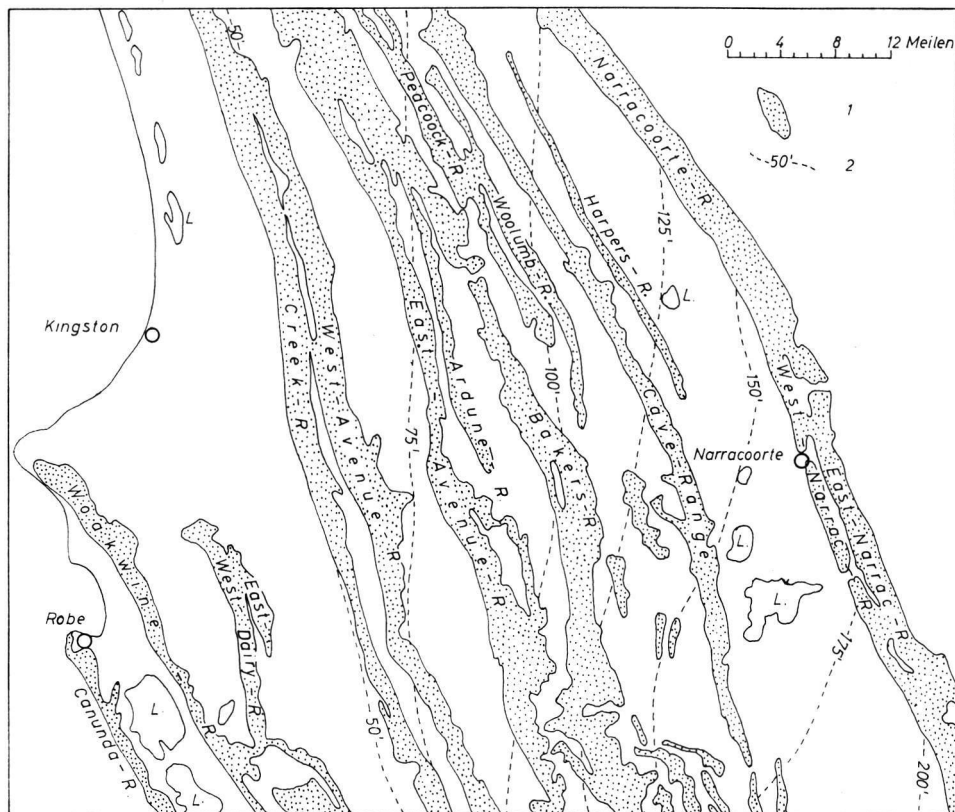


Abb. 1. Fossile Dünenketten (1) im Südostteil von Süd-Australien (nach P. HOSSFELD 1950).  
2 = Höhenkurven in Fuß; L = Binnenseen.

Dünenketten mit jeweils tieferer Basis. Die wichtigsten sind (von Osten nach Westen; vgl. Abb. 1) die Cave Range auf einer zwischen 49 und 62 m liegenden Basis, die Peacock-, Bakers- und East Avenue Range (Basis 45-32 m), die West Avenue Range (Basis 28-22 m), die Reedy Creek Range (Basis 15-19 m), und schließlich die Woakwine Range (Basis 7,5-9 m).

Daß es sich hier um alte marine Strände handelt, geht einwandfrei daraus hervor, daß sich in fast allen Niveaus marine Mollusken gefunden haben (die höchsten nach CROCKER & COTTON 1946 in ca. 70 m ü.d.M.). So liegt hier offenbar eine Küste vor, an der ziemlich alle interglazialen Hochstände des Pleistozäns registriert worden sind.

In bezug auf die Alterseinstufung dieser Terrassentreppe gehen die Ansichten allerdings erheblich auseinander. R. C. SPRIGG (1952) glaubt eine völlige Übereinstimmung mit der MILANKOVITCH-Kurve zu erkennen. Sämtliche Gipfel der Kurve, ob sie nun Interglaziale oder Interstadiale repräsentieren, treten nach SPRIGG's Ansicht als Strände in Erscheinung. Aber diese Übereinstimmung ist zu schön, um wahr zu sein.

Nach P. S. HOSSFELD (1950) sind fünf Gruppen von Stränden zu unterscheiden, jedesmal ein Hochstand, dem mehrere Halte beim jeweiligen Absinken des Meeresspiegels folgten.

Dieser Gedanke, daß in einer Interglazialzeit (bzw. in den Übergangszeiten zu den Glazialen) mehrere Strände mit entsprechenden Dünenrücken gebildet worden sind, dürfte grundsätzlich richtig sein. Das Absinken des Meeresspiegels von seinem höchsten Stande

in einer Interglazialzeit wird im allgemeinen nicht gleichmäßig erfolgt sein, sondern war von Stillständen oder kurzen Wiederanstiegen unterbrochen. In solchen Fällen müssen sich tiefere Strände und Dünenketten entwickelt haben. Sie konnten bei weiterem Absinken des Meeresspiegels erhalten bleiben und im Verlauf der Glazialzeit verfestigt werden.

Auch das Wiederansteigen des Meeresspiegels wird in Stufen erfolgt sein, und es müssen sich dabei Dünen gebildet haben. Die Bedingungen für ihre Erhaltung waren aber weit weniger günstig als bei absteigendem Meeresspiegel. Denn den Dünen blieb zu wenig Zeit zur Verfestigung, ehe der weiter ansteigende Meeresspiegel sie der Brandung aussetzte und überflutete.

So wird jede Zeit absteigenden Meeresspiegels (vom Höhepunkt eines Interglazials bis zum Minimum eines Glazials) eine ganze Treppe von Stränden und Dünenketten hinterlassen. Es können dabei die tieferen Strände einer früheren Interglazialzeit überlagert werden von solchen einer jüngeren, wie dies HOSSFELD angenommen hat. So bedarf es eingehender Untersuchungen über die Altersfolge der Strände. Es braucht nicht unbedingt ein tieferer Strand immer der jüngere zu sein. Er kann auch aus der vorhergehenden Zeit absteigenden Meeresspiegels stammen.

Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß die ältesten marinen Strände des Pleistozäns mindestens bis 100 m (Sizil) heraufgehen, daß andererseits der Meeresspiegel der letzten Glazialzeit bei - 100 m stand, dann können wir damit rechnen, daß die ganze Zone zwischen +100 m und -100 m mit zahlreichen alten Stränden und Dünenketten besetzt ist, die sehr verschiedenen Alters sein können. Es steht nur soviel fest, daß die höchsten die ältesten, die tiefsten (mit einiger Wahrscheinlichkeit) die jüngsten sind. Für die dazwischenliegenden Strände aber bedarf es ganz genauer Untersuchungen über ihr Alter.

Die von HOSSFELD (1950) vorgenommene Gruppierung, die, wie hervorgehoben wurde, theoretisch durchaus möglich wäre, stimmt allerdings mit unseren bisherigen Vorstellungen über die Höhe der alten Strände in den verschiedenen Interglazialzeiten nicht überein. So liegt es näher, vorläufig — bis neue Untersuchungen vorliegen — eine Gruppierung vorzunehmen, wie sie N. B. TINDALE (1947) ausgeführt hat. Wir folgen ihr mit wenigen Ausnahmen in Tab. 1. Die Woakwine-Range — offenbar mit mehreren Phasen — dürfte aber mit größerer Wahrscheinlichkeit in die Letzte Interglazialzeit zu stellen sein, nicht in Interstadiale der Letzten Eiszeit, in denen wir nach allen Beobachtungen in anderen Ge-

Tab. 1. Alterseinstufung der alten Strände in Süd-Australien

	Name	Ungefähre Höhenlage	Mutmaßl. europ. Äquivalent
W ü r m - K a l t z e i t			
Riss/Würm- Warmzeit	{ Canunda	7,5— 9 m	Monastir II
	{ Woakwine		
	{ Reedy Creek	19,5 m	
R i s s - K a l t z e i t			
Mindel/Riss- Warmzeit	{ West Avenue	22—28 m	Tyrrhen II
	{ East Avenue	32—45 m	Tyrrhen I
	{ Peacock, Bakers		
M i n d e l - K a l t z e i t			
Günz/Mindel- Warmzeit	{ Cave	49—62 m	Milazzo
	{ Harpers		
G ü n z - K a l t z e i t			
Donau/Günz- Warmzeit	{ West Narracoorte	70—80 m	Sizil
	{ East Narracoorte		
D o n a u - K a l t z e i t			

bieten keinen so hohen Meeresspiegel hatten wie in den Interglazialen. Wir können also damit rechnen, daß wir in diesem Gebiet das Sizil mit 75-80 m ü.d.M., das Milazzo mit 49-62 m, das Tyrrhen mit Stränden von 45 - ca. 33 m und 22 m, schließlich das Monastir I mit 19-20 m und das Monastir II mit 7,5-9 m haben. Diese Gliederung stimmt im wesentlichen mit der in anderen Gebieten überein.

Wie besonders von P. HOSSFELD (1950) und von R. SPRIGG (1952) immer wieder hervorgehoben worden ist, sinkt die Basis der Dünenketten nach Norden hin langsam ein. Zugleich konvergieren die Ketten etwas nach Norden. Das wird in Zusammenhang gebracht mit einem allmählichen langsamen Einkippen des Gebietes nach Norden hin. Die Absenkung ist so am stärksten bei den ältesten Ketten und nimmt zu den jüngeren hin ab.

### 3.

Auch in Tasmanien ist eine größere Anzahl von interglazialen Stränden vorhanden. A. B. EDWARDS (1941) gibt von der Nordwestküste Tasmaniens solche in 100-150 Fuß (30-45 m; Tyrrhen ?), in 40-60 Fuß (13-18 m; Monastir I?) und in 10-15 Fuß an. Das 60 Fuß-Niveau ("Cambridge Stage" von LEWIS 1945) findet sich auch in Südost-Tasmanien. In weiter Verbreitung tritt dort auch das Monastir II (in ca. 25 Fuß = 7,5 m) auf, hier als „Ralph Bay Stage“ bezeichnet und schon von Charles DARWIN beobachtet.

An der Nordwestküste von Tasmanien ist nach GILL & BANKS (1956) westlich Smithton eine alte Strandfläche in 60-70 Fuß (18-21 m) Höhe entwickelt, die marinen Sand über alten Schichten (z. T. Präkambrium) zeigt. Der obere Teil des Sandes ist zu küstenparallelen Rücken aufgeweht. In den dazwischenliegenden Senken hat sich ein Torf entwickelt, der allmählich die ganze Oberfläche überdeckt hat. In seinen tieferen Partien sind ausgestorbene Riesenformen von Beuteltieren gefunden worden (*Nototherium*, *Palorchestes*, *Phascolonus* usw.). Von dem Torf und einer eingelagerten Mergelschicht liegen zwei C<sup>14</sup>-Bestimmungen vor, die beide ein Alter von „mehr als 37 760 Jahren“ ergaben. Die Strandfläche kann also nicht jünger sein als die Letzte Interglazialzeit („Monastir I“ ?).

### 4.

Australien bietet als ein verhältnismäßig stabiles Gebiet der Erdkruste gute Möglichkeiten zum Studium der interglazialen Meereshochstände. Hier wie in den anderen stabilen Gebieten (Ostküste der Vereinigten Staaten usw.) muß die Höhenlage und Ausbildung der alten Strände studiert werden. Dann erst kann versucht werden, diesen Dingen in den anderen, weniger stabilen Gebieten nachzugehen. Eine einfache Vergleichung der Höhenlagen kann zu schweren Irrtümern führen. Zunächst muß in allen Gebieten versucht werden, das Alter einer früheren Strandfläche mit anderen Mitteln stratigraphisch zu bestimmen. Dann erst kann eine Verknüpfung mit anderen Gebieten vorgenommen werden. Ist aber eine einwandfreie Parallelisierung möglich, dann kann die alte Strandfläche als Basis für weitere stratigraphische Verknüpfungen dienen. Sie kann weiter eine Bezugsfläche bilden für die Ableitung tektonischer oder isostatischer Bewegungen, wie ich dies für das Rheindelta (1952) und das Mississippi-Delta (1960) versucht habe.

### Schriften - Nachweis

- CROCKER, R. L., & COTTON, B. C.: Some raised beaches of the Lower South East of South Australia and their significance. - Trans roy. Soc. South Australia 70, 64-82, Adelaide 1946.
- EDWARDS, A. B.: The north-west coast of Tasmania. - Proc. roy. Soc. Victoria 53 (n. s.), 233-267, Melbourne 1941.
- FAIRBRIDGE, Rh. W.: Quaternary eustatic data for Western Australia and adjacent States. - Proc. Pan Indian Ocean Congr., Sect. S., 64-84, Perth 1954.
- GIGOUT, M.: Définition d'un étage Ouljien. - C. R. Acad. Sci. 229, 551-552, Paris 1949.
- GILL, E. D.: Radiocarbon Dating of Late Quaternary Shorelines in Australia. - Quaternaria 3, 133-138, Rom 1956.

- GILL, E. D., & BANKS, M. R.: Cainozoic History of Mowbray Swamp and Other Areas of North-Western Tasmania. - Records Queen Victoria Museum, Launceston, N.S. 6, 1-42, Launceston (Tasmania) 1956.
- HOSSELD, P. S.: The late Cainozoic history of the South-East of South Australia. - Trans. roy. Soc. South Austr. 73, 232-279, Adelaide 1950.
- LEWIS, A. N.: Pleistocene glaciation in Tasmania. - Pap. Proc. roy. Soc. Tasmania for 1944, 41-56, Hobart 1945.
- SPRIGG, R. C.: Stranded Pleistocene sea beaches of South Australia and aspects of the theories of MILANKOWITCH and ZEUNER. - Rep. Intern. Geol. Congr., 18. Sess. Great Britain 1948, Part XIII, 226-237, London 1952.
- TINDALE, N. B.: Subdivision of Pleistocene Time in South Australia. - Rec. South Austral. Mus. 8, 619-652, Adelaide 1947.
- WOLDSTEDT, Paul: Interglaziale Meereshochstände in Nordwest-Europa usw. - Eiszeitalter und Gegenwart 2, 5-12, Öhringen 1952 - - Mississippi und Rhein. - Ebendort 11, 31-38, 1960.
- ZEUNER, F. E.: The Pleistocene Period. - 2. ed. London 1959.

Manusk. eingeg. 17. 6. 61

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. Paul Woldstedt, Bonn a. Rh., Argelanderstr. 118.