

K
G
A

KÖLNER
GEOGRAPHISCHE
ARBEITEN

66

HEFT 66

Ulrich Radtke (Hrsg.)

**Vom Südatlantik bis zur Ostsee -
neue Ergebnisse der Meeres- und Küstenforschung**

**Beiträge der 13. Jahrestagung
des Arbeitskreises Geographie der Meere und Küsten
vom 25. - 27. Mai 1995 in Köln**

KÖLNER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Herausgegeben vom

GEOGRAPHISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT ZU KÖLN

durch

H. BESLER H. BREMER E. BRUNOTTE J. NIPPER U. RADTKE
G. SCHWEIZER D. SOYEZ O. TIMMERMANN D. J. WERNER

Schriftleitung: M. NUTZ

Heft 66

Ulrich Radtke (Hrsg.)

**Vom Südatlantik bis zur Ostsee -
neue Ergebnisse der Meeres- und Küstenforschung**

**Beiträge der 13. Jahrestagung
des Arbeitskreises Geographie der Meere und Küsten
vom 25. - 27. Mai 1995 in Köln**

Ulrich Radtke (Hrsg.)

Vom Südatlantik bis zur Ostsee - neue Ergebnisse der Meeres- und Küstenforschung.
Beiträge der 13. Jahrestagung des Arbeitskreises Geographie der Meere und Küsten
vom 25. - 27. Mai 1995 in Köln.

Köln: Selbstverlag Geographisches Institut der Universität zu Köln, 1995.
(Kölner Geographische Arbeiten, Heft 66)

© by Selbstverlag:

Geographisches Institut der Universität zu Köln

- Kölner Geographische Arbeiten -

Albertus-Magnus-Platz, D - 50923 K ö l n

Telefax 0221 - 470 4917

Alle Rechte vorbehalten

ISSN 0454-1294

1. Auflage 1995

Layout: M. Götschel

Druck: Buch- und Offset-Druckerei Heinrich Sutorius KG, Köln

Vorwort

Vom 25. bis 27. Mai 1995 fand die 13. Jahrestagung des Arbeitskreises "Geographie der Meere und Küsten" am Geographischen Institut der Universität zu Köln statt. Der örtliche Veranstalter folgt auch dieses Mal dem guten Brauch, die zur Veröffentlichung bereitgestellten Vorträge zu publizieren. In diesem Jahr ist die stattliche Zahl von 20 Beiträgen zusammengekommen, die in der Form des vorliegenden Sammelbandes in den Kölner Geographischen Arbeiten zum Abdruck gelangen.

In Anlehnung an den Titel des 1990 von meinem Kollegen Helmut Brückner und mir publizierten Düsseldorf-Tagungsbandes ("Vom Indischen Ozean bis zur Nordsee") habe ich als Titel für diesen Band das Thema "Vom Südatlantik bis zur Ostsee" gewählt, der bereits auf regionale Vielfalt der Forschungsräume hinweist. Auf die thematisch ebenso breitgefächerten Arbeiten möchte ich im folgenden kurz eingehen.

Am Anfang des Bandes steht der programmatische Aufsatz von D. KELLETAT, der sich kritisch mit der Ausweisung natürlicher geographischer Küstenzonen beschäftigt und eine Zwischenbilanz vieljähriger Forschungsarbeit auf diesem Gebiet zieht.

Die geomorphologische Küstenforschung ist auch in diesem Jahresband wieder stark vertreten. In dem Beitrag von G. SCHELLMANN wird über küstenmorphologische Forschungen an der südatlantischen Küste Patagoniens berichtet. Mittels detaillierter Kartierungen und dem Einsatz moderner geochronologischer Methoden werden wichtige Erkenntnisse zum marinen Quartär Argentiniens gewonnen. Die thematisch verwandten küstenmorphologischen Untersuchungen von E. und G. WENZENS in Südostspanien reichen zurück bis ins Pliozän; Schwerpunkt ist hier aber ebenfalls die Gliederung der quartären Strandterrassen. In dem Aufsatz von C. PETZOLD zur jungquartären Entwicklungsgeschichte der SE-Küste Bulgariens wird die ansonsten schwer zugängliche bulgarisch/russische Literatur erschlossen. R. ZEESE berichtet über Befunde und Probleme holozäner und jungpleistozäner Meeresspiegelschwankungen an der nigerianische Küste, die noch ein interessantes Forschungspotential bereithalten. Die geomorphologische Differenzierung von Felskliffen am Beispiel Fuerteventuras beschreibt detailliert K. SCHIPULL. Ergebnisse aktualgeomorphologischer Untersuchungen werden von N. AHRBERG präsentiert, der die direkten Auswirkungen eines Bühnenfeldes an der Westküste Skallingens, Dänemark, auf die Küstenmorphologie untersucht hat.

Geomorphologie und Archäologie ergänzen sich fruchtbar in dem Aufsatz von H. RIEDEL über die spätholozäne Entwicklung des Dalayan-Deltas in der SW-Türkei.

Eine interessante Synthese zwischen Archäologie, historisch-genetischer Siedlungsforschung und Physischer Geographie dokumentiert auch der Aufsatz von D. MEIER, der sich mit der mittelalterlichen Neubesiedlung der Dithmarscher Seemarsch auseinandersetzt und zu bedeutsamen Erkenntnissen kommt.

Die Vegetationsgeographie wird in diesem Jahresband wiederum durch einen Aufsatz von D. THANNHEISER zur Küstenvegetation auf Island und den Faröer profund abgedeckt.

Zwei Aufsätze beschäftigen sich mit der Insel Sylt, die auch schon wiederholt Thema der Jahrestagungen war. J. NEWIG schildert ausführlich die Zeugnisse einer langfristigen natürlichen Gestaltsveränderung von Sylt, A. DASCHKEIT und H. STERR nehmen Sylt als Modellfall für ein Szenario, in dem Konsequenzen von Klimaänderungen für den Küstenschutz und das Küstenmanagement dargestellt und die Möglichkeit und Notwendigkeit einer interdisziplinären Klimafolgenforschung erläutert werden.

Wenn auch die zunehmende Bedeutung eines effektiven Küstenmanagements immer mehr in das Bewusstsein der Betroffenen und Verantwortlichen rückt, steht die konkrete Umsetzung allgemein noch sehr an den Anfängen. Mit dieser Problematik beschäftigen sich zwei weitere Aufsätze: Der Beitrag von CH. PREU thematisiert landschaftsökologische Konfliktfelder im Bereich der Chittagong-Region in Bangladesch vor dem Hintergrund eines integrierten Küstenmanagementplanes; der Aufsatz von R. WEHRHAHN beschreibt die Einrichtung und Umsetzung eines solchen Planes an der Küstenzone von Sao Paulo in Brasilien.

Im Bereich der kulturgeographischen Meeres- und Küstengeographie sind weiterhin folgende Aufsätze anzusiedeln: S. SCHUBERT berichtet über ein bisher wenig bekanntes Problem von Kataster- bzw. katasterähnlichen Flächen im Übergangsbereich von Festland und Meer an der niedersächsischen Nordseeküste, welches auf die Vergänglichkeit von Menschenhand gezogener Grenzen aufmerksam macht. L. GOELDNER stellt die Ergebnisse einer Meinungsumfrage zu Küstenschutz, Landgewinnung und Naturschutz am Beispiel der Dagebüller Bucht an der schleswig-holsteinischen Wattenmeerküste vor und erläutert die jeweilige Motivation der betroffenen Bevölkerungsgruppen in diesem immer noch intensiv diskutierten Problemfeld.

Einen wichtigen und interessanten Beitrag zur marinen Aquakultur liefert D. UTHOFF als Ergebnis seiner langjährigen Studien. Ihre ernährungswirtschaftliche Bedeutung und räumliche Verbreitung wird im weltweiten Kontext diskutiert.

Der notwendige Einzug moderner Fernerkundungsmethoden in die Küsten- und Meeresforschung wird durch drei Aufsätze dokumentiert: Neben dem Aufsatz von G. SCHELLMANN zur Strandterrassengliederung in Patagonien zeigt auch O. KRÄMER das Potential des Europäischen Radarsatelliten ERS-1 auf - hier für ein operationelles Wattenmeer-Monitoring. N. AMELANG ermittelte verschiedene Wasserinhaltsstoffe und die Wasserqualität im vorpommerschen Bodden durch die Auswertung von Satellitenbildern.

Der Tagungsband des 13. Jahrestreffens wird durch einen historischen Beitrag von H. FISCHER abgeschlossen, der sich die "nordöstliche Durchfahrt" und die von Adolf von Nordenskjöld geleitete Vega-Expedition zum Thema genommen hat.

Die zügige Drucklegung wurde durch die Mithilfe meiner Mitarbeiterin, Frau B. Beracz und die Studentischen Hilfskräfte, Herrn M. Götschel und Frau C. Poppe, möglich. Ihnen und unserem Schriftleiter, Herrn Dr. M. Nutz, sei für die Hilfe gedankt.

Die Herausgabe dieses Bandes wurde erst durch die großzügige Bezuschussung des Geographischen Institutes der Universität zu Köln möglich. Hierfür danke ich ganz besonders meinen Kollegen/innen des Herausbergremiums.

Köln, im Dezember 1995

Ulrich Radtke



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	IV
<i>Dieter Kelletat</i> Die natürlichen geographischen Küstenzonen der Erde - wenig gesicherte Erkenntnisse und viele offene Fragen	1
<i>Gerhard Schellmann</i> Untersuchungen zur stratigraphischen Differenzierung mariner Terrassen im südlichen Patagonien (Argentinien)	9
<i>Ellen und Gerd Wenzens</i> Die quartäre Reliefentwicklung des südlichen Aguilas-Beckens (Südostspanien) unter besonderer Berücksichtigung der Strandterrassengliederung	23
<i>Cordula Petzold</i> Neue Erkenntnisse zur jungquartären Entwicklungsgeschichte der südlichen Schwarzmeerküste Bulgariens	35
<i>Reinhard Zeese</i> Die nigerianische Küstenregion - Ihre Gliederung und jungquartäre Entwicklung	47
<i>Klaus Schipull</i> Zur geomorphologischen Differenzierung von Felskliffs - am Beispiel der Kanarischen Inseln	59
<i>Nils Ahrberg</i> Ergebnisse einer küstenmorphologischen Untersuchung des Bühnenfeldes von Blaavand (Dänemark)	71
<i>Holger Riedel</i> Die spätholozäne Entwicklung des Dalyan-Deltas (SW-Türkei) - ein Beitrag zur Paläogeographie Kariens	83
<i>Dirk Meier</i> Die Neubesiedlung der Dithmarscher Seemarsch und der Wandel der Kulturlandschaft	97
<i>Dietbert Thannheiser</i> Die Küstenvegetation auf Island und den Färöer-Inseln	109
<i>Jürgen Newig</i> Zur langfristigen Gestaltänderung der Insel Sylt	121
<i>Achim Daschkeit & Horst Sterr</i> Die Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Küstenschutz und das Küstenmanagement der Insel Sylt - Ziele und Fragestellungen der interdisziplinären Klimafolgenforschung	139
<i>Christoph Preu</i> Inhaltlich-Methodischer Ansatz eines Integrierten "Coastal Zone Management Plan" für die Küstengebiete der Chittagong Region (Bangladesh) - auf der Basis einer Gefährdungspotential-Analyse durch Orkanzyklonen und Flutwellen	151

<i>Rainer Wehrhahn</i> Raumplanung und Küstenmanagement in der Küstenzone von São Paulo, Brasilien	161
<i>Sabine Schubert</i> Katasterflächen und katasterähnliche Flächen im Übergangsbereich vom Festland zum Meer dargestellt am Beispiel der niedersächsischen Nordseeküste	173
<i>Lydie Goeldner</i> Gibt es ein Umdenken über Eindeichungen an der Wattenmeerküste Schleswig- Holsteins?	179
<i>Dieter Uthoff</i> Marine Aquakultur: Ernährungswirtschaftliche Bedeutung und räumliche Differenzierung ihrer globalen Verbreitung	191
<i>Oliver Krämer</i> Demonstration der Anwendungs- und Nutzungsmöglichkeiten von ERS-1-Daten im Rahmen eines Überwachungsprogrammes für das Ökosystem Wattenmeer	211
<i>Norbert Amelang</i> Die Bestimmung von Chlorophyll-a aus Landsat TM-Daten im Greifswalder Bodden und Oderästuar	233
<i>Heinz Fischer</i> Die nordöstliche Durchfahrt und die „Vega-Expedition“ von Adolf Erik von Nordenskjöld	243

Untersuchungen zur stratigraphischen Differenzierung mariner Terrassen im südlichen Patagonien (Argentinien)

Gerhard Schellmann

1. Einleitung

Entlang der makrotidal geprägten südpatagonischen Küste sind an mehreren Lokalitäten in verschiedener Höhenlage über dem heutigen Meeresspiegel marine Terrassensysteme verbreitet. Bis heute bilden die klassischen Bearbeitungen der marinen Terrassen Patagoniens von FERUGLIO (1947, 1950) das einzige geschlossene System des marinen Quartärs Argentiniens. Trotz mehrerer jüngerer Neubearbeitungen sind Anzahl, Altersstellung, Verbreitung, Aufbau und Genese der marinen Terrassen noch immer weitgehend offen, was als Folge mangelnder geologisch-geomorphologischer Detailstudien angesehen wird (u. a. CLAPPERTON 1993, RUTTER et al. 1990, RADTKE 1989). Das primäre Ziel der Untersuchungen¹ war es daher, sich zunächst einmal vor Ort um eine dringend notwendig erschienene stratigraphische Neugliederung der marinen Terrassen zu bemühen, um diese dann mit Hilfe verschiedener absoluter Datierungsmethoden chronostratigraphisch einzustufen. Die übergeordnete Fragestellung bzw. das Fernziel ist jedoch eine genauere Erfassung tektonischer Bewegungen und Veränderungen des Paläo-Meeresspiegels für diesen Raum im Laufe des Jung- und Mittelquartärs - ein Zeitraum, der inzwischen besser absolut datiert werden kann.

An zahlreichen aragonitischen Muscheln wurden verschiedene Altersdatierungen (ESR, AAR, TH/U, ¹⁴C) durchgeführt, deren ausführliche Veröffentlichung im Jahre 1996 vorgesehen ist (SCHELLMANN in Vorb.). Die

Höhenmessungen erfolgten mit Hilfe eines THOMMEN-Höhenmessers mit einer gerätespezifischen Messgenauigkeit von ± 1 m. Um diese Messgenauigkeit zu erreichen, wurde der Höhenmesser mehrfach täglich an jeweils aktuellen Meeresspiegel kalibriert und die Messungen an verschiedenen Tagen und während mehrerer Geländeaufenthalte wiederholt. Die Umrechnung der Höhen auf mittleren Tidenwasserspiegel (m ü. mTw) bzw. auf höchsten Tidenwasserspiegel (m ü. hTw) erfolgte anhand der "Tablas de Marea 1992, 1993, 1994" (Servicio de hidrografia naval, Buenos Aires).

2. Lage der Untersuchungsgebiete

Die Bearbeitungen zum marinen Quartär konzentrierten sich vor allem auf die Küste entlang der Bahía Camarones und der Bahía Bustamante, sowie auf die Küstenbereiche nördlich und südlich von Caleta Olivia, bei Mazarredo und bei San Julián (Abb. 1). Im Gegensatz zu vielen anderen Küstenabschnitten Südpatagoniens - wo steile Kliffs und Abrasionsplattformen vorherrschen - sind in diesen Küstenräumen weitflächig und in unterschiedlichen Höhenlagen kiesige Strandablagerungen erhalten, vor allem in Form ausgedehnter Strandwall-Systeme. Deren Breitenausdehnung verändert sich bereits entlang eines wenige Kilometer langen Küstenabschnittes. Sie kann nur einige 10er von Metern betragen, aber auch mehrere hundert Meter erreichen.

¹ Die Untersuchungen wurden von Herrn Prof. Dr. U. RADTKE (Univ. Köln) angeregt, ohne dessen vielfältige tatkräftige Unterstützung sie in dieser Weise nicht möglich gewesen wären. Weiterhin erfuhren sie eine wesentliche Förderung im Rahmen des BMFT-Projektes „Ozean-Eis-Atmosphäre“ (Fkz: 03PL504B) unter Leitung von Prof. Dr. G. WENZENS (Universität Düsseldorf). Ihnen beiden sei hiermit herzlich gedankt.

Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete.



Ausraumzonen oder ehemalige Lagunen voneinander abgesetzt. Es existieren aber auch Strandwall-Komplexe, bei denen zwei oder drei unterschiedlich hohe Strandwall-Systeme unmittelbar aneinandergrenzen. Im heutigen Küstenverlauf dominieren kiesige Strände zwischen Landzungen aus vulkanischem Festgestein. Dabei wird der rezente küstenmorphologische Formenschatz im Bereich der zum Atlantik hin offenen Strände durch kleinräumige Abrasionsplattformen sowie langgestreckte kiesige Strandwall-Sequenzen geprägt. Innerhalb der „Caleta Malaspina“, einer Bucht im Süden der Siedlung Bustamante, die zum Atlantik hin durch mehrere Inseln geschützt ist, beherrschen Wattmilieu und Marschen weite Strandbereiche. Der mittlere Tidenwasserspiegel (mTw) liegt bei ca. 3 m ü. NM (‐Nivel medio‐ nach Servicio de hidrografia naval: Tablas de Marea 1992, 1993; 1994 Buenos Aires), bei Springtide (hTw) werden ca. 5,7 m ü. NM. erreicht.

3. 1. Stratigraphische Übersicht

Die bisherige stratigraphische Gliederung und regionale Verknüpfung mariner Terrassen entlang der südpatagonischen Küste basiert weitgehend auf deren gegenwärtigen Höhenlage über dem aktuellen Meeresspiegel. Bereits RUTTER et al. (1990: 225) stellten im Küstenraum der Bahía Bustamante fest, daß eine eindeutige altimetrische Einordnung einzelner mariner Strandablagerungen in das bestehende dreistufige Schema (Tab. 1) von FERUGLIO (1950) und CIONCHI (1984, 1987) häufig nicht möglich ist. Bei ihren Bearbeitungen dieses Raumes setzten RADTKE (1989), RADTKE et al. (1989) und RUTTER et al. (1989; 1990) erstmals radiometrische Datierungen ein, um eine genauere Zeitstellung der drei postulierten Meeresspiegelhochstände zu erfassen. So wurde nach den chronostratigraphischen Untersuchungen von RADTKE (1989) das 33-35 m Niveau bereits im älteren Mittelpleistozän gebildet, während die beiden tieferliegenden Niveaus im Jungquartär entstanden (Tab. 1).

Die aktuellen geomorphologischen Untersuchungen dieses Küstenabschnittes ergaben, daß in den beiden bisher bekannten Systemen III und II mehrere Strandwall-Systeme zusammengefaßt sind, die unterschiedliche Höhenlagen besitzen und in einzelnen Küstenabschnitten zudem durch Paläo-Lagunen voneinander getrennt sind. Oberhalb der jung- und spätmittelholozänen Strandwälle, die sich bis ca. 10 m ü. mTw (ü. mTw: über mittlerem Tidenwasser, s. o.) erheben, sind mindestens noch folgende Strandwall-Niveaus erhalten (Tab. 1): das T1-System bis in ca. 12 m ü. mTw, das T2-System bis 15 m ü. mTw, das T3-System bis 21 m ü. mTw und das T4- und T5-System mit stärker eingebneten Strandwällen um 25 m (T4) bzw. 29 m ü. mTw (T5). Der noch höherliegende T6-Strandwall-Komplex in 35 bis 43 m ü. mTw entspricht weitgehend dem System I von CIONCHI (1984, 1987).

3. Jung- und mittelquartäre Strandwall-Systeme im Bereich der Typuslokalität „Bahía Bustamante“

Die SPOT-Aufnahme in Abb. 2 erfaßt die patagonische Küste im Bereich der Bahía Bustamante. Landeinwärts wird die in diesem Raum 25 - 30 km breite quartäre Küstenzone von der 400 - 500 m ü. M. hohen Meseta-Hochfläche der „Pampa de Malaspina“ und der „Meseta de Montemayor“ begrenzt. Ihrem markanten Stufenrand vorgelagert, erstreckt sich annähernd küstenparallel eine Zone vorherrschender fluvialer Ausräumung mit unterschiedlich hohen, in Einzelrücken aufgelöste Fußflächen- und Flußterrassenniveaus. In diese sind als markante Leitlinien fluvialer Erosion die rezenten Talböden eingeschnitten. Innerhalb einer küstennahen, 2 bis 10 km breiten Zone sind hier mehrere gestreckte oder girlandenförmig geschwungene Strandwall-Sequenzen erhalten. Die Höhenlagen der im Küstenabschnitt von Bustamante erhaltenen Strandwälle reichen von wenigen Metern Höhe über Meer bei den küstennahen Formen bis hin zu 80-100 m hohen küsternen Wällen. Sie sind teilweise durch fluviale

Abb. 2: SPOT-Aufnahme vom 28.7.90 der südpatagonischen Küste im Bereich der Bahia Bustamante.



Tab. 1: Stratigraphische Übersicht.

FERUGLIO (1950)	Höhe m.ü.M	CIONCHI (1987)	Höhe m.ü. M.	RADTKE (1989)	Höhe m.ü. mTh	Strandwall- Niveaus	Höhe m.ü. mTw	Stratigraphische Gliederung	
								Holozän	Eem
„Cordon litoral interno“	28 - 40	System I	35 - 41	Mittelpleistozän	33 - 35	T6-Komplex	35 - 43	T6	
						T5-Niveau	28 - 31	T5	
„Cordon litoral intermedio“	20 - 26	System II	25 - 29	letztes Interglazial	18 - 20	T4-Niveau	ca. 25	T4 ₍₇₎	
						T3-Niveau	18 - 21	T3 ₍₅₎	T3 ₍₇₎
						T2-Niveau	14 - 15	T2 ₍₅₎	T2 ₍₇₎
„Cordon litoral reciente“	11 - 12	System III	8 - 10	Holozän	10 - 11	T1-Niveau tiefere holozäne Bildungen	10 - 12 9 - 10 7 - 8 < 7	T1 ₍₁₎ H1 H2 sub- rezent, rezent	T1 ₍₅₎

m.ü. M. = m.ü. Meer; m.ü. mTh = m.ü. mittlerem Tidenhochwasser; m.ü. mTw = m.ü. mittlerem Tidenwasserspiegel; T_(Zahl) Zahl = Isotopenstufe

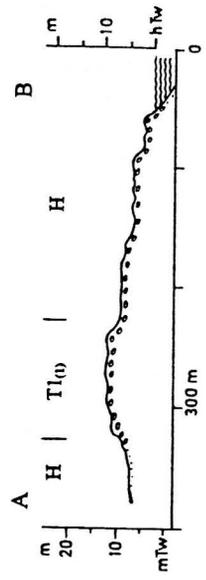
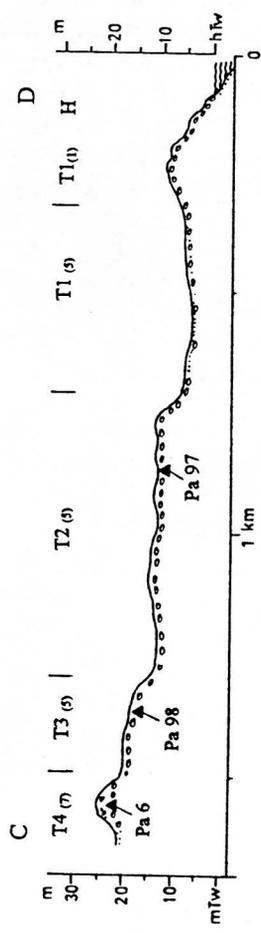
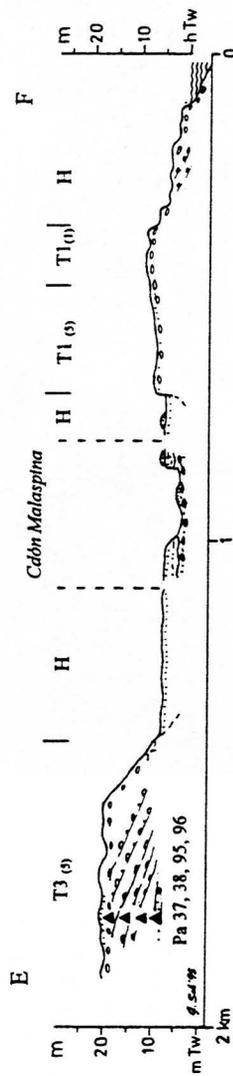
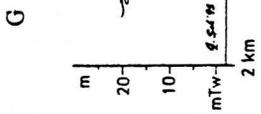
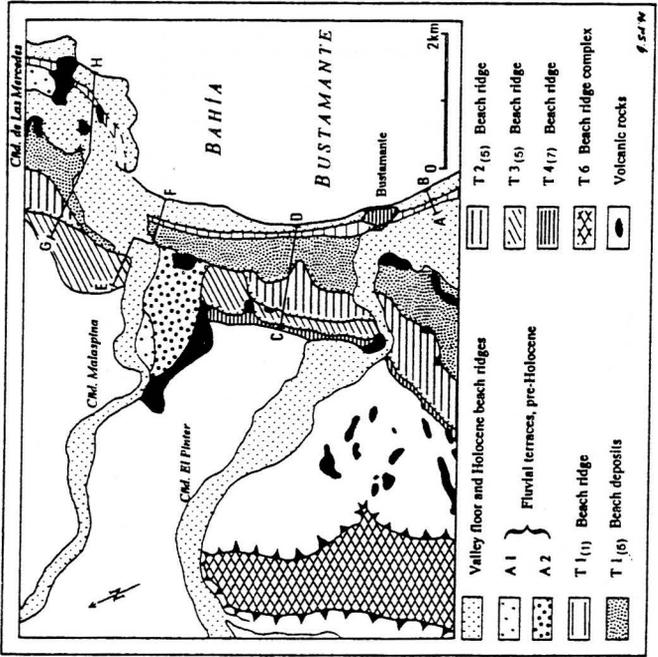
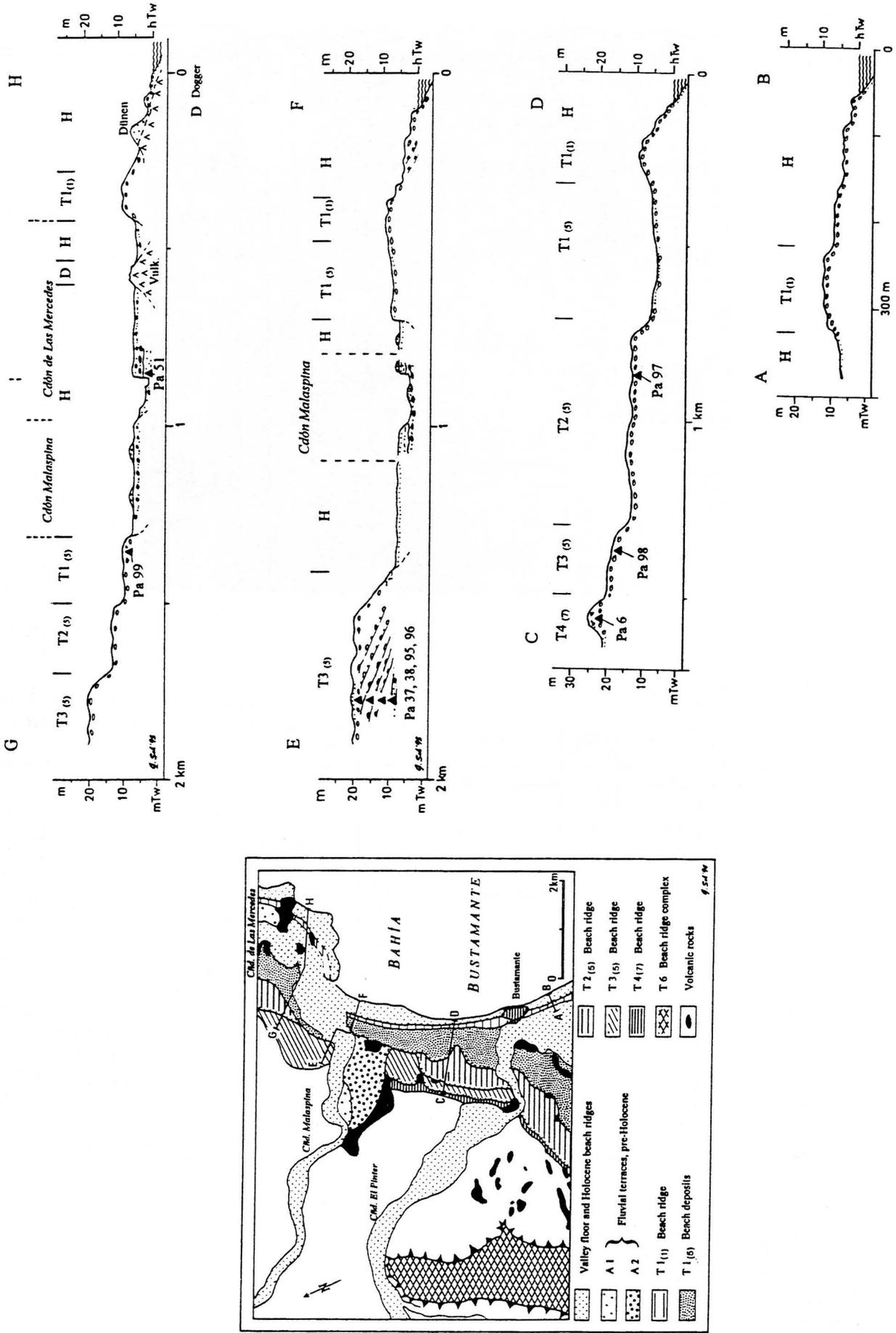
Die innerhalb der T1-, T2- und T3-Niveaus gelegenen Strandwall-Systeme können jedoch - trotz annähernd gleicher Oberflächenerhebung - während unterschiedlicher Interglaziale gebildet worden sein. Dies ist in Tab. 1 in der Spalte „Stratigraphische Gliederung“ dargestellt. Die den Terrassenniveaus „T1“ bis „T4“ in Klammern beigefügten kleingestellten Zahlen 1, 5 und 7 stehen für die Isotopenstufen, innerhalb derer sie ge-

bildet wurden (1 = Holozän, 5 = letztes Interglazial bzw. Eem, 7 = vorletztes Interglazial).

Die im T1-Niveau verbreiteten holozänen T1₍₁₎- und eemzeitlichen T1₍₅₎-Terrassen können häufig bereits morphologisch sicher getrennt werden.

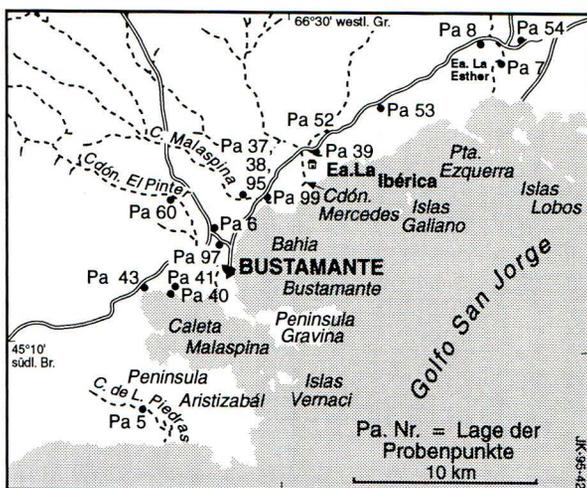
Beispielsweise (Abb. 3) wird im Küstenabschnitt nörd-

Abb. 3: Die Verbreitung mariner Terrassen im Bereich der Siedlung Bustamante. Geologische Übersicht mit Profilschnitten S1 bis S4.



lich der Siedlung Bustamante der „*Cdón. de Las Mercedes*“ beiderseits des Tales von kiesigen T1-Strandwällen umrahmt. Die küstennahen T1(1)-Strandwälle wurden während des holozänen Transgressionsmaximums im frühen Atlantikum gebildet. Zwei in „Lebendstellung“ („Lebendstellung“ = beide Muschelschalen hängen noch zusammen) aus den kiesigen T1(1)-Strandwällen südwestlich von Bustamante geborgene Muscheln besaßen ^{14}C -Alter² (unkorr.) von rd. 6.760 BP (Abb. 4: Lokalität Pa 40) und rd. 8.090 BP (Abb. 4: Lokalität Pa 43). Als Folge des höheren atlantischen Meeresspiegels kam es innerhalb des „*Cdón de Las Mercedes*“ zur Aufschotterung der höchsten holozänen Flußterrasse. Die landeinwärts gelegenen T1(5)-Strandwälle sind jedoch im Bereich des Tales schon vor der atlantischen Aufhöhung des Talbodens - wahrscheinlich bereits in der letzten Kaltzeit - ausgeräumt worden. Sie sind daher heute nur noch am nordwestlichen Talrand erhalten. Ihre Ablagerung muß also schon vor dem Holozän erfolgt sein und damit bereits mindestens während des letzten eemzeitlichen Meeresspiegelhochstandes.

Abb. 4: Lage der im Text genannten Lokalitäten.



3. 2. Pedostratigraphische Differenzierung jung- und mittelquartärer Strandwälle

Einen weiteren Hinweis auf ein trotz annähernder Höhengleichheit unterschiedliches Bildungsalter der innerhalb des T1- bis T3-Niveaus erhaltenen Strandwall-Systeme geben die auf ihnen verbreiteten Deckschichten und Böden (Abb. 5).

Während sich auf den holozänen Strandwällen vorherrschend Rohböden, selten schwach humose Pararendzi-

nen entwickelten (Abb. 5: Profil „Pa 40“), sind die jüngsten letztinterglazialen T1(5)-Terrassen stärker verwittert und tragen bereits Braunerden (Abb. 5: Profil „Pa 41“). Die pedostratigraphische Einstufung der vor dem letzten Interglazial gebildeten Terrassen ist dann gesichert, sofern unter kaltzeitlichen Fließerden eine fossile eemzeitliche Braunerde erhalten ist, wie im Profil „Pa 6“ (Abb. 5) auf der T4(7) bei Bustamante aufgenommen. Häufig sind die letztinterglazialen Böden jedoch erodiert, so daß die maximale Bodenentwicklung auf allen jung- und mittelpleistozänen Strandablagerungen den Reifegrad von mehrere Dezimeter mächtigen, in ihrer Intensität makroskopisch nicht differierenden Braunerden besitzt. Erst die Mächtigkeit und Intensität der unterlagernden pedogenen Kalkausfällungs-Horizonte (Ckc-Horizonte) deutet auf eine weitere pedostratigraphische Untergliederung dieser älteren Strandwall-Systeme hin. Die in den Ckc-Horizonten angereicherte Kalke und/oder Gipse stammen aus der Lösung hangender karbonatischer und sulfatischer Sediment- und Fossil-Partikel. Da in diesem küstennahen Raum ein annähernd gleichhoher atmosphärischer Kalk- und Gipseintrag stattfindet und die zentralen Strandwallbereiche bezüglich Erosionsgefährdung und Wasserversickerung ähnliche Reliefpositionen darstellen, ist die Ausbildung von weitflächig verbreiteten kompakten Kalkanreicherungs-Horizonten wesentlich von der Dauer der Prozeßfolge atmosphärische Deposition, pedogene Lösung und Verlagerung sowie anschließende Ausfällung der Kalk- und/oder Gipspartikel in tieferen Bodenhorizonten abhängig.

Auf den holozänen und den am Ausgang des letzten Interglazials gebildeten T1(5)- und T2(5)-Terrassen konnten bisher keine kompakten pedogenen Kalkanreicherungs-Horizonte beobachtet werden. Ihre Kieskörper sind in Abhängigkeit vom Grundwasserstrom, von der Reliefposition und der Textur lediglich unterschiedlich intensiv kalkverkittet (Abb. 5: „Cc-Horizonte“). Erst auf den ältesten letztinterglazialen T3(5)-Strandwall-Systemen sind weitflächig bis zu 20 cm mächtige, hellgraue bis weiße Ckc-Horizonte verbreitet (Abb. 5: Profil „Pa 37, 38, 95, 96“). Im Bereich dieser Horizonte sind alle Hohlräume zwischen den Kiesen durch Kalkeinwaschung sekundär ausgefüllt. Auf den gleichhohen, aber vorletztinterglazialen T3(7)-Strandablagerungen (Abb. 5: Profil „Pa 52“) ist dieser Horizont häufig bereits 50 cm mächtig. Auch die niedrigeren bereits vorletztinterglazialen T2(7)-Strandwälle besitzen bereits 0,3-0,7 m mächtige Ckc-Horizonte (Abb. 5: Profil „Pa 39“). Auf den älteren mittelquartären Terrassen nimmt deren Mächtigkeit dann weiter zu (Abb. 5: Profil „Pa 53“) bis zu mehreren Metern Mächtigkeit bei den T6-Strandablagerungen.

² Die ^{14}C -Datierungen wurden von Herrn Dr. B. Kromer, Institut für Umweltp Physik an der Universität Heidelberg, durchgeführt.

Abb. 5: Deckschichten und maximale Bodenentwicklungen auf den jung- und mittelquartären Strandwall-Systemen im Küstenabschnitt „Bahia Bustamante“ (Die Lage der Lokalitäten zeigt Abb. 4).

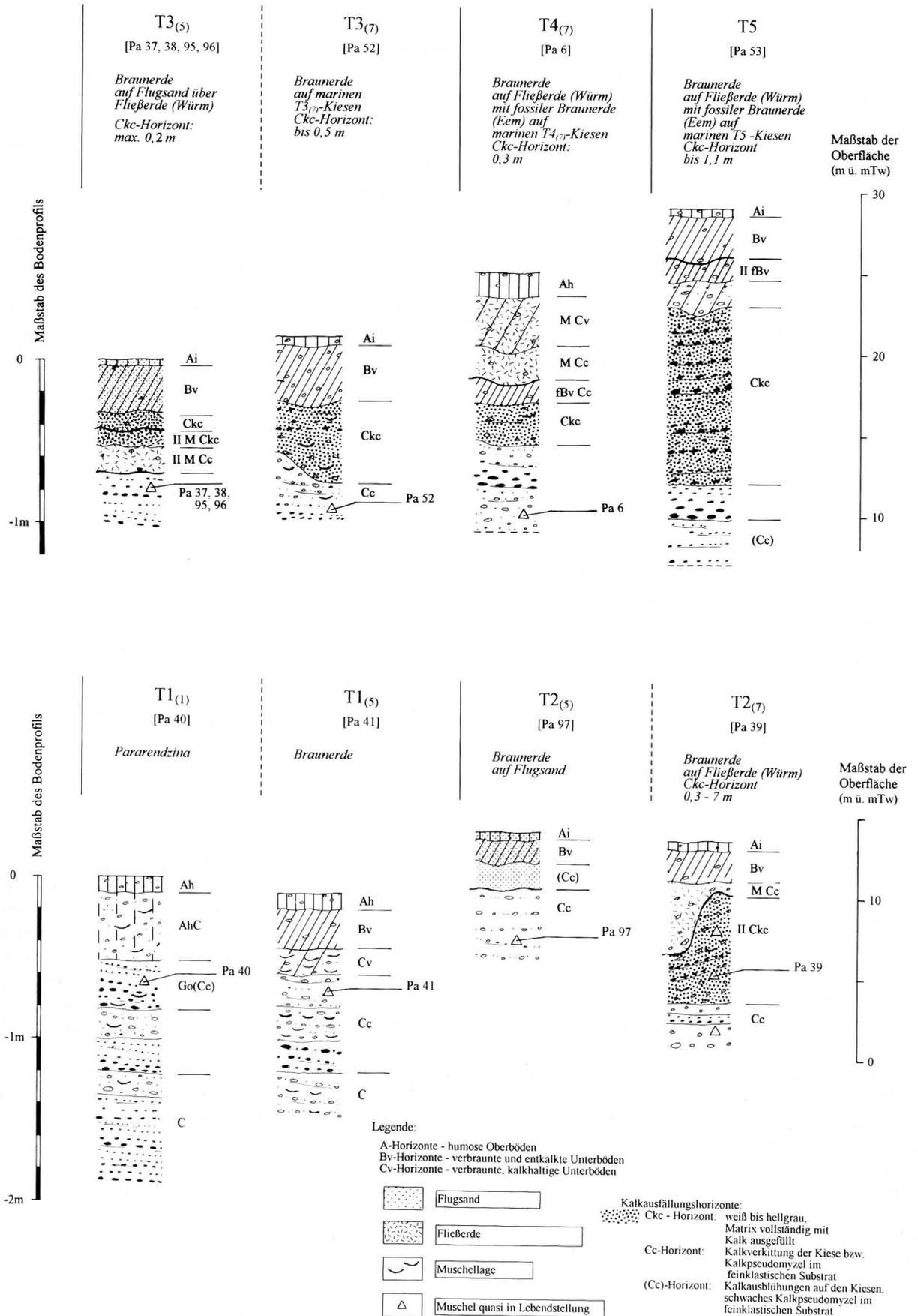
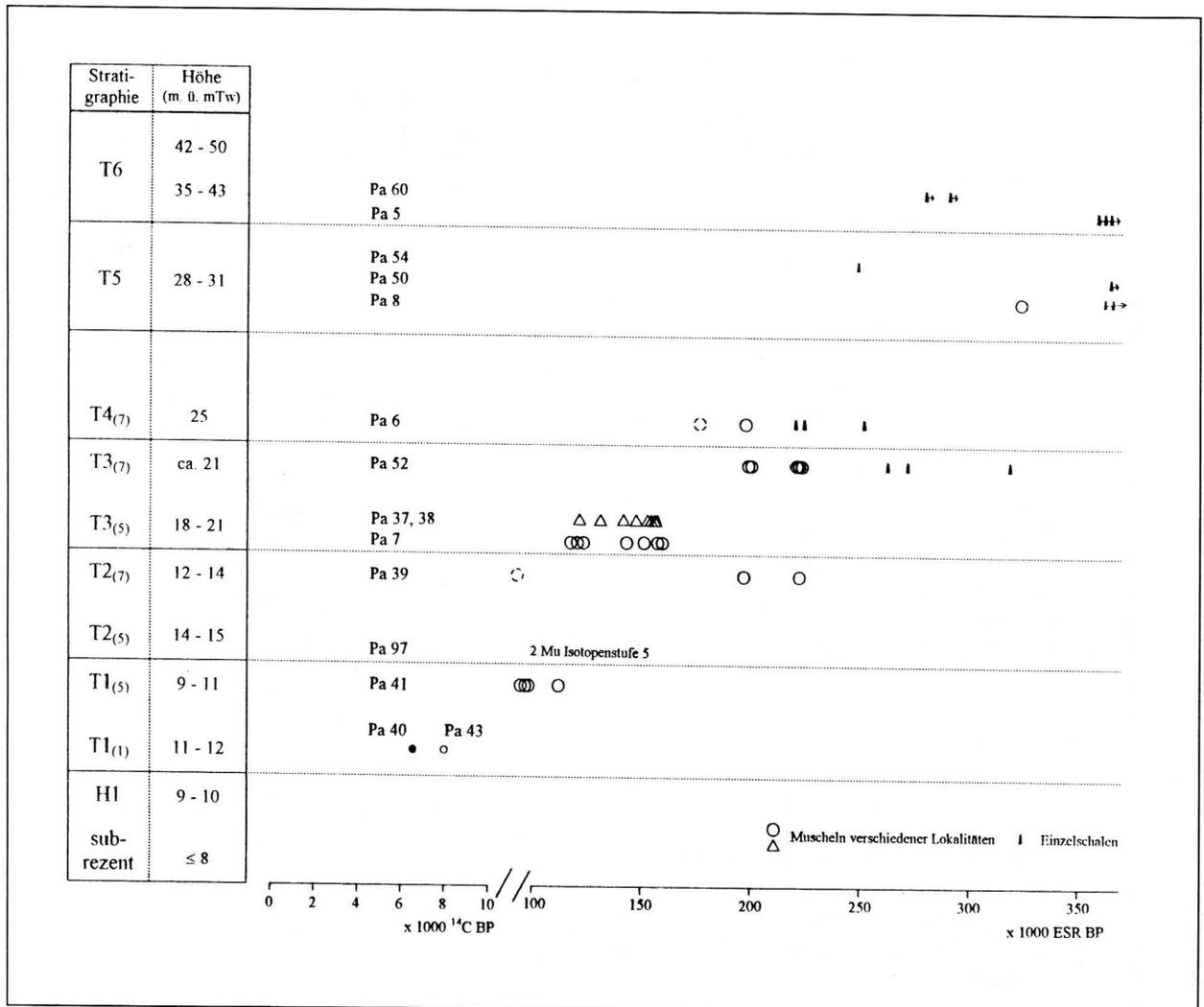


Abb. 6: ^{14}C - und ESR-Alter aragonitischer Muscheln aus Strandwall-Systemen im Bereich der Bahía Bustamante (Die Lage der Lokalitäten zeigt Abb. 4).



3. 3. Chronostratigraphische Einstufung

Nicht nur am heutigen Strand, sondern auch innerhalb der älteren marinen Sedimente sind häufig Muschelschalen in oder fast noch in Lebendstellung, d. h. beide Muschelhälften hängen noch zusammen (s. o.), eingelagert. Mit Hilfe absoluter Datierungsmethoden - wie u. a. der ^{14}C - oder der ESR-Methode - können sie datiert werden. Während Einzelschalen ähnlich wie Kiese aus älteren Ablagerungen erodiert sein können, ist bei den in Lebendstellung (s. o.) eingelagerten Muscheln eine nachträgliche Umlagerung auszuschließen. Daher gibt deren Datierung einen sicheren Hinweis für das Ablagerungsalter der umgebenden Sedimente. Einzelschalen können dagegen ein wesentlich höheres Alter haben. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden deshalb fast ausschließlich in bzw. fast in Lebendstellung (s. o.) geborgene Muscheln datiert.

In Abb. 6 sind die bisher aus dem Küstenabschnitt Bustamante vorliegenden Muschelalter dargestellt. Bei

den Datierungen, die ein holozänes Alter ergaben, handelt es sich um ^{14}C -Alter, bei den prä-holozänen um ESR-Alter. Bei den ESR-Altern ist zu beachten, daß sie im Datierungsbereich des letzten Interglazials generell zu hoch ausfallen und die Datierungsobergrenze nach aktuellem Forschungsstand zwischen ca. 250.000 bis 300.000 BP anzusetzen ist. Hinzu kommt bei allen Datierungen ein methodischer Fehler von ca. $\pm 15\%$. Wie bereits GRÜN (1989) hervorhebt, sollten die Ergebnisse von ESR-Datierungen nicht als „absolut“ angesehen werden. Sie stellen Modellalter dar und sind als relative Größen zu betrachten.

In Abb. 6 steht jedes Symbol für eine Muscheldatierung. Von jeder Lokalität wurden mehrere Muscheln aus gleicher stratigraphischer Position datiert. Verschiedene Lokalitäten sind durch unterschiedliche Symbole - Kreise oder Dreiecke - dargestellt. Darüberhinaus wurden parallel auch mehrere Muscheln Th/U-datiert bzw. deren AAR-Werte gemessen. Es zeigte sich bisher jedoch, daß die gegenwärtige stratigraphische

Aussagefähigkeit sowohl von Th/U-Datierungen als auch von AAR-Messungen immer noch sehr eingeschränkt ist. Auf diese Problematik wird an anderer Stelle eingegangen werden (SCHELLMANN in Vorb.). Trotz der großen Streubreite der ESR-Alter innerhalb eines stratigraphisch gleichalten Strandwall-Systems bestätigen die unterschiedlichen Altershäufungen klar die morpho- und pedostratigraphischen Befunde, daß im T1- bis T3-Niveau Strandwall-Systeme aus verschiedenen Interglazialen erhalten sind. Auch die ESR-Alter der aus der T2₍₇₎-Terrasse geborgenen Muscheln bestätigen ihre bereits vorletztinterglaziale Bildung, obwohl ihre Oberfläche tiefer liegt als die der letztinterglazialen T3₍₅₎-Terrasse. Zwar reicht die Genauigkeit von ESR-Datierungen aragonitischer Muscheln bisher nicht aus, die innerhalb der Isotopenstufen 5 und 7 bekannten Submaxima 5a, 5c, 5e und 7a, 7c, 7e zu datieren, jedoch ist aufgrund ihrer stratigraphischen Position (SCHELLMANN in Vorb.) davon auszugehen, daß die T3₍₅₎- und die T4₍₇₎-Strandwalle Bildungen des letzt- bzw. des vorletztinterglazialen Transgressionsmaximums sind. Die jeweils zur heutigen Küste hin vorgelagerten tieferen vorletzt- und letztinterglazialen Strandwall-Systeme sind dagegen als regressive Bildungen bei bereits fallendem Meeresspiegel anzusehen.

Älter als das vorletzte Interglazial sind die ca. 28-31 m ü. mTw hohen T5-Strandwalle. Die aus ihnen als Lesefunde geborgenen Muscheln besitzen durchweg ESR-Alter von ≥ 250.000 BP (Abb. 6). Unter Berücksichtigung von methodischen Schwierigkeiten der ESR-Datierung in diesem Altersbereich weisen sowohl die vorliegenden Datierungen als auch der stratigraphische Kontext auf eine Bildung des T5-Systems während eines mittelpleistozänen Transgressionsmaximums um mindestens 300.000 BP hin.

Die größte Ausdehnung und die größte Entfernung von der aktuellen Küstenlinie besitzen die bereits stärker erodierten Strandwalle des T6-Komplexes in einer Höhenlage von 35-43 m ü. mTw. Weiter landeinwärts folgen noch weitere altquartäre Strandwall-Systeme bis in eine Höhe von mehr als 80-100 m ü. M. Die aus den stark kalkverkitteten, matrixarmen Kiesen der T6-Strandwalle westlich der Siedlung Bustamante und auf der Península Aristizábal geborgenen Einzelschalen von Muscheln (Abb. 4: Lokalitäten Pa 60, Pa 5) besitzen ESR-Alter von >290.000 BP. Ähnliche ESR-Alter an Mollusken aus entsprechenden marinen T6-Terrassensedimenten ca. 30-40 km nordöstlich der Siedlung Bustamante ermittelte RADTKE (1989: 93). Sie sprechen für eine Bildung des T6-Komplexes sicherlich vor dem vorletzten Interglazial während eines älteren mittelpleistozänen Meeresspiegelniveaus.

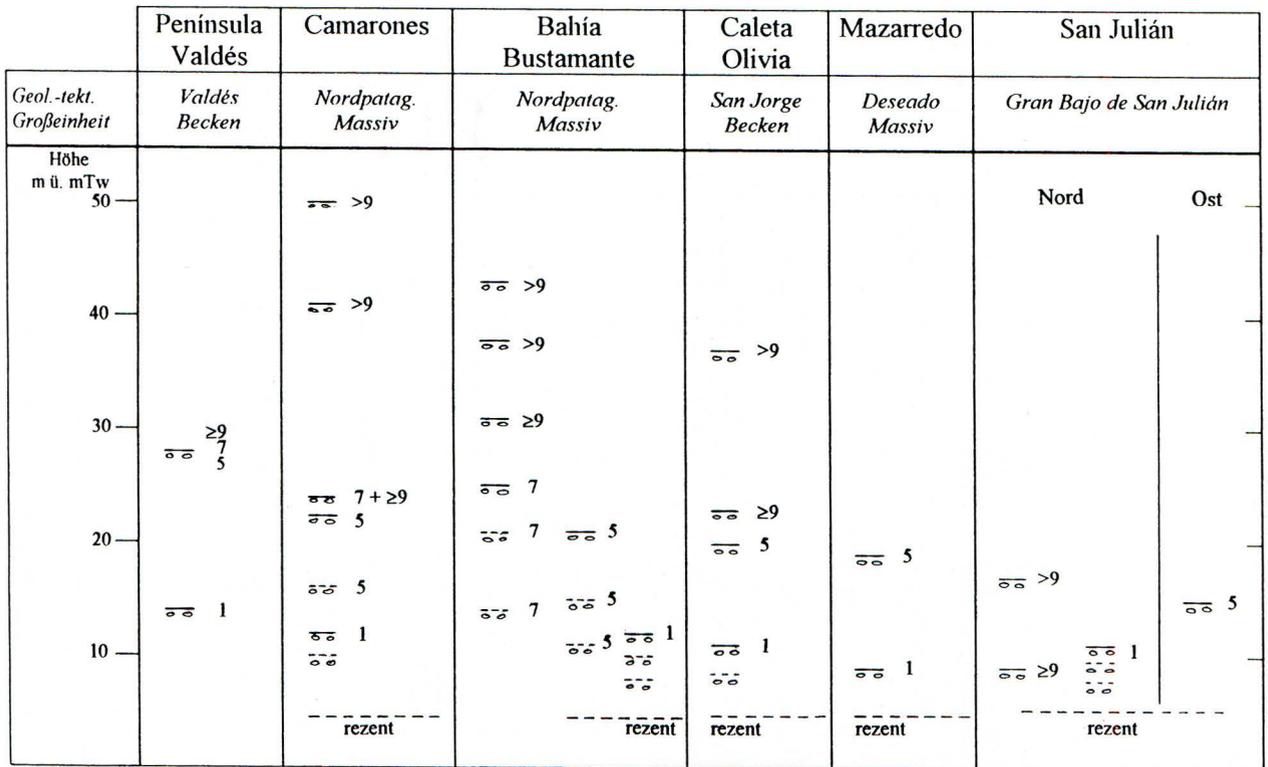
4. Tektonik und Meeresspiegelveränderungen entlang der südpatagonischen Küste im jüngeren Quartär

Die im Bereich der Bahía Bustamante durchgeführten geomorphologischen und geochronologischen Untersuchungen belegen, daß eine altimetrische Zuordnung einzelner mariner Strandablagerungen in das bisherige dreistufige Schema von FERUGLIO (1947, 1959) und CIONCHI (1984, 1987) nicht möglich ist. Vielmehr sind in diesen drei bekannten Systemen mehrere unterschiedlich alte Strandwall-Systeme zusammengefaßt. Selbstverständlich findet man in anderen Küstenlokalitäten häufig nur einzelne dieser Strandwall-Systeme wieder. Entweder wurden sie dort postsedimentär erodiert oder wegen ungünstiger Sedimentationsbedingungen gar nicht gebildet.

Im Zusammenhang mit der Frage nach ihrer Genese wurde bereits festgestellt, daß die den Strandwällen des letzt- und vorletztinterglazialen Transgressionsmaximums konkordant vorgelagerten tieferen Strandwalle als regressive Bildungen bei bereits abfallendem letztinterglazialen Meeresspiegel gebildet wurden. Damit stellt sich aber die weitergehende Frage nach der Ursache der relativen Meeresspiegelveränderungen, wie sie in den verschiedenen hohen Strandwall-Systemen dokumentiert sind. Als potentielle Verursacher der im Laufe des Jung- und Mittelquartärs entlang der südpatagonischen Küste mehrfach stattgefundenen Meeresspiegelveränderungen sind neben kleinräumig begrenzten lokalen Einflüssen vor allem allgemein tektonische, glazialisostatische, tektonisch-eustatische (Volumenveränderung der Weltmeere) und/oder glazialeustatische (klimatische) Steuerungsfaktoren zu beachten. Sie können sowohl als Einzelfaktoren als auch in Kombination relative Meeresspiegelveränderungen auslösen.

Betrachtet man die Oberflächenerhebung der höchsten letztinterglazialen Terrassen (Abb. 7), so fällt auf, daß sie heute in den untersuchten Küstenräumen von Camarones im Norden bis zur Küstenlokalität Mazarredo im Süden eine Erhebung um 20 m ü. mTw besitzen. Da nach bisheriger Kenntnis der letztinterglaziale Meeresspiegel global gesehen im Bereich oder nur wenige Meter höher lag als der gegenwärtige Meeresspiegel (u. a. LAMBECK & NAKADA 1992), ist deren deutlich höhere Lage über Meer sicherlich primär tektonisch bedingt. Daher ist für diese Küstenbereiche Südpatagoniens seit dem letzten Interglazial von einer großräumigen tektonischen Heraushebung auszugehen. Die große Längserstreckung dieser Hebungszone und das nach bisheriger Kenntnis weitgehende Fehlen junger Bruchstrukturen sprechen für eine langsame, längeranhaltende Hebungsrates. Bei Annahme einer kontinuierlichen Heraushebung wäre eine mittlere Hebungsrates von lediglich ca. 0,15 mm/a bzw. 0,15 m/1000a notwendig, um die aktuelle Höhenlage der letztinterglazialen Terrassen in diesen Küstenab-

Abb. 7: Höhenlage jung- und mittelquartärer Strandwälle entlang der südpatagonischen Küste.



Zahlen = Isotopenstufen

schnitten allein tektonisch zu erklären. Zumindest in den Küstenabschnitten Camaronos und Bahía Bustamante hat sich auch im Zeitraum zwischen dem vorletzten und dem letzten Interglazial keine stärkere Heraushebung ereignet. Daher besitzen dort die während des letzt- und des vorletztinterglazialen Transgressionsmaximums gebildeten Strandwälle eine lediglich um ca. 4 m differierende Oberflächenerhebung (s. o.). Wegen der gleichen Oberflächenerhebung letzt- und vorletztinterglazialer mariner Terrassen auf der nördlich gelegenen Península Valdés (SCHELLMANN in Vorb.), ist davon auszugehen, daß der Meeresspiegel während des letzt- und vorletztinterglazialen Transgressionsmaximums in etwa gleich hoch gewesen ist. Daraus ergibt sich für die in den südlich gelegenen Küstenabschnitten Camaronos und Bahía Bustamante erhaltenen vorletztinterglazialen T4(7)-Strandwälle, daß sie bis zum letztinterglazialen Transgressionsmaximum geringfügig herausgehoben wurden und zwar bei Annahme einer kontinuierlichen Hebungsrates in der Größenordnung von 0,05 mm/a bzw. 0,05 m/1000a.

Neben diesen im Jung- und Mittelquartär tektonisch gesehen relativ stabilen und durch geringe Heraushebung geprägten Küstenabschnitten Südpatagoniens existieren aber auch tektonisch sich anders verhaltene Küstenareale. Während im Bereich der Península Valdés die dort erhaltenen jung- und mittelpleistozänen Terrassen eine annähernd gleichhohe Oberfläche besitzen, sind die im Küstenabschnitt San Julián erhaltenen

jung- und mittelquartären Terrassen stärker bruchtektonisch verstellt. Dort liegen Strandablagerungen des älteren Mittelpleistozäns in extrem niedriger Höhe über dem heutigen Meeresspiegel. Hier ist also noch weniger als in den anderen südpatagonischen Küstenräumen eine altimetrische Korrelation jung- und mittelpleistozäner Terrassen möglich. Entgegen der Annahme von CODIGNOTTO et al. (1992) zeigt die Verbreitung dieser neotektonisch sich unterschiedlich verhaltenden Küstenräume keine Beziehung zur geologisch-tektonischen Großgliederung des prätertiären Sockels mit seinen Hochgebieten und Beckenzonen. So liegen nach ZAMBRANO & URIEN (1970) sowie URIEN & ZAMBRANO (1973) nicht nur Camaronos, Bahía Bustamante und Mazarredo innerhalb mesozoisch/alttertiärer Hochgebiete, sondern auch San Julián. Ebenso liegt nicht nur die Küste bei Caleta Olivia, sondern auch die Caleta Valdés innerhalb alter Beckenzonen (Abb. 7).

Verglichen mit anderen Küstenräumen auf der Erde sind jedoch große Bereiche der südpatagonischen Küste mindestens seit dem jüngeren Mittelpleistozän tektonisch relativ stabil. Daher sind sie besonders geeignet, um mit Hilfe der erhaltenen Strandablagerungen Paläomeeresspiegelhöhen abzuschätzen. Eine Voraussetzung hierfür ist zunächst die genaue Datierung der Strandablagerungen, was bisher dank der ¹⁴C-Altersbestimmungsmethode nur für das Holozän möglich ist.

Die Abschätzung holozäner Meeresspiegelhöhen ist

Abb. 8: ¹⁴C-Alter und Höhenlage holozäner Strandwall-Systeme an der südpatagonischen Küste.

	Camaronos	Bahía Bustamante	Caleta Olivia	Mazarredo	Puerto Deseado	San Julián
Geol.-tekt. Großeinheit	Nordpatag. Massiv	Nordpatag. Massiv	San Jorge Becken	Deseado Massiv	Deseado Massiv	Gran Bajo de San Julián
Höhe m ü. h Tw						
10						
8	I	I → 8.090 I → 6.760	I		I	
6	I 2.700 I 2.600	I	I 5.380	I 5.900 I 5.300		I
4	I		I		I 1.520	I 1.780
2	I		I		I 1.350	
0	↑ rezent	↑ rezent	↑ rezent	↑ rezent	↑ rezent	↑ rezent

¹⁾ kiesig-sandige Strandablagerungen: * 5.800 BP, 5.750 BP

Zahlen = ¹⁴C-Jahre BP

selbstverständlich nur möglich, sofern größere tektonische Verstellungen auch für diesem Zeitraum ausgeschlossen werden können. Da entlang der südpatagonischen Küste von Camaronos im Norden bis nach Feuerland im Süden Strandablagerungen aus dem jüngeren Atlantikum bekannt sind, die heute in vergleichbarer Höhe nur wenige Meter über dem aktuellen Meeresspiegel liegen (s. u.), ist aufgrund der großen Küstenlänge eine primär tektonische induzierte Bildung dieser fossilen Strandablagerungen sicherlich auszuschließen. Auch eine nach Süden zunehmende glazialisostatische Heraushebung der Küste Südpatagoniens und Feuerlands, wie sie häufiger in der Literatur angenommen wird, hat sicherlich in bedeutendem Ausmaß nicht stattgefunden (s. u.). Da ferner davon auszugehen ist, daß auch im älteren Holozän an der in der Westwindzone gelegenen südpatagonischen Küste in den Grundzügen ähnliche Windverhältnisse wie rezent geherrscht haben dürften, dafür spricht beispielsweise die dortige Verbreitung spätglazial/holozäner Aschlagen chilenischer Vulkaneruptionen (STERN 1990), ist die Oberflächenerhebung der älterholozänen Strandwall-Systeme und Strandablagerungen im Vergleich zur Höhenlage aktuell gebildeter Strandwälle und Strandablagerungen im wesentlichen ein Ergebnis von eustatischen (glazial- und/oder tektonisch-eustatischen) Veränderungen der Meeresspiegelhöhe. Die Küstenlinie hat sich in diesem Zeitraum an den untersuchten Lokalitäten kaum verändert.

Aktuell gebildete Strandwälle, deren rezentes Alter eindeutig an der Mündung größerer Cañadones und Arroyos zu erkennen ist, da sie dort bei Starkniederschlägen immer wieder erodiert werden, besitzen innerhalb der untersuchten südpatagonischen Küstenabschnitte eine Oberflächenhöhe bis zu 2 m ü. hTw (über höchstem Tidenhochwasser). Auch die Oberflächen

subrezenter Strandwälle bei Puerto Deseado und San Julián (Abb. 8; RADTKE 1989: 94), die nach ¹⁴C-Altern eingelagerter Muscheln um ca. 1.400-1.800 BP gebildet wurden, liegen nur geringfügig höher. Eine deutlich höhere Oberfläche besitzen dagegen die 5,5-6,5 ü. hTw hohen Strandwälle bei Camaronos (Abb. 8), deren Bildung um 2.700 BP stattfand. Sie liegen höher als die dort landeinwärts erhaltenen bis 4 m ü. hTw hohen Strandablagerungen des jüngeren Atlantikums und in ähnlicher Höhe wie die bis 5,5 m bzw. 6,5 m ü. hTw hohen jungatlantischen Strandwälle bei Caleta Olivia und bei Mazarredo (Abb. 8).

Unter Berücksichtigung, daß in den Untersuchungsgebieten die Oberflächen rezenter Strandwälle ca. 2 m über dem derzeitigen maximalen Tidenhochwasser liegen, die Oberflächen kiesig-sandiger Strandablagerungen in geschützten Buchten, Flußmündungen und Lagunen aber auf den Tidenhochwasserspiegel ausgerichtet sind, ergeben sich bei Extrapolation dieser Verhältnisse ins Holozän hinein folgende Paläo-Meeresspiegelhöhen. Sowohl für den Zeitraum um 2.700 BP als auch für das jüngere Atlantikum (um ca. 5.300-5.900 BP) ist von einem ca. 3,5-4,5 m höheren Meeresspiegel auszugehen. Nach SCHNACK (1993) lag der Meeresspiegel um 5.000 BP an der argentinischen Küste bei Mar del Plata 2,5 m höher. PORTER et al. (1984) berechnen an der Atlantikküste Feuerlands für den Zeitraum um 5.000-6.000 BP einen 3,5 m höheren Meeresspiegel. Auch die Höhenlage der im Bereich des Beagle-Kanals verbreiteten holozänen Strandterrassen, wie sie u. a. von GORDILLO et al. (1992; 1993) sowie URIEN (1966) beschrieben wurden, weichen in den Grundzügen nicht wesentlich von den Oberflächenerhebungen entsprechend alter Strandwall-Systeme an der südpatagonischen Küste ab. Dort liegen beispielsweise die Oberflächen jungatlantischer Terrassen im

Bereich von 8 m über heutigem mittlerem Meeresspiegel (GORDILLO et al. 1992; 1993; URIEN 1966), was umgerechnet auf den dortigen maximalen Tidenhochwasserspiegel eine Höhe von ca. 7 m ü. hTw ergibt. Damit kann aber weder RABASSA et al. (1989), noch GORDILLO et al. (1992: 50f.) sowie GORDILLO et al. (1993: 895) gefolgt werden, daß die Höhenlage holozäner Strandablagerungen auf Feuerland vor allem glazial-isostatisch und neotektonisch verursacht ist. Vielmehr scheinen sie auch dort primär als Folge eines glazialeustatisch bedingten höheren Meeresspiegels gebildet worden sein. Eine postatlantisch erneute Erhöhung des Meeresspiegels im Zeitraum um 2.700 BP - wie er in den entsprechend hohen Strandwällen bei Camarones dokumentiert ist (Abb. 8) - war bisher von der argentinischen Küste nicht bekannt. In der regionalen Literatur (u. a. GONZALEZ & WEILER 1994) geht man derzeit davon aus, daß seit ca. 5.000 BP der Meeresspiegel relativ gesehen kontinuierlich gefallen ist. Betrachtet man die ^{14}C -Alter der aus den am höchsten gelegenen holozänen Strandwallvorkommen datierten Muscheln (Abb. 8), so weisen sie daraufhin, daß das holozäne Transgressionsmaximum an der südpatagonischen Küste anscheinend nicht erst zwischen 5.000-6.000 BP erreicht wurde (u. a. GONZALES & WEILER 1994, SCHNACK 1993), sondern bereits im älteren Atlantikum. Für eine genauere zeitliche Eingrenzung dieses frühatlantischen holozänen Transgressionsmaximums sind jedoch noch weitere Altersdatierungen notwendig. Im Zuge dieses frühen holozänen Meeresspiegelhochstandes wurden in den Küstenabschnitten Camarones und Bustamante die dort weit verbreiteten rd. 8,5 m ü hTw hohen $\text{T1}_{(1)}$ -Strandwälle gebildet. Sie deuten selbst bei Berücksichtigung einer schwachen tektonischen Heraushebung dieses Raum in der Größenordnung von 0,2 mm/a (s. o.) auf einen mindestens 4-5 m höheren Meeresspiegel hin. Gegen eine lokal auf die Küstenbereiche Camarones und Bahía Bustamante begrenzte verstärkte holozäne Hebungsratespricht, daß auch mehrere hundert Kilometer weiter südlich bei Caleta Olivia ein vergleichbar hohes holozänes Strandwall-System erhalten ist, daß vor dem jüngeren Atlantikum (älter als 5.400 BP) gebildet wurde (Abb. 8).

Im Zuge eustatischer Meeresspiegelschwankungen entstanden aber nicht nur im Holozän, sondern auch in den beiden vorangegangenen Interglazialen mehrere Strandwall-Sequenzen mit unterschiedlicher Oberflächenerhebung. In den meisten Küstengebieten Südpatagoniens mit ihrer im Jung- und Mittelpleistozän geringen tektonischen Heraushebung sind die eustatischen Meeresspiegelschwankungen die wesentliche Ursache dafür, daß dort Strandwall-Systeme der verschiedenen letzt- und vorletztinterglazialen Meeresspiegelhochstände auch ein annähernd gleiches Oberflächeniveau besitzen können. Deshalb ist trotz der generellen Tendenz zur schwachen tektonischen Heraushebung eine altimetrische Korrelation jung- und mittelpleistozäner Terrassen in diesen Räumen nicht möglich. Hinzu kommt, daß neben den tektonisch relativ stabilen Küstenräume bzw. denen mit leichter Hebungstendenz kleinräumig Küstenareale mit junger

Bruchtektonik existieren wie im Bereich von San Julián. Dort sind die jung- und mittelquartären Strandablagerungen unterschiedlich stark verstellt, so daß ihre aktuellen Höhenlagen derzeit weder tentative Aussagen zum Alter zulassen noch die Möglichkeit der Abschätzung von Paläo-Meeresspiegeln bieten.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen des BMFT-Projektes „Ozean-Eis-Atmosphäre“ (Fkz: 03PL504B) konnte in den Jahren 1992-1995 eine stratigraphische Neuaufnahme und Altersdatierung mariner Terrassen an mehreren Lokalitäten entlang der südpatagonischen Küste (Península Valdés, Camarones, Bahía Bustamante, Caleta Olivia, Mazarredo, San Julián) vorgenommen werden. Die Untersuchungen erfaßten vor allem die dort erhaltenen mittel- und jungquartären Strandwall-Lagunen-Systeme. Die morpho- und pedostratigraphische Neuaufnahme dieser Küstenräume wurde ergänzt durch die Datierung zahlreicher fossiler Muscheln mit Hilfe verschiedener Altersbestimmungsmethoden (^{14}C -, ESR-, AAR- und Th-/U-Datierungen). Danach zeichnet sich ab, daß dort neben mehreren unterschiedlich hohen holozänen Strandwällen bis zu drei letztinterglaziale und mindestens drei vorletztinterglaziale Strandwallsysteme existieren. Im Hinterland folgen häufig weitere Strandablagerungen des älteren Quartärs, deren Untergliederung und Altersdatierung noch offen ist. Außerhalb junger Senkungsräume wie im Küstenraum San Julián besitzen die jung- und mittelquartären Strandwälle, sofern sie während der jeweiligen maximalen interglazialen Meeresspiegelhochstände gebildet wurden, mit zunehmenden Alter eine wenige Meter höhere Oberfläche - ein Hinweis auf die im jüngeren Quartär relativ geringe Hebungstendenz der südpatagonischen Küste. Ebenso wie seit dem maximalen holozänen Meeresspiegelhochstand des frühen Atlantikums wurden mit Ausgang der beiden vorhergehenden interglazialen Meeresspiegelhochstände und der einsetzenden eustatisch bedingten Meeresregression weitere jüngere und tieferliegende Strandwälle gebildet. Aufgrund der vorherrschenden geringen Heraushebung der südpatagonischen Küste im jüngeren Quartär können daher heute in verschiedenen Küstenlokalitäten (u. a. Camarones, Bahía Bustamante) holozäne und letztinterglaziale sowie letzt- und vorletztinterglaziale Strandablagerungen durchaus in annähernd gleicher Höhenlage liegen. In jungen Senkungsräumen wie im Küstenraum San Julián besitzen die ältesten holozäne Strandwälle sogar eine annähernd gleichhohe Oberfläche wie landeinwärts erhaltene Strandablagerungen des älteren Mittelpleistozäns. Daher ist dort noch weniger als in den nördlich gelegenen tektonisch stabileren südpatagonischen Küstengebieten Südpatagoniens eine altimetrische Korrelation jung- und mittelquartärer mariner Terrassen möglich.

Summary

A new stratigraphic record and dating (^{14}C -, ESR-, AAR- and Th-/U-dating of fossil molluscs) was carried out between 1992-1995 at several localities along the southern Patagonian coast (Peninsular Valdés, Camarones, Bahía Bustamante, Caleta Olivia, Mazarredo, San Julian). It shows that in the Late Quaternary there were built apart from several Holocene beach ridges of differing height up to three latest interglacial and at least three penultimate interglacial beach ridge systems. In the hinterland one can often find further beach deposits dating from the Early Quaternary. The subdivision and dating, however, is still unsettled. Outside the young subsidence areas, as in the San Julian region, the Late and Middle Quaternary beach ridges - as long as they were built during the maximal interglacial sea levels - show with increasing age a slightly higher surface (a few meters). This underlines that for this period a relatively low uplift tendency existed along the coast of southern Patagonia. Because of this low uplift rate in the Upper Quaternary during the Holocene, last interglacial and penultimate interglacial sea level maxima beach ridges were deposited in a comparable altitude, e. g. at Camarones or Bahía Bustamante. In areas of relatively young subsidence, e. g. at San Julian, the oldest Holocene beach ridges reach a comparable altitude as an older Middle Quaternary beach deposit in the hinterland. This implies that here an altimetric correlation between Late and Middle Quaternary terraces is even less practicable than along the tectonically more stable coast further north in southern Patagonia.

Literaturverzeichnis

- BEROS, C. A., CODIGNOTTO, J. O. & TREBINO, L. G. (1988): Nuevo método cronostratigráfico, morfo-cronología en secuencia deposicional cordoni-forme.- *Asoc. Geol. Argentina, Rev. XLII* (3-4): 462-468; Buenos Aires.
- BUJALESKY, G. G., GORDILLO, S., PIRAZZOLI, P. A., RABASSA, J. O. & SALIÈGE, J. F. (1992): Holocene raised beaches along the northern coast of the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina.- *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **99**: 41-54; Amsterdam.
- CIONCHI, J. L. (1987): Depositos Marinos Cuaternarios de Bahía Bustamante, Provincia del Chubut.- *Asociación Geológica Argentina, Rev. XLII* (1-2): 61-72; Buenos Aires.
- CIONCHI, J. L. (1988a): Geomorfología de Bahía Bustamante y zonas adyacentes, Chubut.- *Asociación Geológica Argentina, Rev. XLIII* (1-2): 51-62; Buenos Aires.
- CIONCHI, J. L. (1988b): Análisis y caracterización de Pendientes en Bahía Bustamante y zonas adyacentes, Chubut.- *Asociación Geológica Argentina, Rev. XLIII* (2): 231-238; Buenos Aires.
- CLAPPERTON, C. M. (1993): *The Quaternary Geology and Geomorphology of South America*.- Amsterdam (Elsevier).
- CODIGNOTTO, J. O., KOKOT, R. R. & MARCOMINI, S. C. (1992): Neotectonism and sea level changes in the coastal zone of Argentina.- *Journal of Coastal Research*, **8**: 125-133; Fort Lauderdale (Florida).
- CORONATO, A. M. J., GORDILLO, S. & RABASSA, J. O. (1993): Late Quaternary evolution of a subantarctic paleofjord, Tierra del Fuego.- *Quaternary Science Reviews*, **12**: 889-897; London.
- FAIRBRIDGE, R. W. & RICHARDS, H. G. (1970): Eastern coast and shelf of South America (1).- *Quaternaria*, **12**: 47-55; Rom.
- FAIRBRIDGE, R. W. & NEWMAN, W. S. (1986): The management of sea-level rise.- *Nature*, **320**: 319-321; London.
- FASANO, J. L., DEL RÍO, J., ISLA, F. I., RADTKE, U., RUTTER, N. & SCHNACK, E. J. (1989): Correlation and dating of Quaternary littoral zones along the coast of Patagonia and Tierra del Fuego.- *Quaternary Science Reviews*, **8**: 213-234; London.
- FASANO, J. L., ISLA, F. I. & SCHNACK, E. J. (1983): Un análisis comparativo sobre la evolución de ambientes litorales durante el Pleistoceno tardío-Holoceno: Laguna Mar Chiquita (Buenos Aires) - Caleta Valdés (Chubut).- *Simposio "Oscilaciones del nivel del mar durante el último hemicycle deglacial en la Argentina"*. CONICET, CAPICG, IGCP **61**: 27-47; Mar del Plata.
- FASANO, J. L., ISLA, F. I. & SCHNACK, E. J. (1987): Late Quaternary sea levels in the Argentine coast.- *Late Quaternary sea-level correlation and applications*, 19-30 July 1987: IGCP Project 200, Progr. Abstr.; Halifax (Canada).
- FERUGLIO, E. (1947): Nueva contribución al estudio de las terrazas marinas de la Patagonia.- *Soc. Geol. Arg. Rev.*, **II**: 223-238; Buenos Aires.
- FERUGLIO, E. (1950): Las Terrazas Marinas. In: FERUGLIO, E.: *Descripción Geológica de la Patagonia*, Tomo III, Cap. XXV: 74-164; Buenos Aires.
- GONZALES, M. A. & WEILER, N. E. (1994): Argentinian Holocene Transgression: Sidereal Ages.- *Journal of Coastal Research*, **10**(3): 621-627; Fort Lauderdale (Florida).
- GRÜN, R. (1989): Die ESR-Altersbestimmungsmethode. - 132 S.; Berlin (Springer Verl.).
- HEUSSER, C. J., PORTER, S. C. & STUIVER, M. (1984): Holocene Sea-level changes along the Strait of Magellan and Beagle Channel, Southernmost South America.- *Quaternary Research*, **22**: 59-67; New York.
- HEUSSER, C. J., RABASSA, J. R. & RUTTER, N. (1989): Late-glacial and Holocene of Argentine Tierra del Fuego. - *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, **7**: 327-351; Rotterdam.
- LAMBECK, K. & NAKADA, M. (1992): Constraints on the age and duration of the last interglacial period and on sea-level variations.- *Nature*, **357**: 125-128; London.
- RADTKE, U. (1989): Marine Terrassen und Korallenriffe- Das Problem der quartären Meeresspiegel-

- schwankungen erläutert an Fallstudien aus Chile, Argentinien und Barbados.- Düsseldorf Geographische Schriften, 27.- 245 S.; Düsseldorf.
- RADTKE, U., RUTTER, N. & SCHNACK, E. J. (1989): Untersuchungen zum marinen Quartär Patagoniens (Argentinien).- Essener Geographische Arbeiten, 17: 267-289; Paderborn.
- RUTTER, N., RADTKE, U. & SCHNACK, E. J. (1990): Comparison of ESR and Amino Acid data in correlating and dating Quaternary littoral zones along the Patagonian coast.- Journal of Coastal Research, 6: 391-411; Fort Lauderdale (Florida).
- SCHNACK, E. J. (1993): The vulnerability of the east coast of South America to sea level rise and possible adjustment strategies.- In: BARROW, E. M., WARRICK, R. A., & WIGLEY, T. M. (eds.): Climate and sea level change: observations, projections and implications: 336-348; Cambridge (Univ. press).
- STERN, C. R. (1990): Tephrochronology of Southernmost Patagonia.- National Geographic Research, 6: 110-126; Washington.
- URIEN, C. M. (1966): Edad de algunas playas en la Península de Ushuaia y su relación con el ascenso costero, post-glaciario.- III Jornadas Geológicas Argentinas, 2: 35-42.
- ZAMBRANO, J. J. & URIEN, C. M. (1970): Geological outline of the basins in Southern Argentina and their continuation off the Atlantic Shore.- Journal of Geophysical Research, 75 (8): 1363-1396.
- ZAMBRANO, J. J. & URIEN, C. M. (1973): The Geology of the basins of the Argentine continental margin and Malvinas Plateau.- In: NAIRN, E.M. & STEHLI, F.G. (eds.): The Ocean basins and margins. Vol. 1. The South Atlantic: 135-169; New York, London (Plenum press).

Autorenadresse:

Dr. Gerhard Schellmann
 Universität/GH Essen
 FB 9 - Geographisches Institut
 Universitätsstr. 2
 45117 Essen