

BERICHTE

aus dem Fachbereich Geowissenschaften
der Universität Bremen

SUB Göttingen 7
109 359 860



ZB 69470:2

Nr. 2

Hoffmann, G.

HOLOZÄNSTRATIGRAPHIE
UND KÜSTENLINIENVERLAGERUNG
AN DER ANDALUSISCHEN MITTELMEERKÜSTE

Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, Nr. 2
173 S., 47 Abb., 21 Tab., Bremen, 1988



ISSN 0931-0800

**Holozänstratigraphie und Küstenlinienverlagerung
an der andalusischen Mittelmeerküste**

**Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
am Fachbereich Geowissenschaften
der Universität Bremen**

**vorgelegt von
Gerd Hoffmann
Bremen 1987**

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand auf Anregung von Prof. Dr. H.D. SCHULZ, Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen.

Nach einer Küstenlinienforschung im Tal des Río de Vélez (30 km östlich der Stadt Málaga, SCHULZ 1983, 1987, SCHULZ, JORDT & WEBER 1987) wurde beschlossen, diese auf die gesamte mediterrane Küste Andalusiens auszuweiten zu dem Projekt "Holozäner Erosions- und Sedimentationsverlauf zwischen Küste und Kordillere in Südspanien in seiner Bedeutung für die archäologischen, besonders phönizischen Niederlassungen an der andalusischen Mittelmeerküste".

In diesem Rahmen entstand die vorliegende Dissertation.

Das Tal des Rio Sizandro in Portugal wurde 1986 zusätzlich ins Projekt aufgenommen.

Meinem Lehrer Prof. Dr. H.D. SCHULZ möchte ich für die fortwährend große Unterstützung dieser Forschungsarbeit sowie für die zahlreiche Diskussionen und Anregungen sehr herzlich danken.

Prof. Dr. H. SCHUBART hat am erfolgreichen Verlauf dieser Arbeit, besonders während meines insgesamt 15monatigen Aufenthalts auf der Iberischen Halbinsel, großen Anteil. Hierfür bedanke ich mich sehr herzlich.

Mein Dank gilt auch meinem archäologischen Kollegen in diesem Projekt Prof. Dr. O. ARTEAGA, Deutsches Archäologisches Institut Madrid und Colegio Universitario de Castellón de la Plana, für die gute Zusammenarbeit wie für die sehr hilfreiche Einführung in Andalusien.

Für die gute Zusammenarbeit im Gelände wie im Labor danke ich den Dipl.-Geologen H. DIBBERN (Geologisches Institut der Universität Kiel) sowie A.KÖLLING und F. KRACHT (beide Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen).

Dr. A. DAHMKE und Dipl. Geol. W. WEBER (beide Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen) waren besonders bei der Vorbereitung des Projektes stets zu Diskussionen bereit.

Frau J. SALAMON und HERR J. LIPPKE waren bei der Durchführung der Laborarbeiten sehr hilfreich. Dr. C. SAMTLEBEN, Dr. R. WILLMANN und Dr. N. MOSTAFAWI bestimmten die Mikro- und Makrofossilien. Herr W. REIMANN und Frau U. SCHULDT waren wesentlich am Gelingen der Aufnahmen am Rasterelektronenmikroskop und den Fototafeln beteiligt. Ihnen möchte ich stellvertretend für alle hier nicht namentlich aufgeführten Mitarbeiter des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Kiel danken, die meine Arbeit in den Jahren 1985 und 1986 unterstützt haben.

Frau Dr. Ph. KALB, Frau B. VON BERNUTH, Herr Dr. M. KUNST, Frau Dr. S. NOACK, Herrn J. FERNANDEZ und Dr. M. HÖCK möchte ich stellvertretend für die Kollegen in den Deutschen Archäologischen Instituten in Madrid und Lissabon für ihre Hilfe danken.

Bei der Durchführung der Geländearbeiten waren Herr A. VALCARCEL, Torre del Mar und im Sommer 1986 auch Herr P. WOHLTHAT, Kiel, eine große Hilfe. Die Bohrungen im Sizandro-Tal in Portugal wurden gemeinsam

mit F.A. GONCALVEZ und L. TRINDADE durchgeführt. Bei der Erstellung des Bohrverzeichnisses war Dr. U. STACHOW, Institut für Landschaftsökologie der Universität Kiel, behilflich.

Folgende Kollegen auf der Iberischen Halbinsel haben meine Arbeiten sehr unterstützt: L. TRINDADE (Museu de Torres Vedras), Prof.Dr. C. MARTINEZ PADILLA (Colegio Universitario de Almeria), Dr. A. ALVAREZ (Almeria), A. RODRIGUEZ und A. FERNANDEZ (Ayuntamiento de Cuevas de Almanzora), Dr. F. MOLINA, Dr. A. MALPICA, Dr. J.C. BALANYA, Dr. F. CARRION (Universidad de Granada), Prof. Dr. E. FERRE, Prof. Dr. P. FERRER (Universidad de Málaga), Dr. L. LINARES GIRELA (Adaro, Málaga), L. ALVAREZ (Málaga), J. RAMOS (Torre del Mar), Prof. Dr. F. DEL OLMO (Universidad de Sevilla), Dr. P. CRESSIER (C.S.I.C., Madrid), Prof. Dr. D. RUIZ-MATA (Universidad Autónoma de Madrid), Dr. C. ZAZO (Universidad Complutense de Madrid), A. RECIO (Diputación de Málaga), M. CORRALES (Delegación provincial de cultura, Málaga), L. PERDIGONEZ (Delegación provincial de cultura, Cádiz).
Ihnen allen möchte ich herzlich danken.

Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei vielen andalusischen und portugiesischen Landwirten, die mir die zahlreichen Bohrungen auf privatem Gelände ermöglicht haben.

Für die Arbeitsgenehmigungen danke ich

- der Dirección de Bellas Artes de la Junta de Andalucía für die Arbeitsgenehmigung, besonders dem Direktor General, B. RUIZ GONZALEZ und
- der Camara Municipal de Torres Vedras, besonders Dr. A. C. NUNES CARNEIRO.

Der Volkswagen-Stiftung, die dieses Projekt im Rahmen des Schwerpunktes Archäometrie großzügig gefördert hat, möchte ich ebenfalls danken.

Besonders herzlich bedanken möchte ich mich bei Frau Brunhild HANSEN-SCHMIDT, Kiel, die mich sowohl im Gelände bei einem Großteil der Bohr- und Vermessungsarbeiten als auch durch zahlreiche Diskussionen sehr unterstützte.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Thematischer Rahmen	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Vorgeschichte des Projektes	1
1.3	Ursachen der Küstenlinienverlagerung	2
2.	Geographischer Rahmen des Arbeitsgebietes	2
2.1	Mittelmeerküste Andalusiens	3
2.1.1	Geographie und Orographie	3
2.1.2	Morphologie des Sublitorals	5
2.1.3	Klima ✕	7
2.1.4	Winde, Strömungen und Tiden ✕	10
2.1.5	Bodenbildung, Vegetation und Landnutzung	11
2.1.5.1	Holozäne Talaue	11
2.1.5.2	Hinterland	12
2.2	Atlantikküste Mittelportugals	12
2.2.1	Geographie und Orographie	12
2.2.2	Morphologie des Sublitorals	13
2.2.3	Klima	13
2.2.4	Winde, Strömungen und Tiden	13
2.2.5	Bodenbedeckung, Vegetation und Landnutzung	15
2.3	Physisch-geographischer Vergleich der Mittelmeerküste Andalusiens mit der Atlantikküste Mittelportugals	15
3.	Methodik	17
3.1	Gelände	17
3.1.1	Kartierung der holozänen Sedimente, Karten- und Luftbildgrundlagen	17
3.1.2	Erforschung der Holozän-Stratigraphie durch Bohrungen	17
3.1.2.1	Eijkelkamp-Handbohrgerät, Funktionsweise und Einsatzgrenzen	17
3.1.2.2	Lokalisierung und Höheneinmessung der Bohrpunkte	18
3.1.2.3	Makroskopische Sedimentansprache	19
3.1.3	Geologische Kartierung des Hinterlandes	19
3.2	Labor	20
3.2.1	Altersbestimmung mit der Radiokarbon-Methode	20
3.2.2	Altersbestimmung mit archäologischen Keramikfragmenten	20
3.2.3	Paläontologische Untersuchungen	21
3.2.4	Sedimentologische Untersuchungen	22
3.3	Einbeziehung prähistorischer, archäologischer und historischer Untersuchungsergebnisse in die geologischen Forschungsergebnisse	22
4.	Abriß der geologischen Entwicklung der Iberischen Halbinsel	24
4.1	Zur Geologie der südostspanischen Küstenregion	24
4.2	Zur Geologie der Atlantikküste Portugals	26
4.3	Klima, Vegetation und Meeresspiegelanstieg im Holozän	26

5.	Holozäne Landschaftsgenese der untersuchten Flußtäler	28
5.1	Flußtäler des südostspanischen Trockengebietes - Tertiärbecken von Vera -	28
5.1.1	Lithologie, Relief und Klima der Einzugsgebiete	28
5.1.2	Rio Almanzora	29
5.1.2.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	31
5.1.2.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	31
5.1.2.3	Ablagerungsmilieu	33
5.1.2.4	Datierung der holozänen Sedimente	33
5.1.2.5	Holozäne Küstenlinienentwicklung	33
5.1.3	Rio Antas und die Ebene südlich des Cabezo Largo	37
5.1.3.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	37
5.1.3.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	37
5.1.3.3	Ablagerungsmilieu	40
5.1.3.4	Datierung der holozänen Sedimente	40
5.1.3.5	Tektonik	42
5.1.3.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	42
5.1.4	Rio Aguas	42
5.2	Flußtäler der Zone mit küstennahem Hochgebirge - zwischen den Städten Almería und Estepona -	44
5.2.1	Lithologie, Relief und Klima der Einzugsgebiete	44
5.2.2	Historische Forschungsergebnisse	44
5.2.3	Rio Andarax (Almeria)	45
5.2.3.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	45
5.2.3.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	45
5.2.3.3	Ablagerungsmilieu	47
5.2.3.4	Datierung der holozänen Sedimente	47
5.2.3.5	Holozäne Küstenlinienentwicklung	47
5.2.4	Rio Grande de Adra	49
5.2.4.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	49
5.2.4.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	49
5.2.4.3	Ablagerungsmilieu	49
5.2.4.4	Datierung der holozänen Sedimente	51
5.2.4.5	Für die Küstenlinienforschung bedeutende Ergeb- nisse der Siedlungssuche, historische Quellen und Karten	51
5.2.4.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	53
5.2.5	Rio Guadalfeo	54
5.2.5.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Bohrungen	54
5.2.5.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	54
5.2.5.3	Ablagerungsmilieu	58
5.2.5.4	Datierung der holozänen Sedimente	59

5.2.5.5	Für die Küstenlinienforschung bedeutende historische Karten und Quellen sowie Ergebnisse der Siedlungssuche	59
5.2.5.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	61
5.2.6	Rio Verde und Rio Seco (Almuñecar)	64
5.2.6.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	64
5.2.6.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	64
5.2.6.3	Ablagerungsmilieu	66
5.2.6.4	Datierung der holozänen Sedimente	66
5.2.6.5	Für die Küstenlinienforschung bedeutende Quellen, historische Karten und Ergebnisse der Siedlungssuche	66
5.2.6.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	69
5.2.7	Rio Jate (La Herradura)	72
5.2.8	Rio Higuerón und Rio Torrox	72
5.2.9	Rio Seco (Torre del Mar)	72
5.2.10	Rio de Vélez	76
5.2.11	Rio Guadalmedina (Málaga)	78
5.2.12	Rio Guadalhorce	81
5.2.12.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Bohrungen	81
5.2.12.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	83
5.2.12.3	Ablagerungsmilieu	86
5.2.12.4	Datierung der holozänen Sedimente	87
5.2.12.5	Für die Küstenlinienforschung bedeutende Erkenntnisse aus der Siedlungssuche und historische Karten	87
5.2.12.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	87
5.2.13	Rio Fuengirola	91
5.2.13.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	91
5.2.13.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	91
5.2.13.3	Ablagerungsmilieu	93
5.2.13.4	Datierung der holozänen Sedimente	94
5.2.13.5	Für die Küstenlinienforschung bedeutende historische Karten und Ergebnisse der Siedlungssuche	94
5.2.13.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	94
5.2.14	Rio Verde, Rio Guadalmina, Rio Guadalmanza	96
5.3	Flußtäler der südspanischen Flyschregion	98
5.3.1	Lithologie, Relief und Klima der Einzugsgebiete	98
5.3.2	Rio Guadiaro	98
5.3.2.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	98
5.3.2.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	100

5.3.2.3	Ablagerungsmilieu	100
5.3.2.4	Datierung der holozänen Sedimente	101
5.3.2.5	Für die Küstenlinienforschung bedeutende Ergebnisse der Siedlungssuche	101
5.3.2.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	103
5.3.3	Rio Guadarranque	105
5.3.3.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen	105
5.3.3.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	105
5.3.3.3	Ablagerungsmilieu	107
5.3.3.4	Datierung der holozänen Sedimente	107
5.3.3.5	Für die Küstenlinienforschung bedeutende Forschungsergebnisse der Siedlungssuche	109
5.3.3.6	Holozäne Küstenlinienentwicklung	109
5.4	Die Küstenregion Mittelportugals	111
5.4.1	Rio Sizandro	111
5.4.1.1	Untersuchung der holozänen Sedimente mit Bohrungen	113
5.4.1.2	Stratigraphie der holozänen Sedimente	113
5.4.1.3	Ablagerungsmilieu	113
5.4.1.4	Datierung der holozänen Sedimente	115
5.4.1.5	Holozäne Küstenlinienentwicklung	116
6.	Überblick über die Ergebnisse	119
7.	Zusammenfassung	124
8.	Literaturverzeichnis	125

Anhang: Exkurs über Quellen (vgl. 3.3)

Verzeichnis der Bohrungen

Historische Karten

Tafeln

1. Thematischer Rahmen

1.1 Problemstellung

Das Ziel dieser Untersuchung ist die Aufstellung einer Stratigraphie der holozänen Sedimente in den Flußtäälern der andalusischen Mittelmeerküste (Südspanien) und im Tal des Rio Sizandro (Portugal) (vgl. Abb. 1.1.).

Angestrebt ist eine Gliederung der Schichtenfolge nach Herkunft der Sedimente und nach dem zeitlichem Verlauf ihrer Ablagerung wie auch die Rekonstruktion der Ablagerungsmilieus. Parallel zur Erforschung des Sedimentationsverlaufs war die Entwicklung der Küstenlinien zu untersuchen und somit die holozäne Landschaftsgenese dieser zwei Küstenräume zu entwickeln.

Zur Frage nach der Herkunft der Holozänsedimente waren einige Täler geologisch zu kartieren. Durch die Betrachtung des Hinterlandes der Täler waren Relikte frühholozäner Bodenbildungen zu erkunden.

Ergänzend zur Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung der beiden Küstenräume sollen Daten zum Verlauf der Klima- und Vegetationsgeschichte im Holozän ermittelt werden. Besonderes Interesse in Hinblick auf diese Fragestellung galt der Erschließung von bisher unbekanntem Torfprofilen an der Mittelmeerküste Andalusiens.

Nur aus der Synthese geologischer, geographischer, botanischer und auch archäologisch-historischer Forschung kann eine ökologische Wertung der holozänen Landschaftsentwicklung erfolgen, da der Mensch in dieser Periode entscheidend in die natürlichen Vorgänge einzugreifen beginnt.

Hierzu soll diese Arbeit einen Beitrag leisten.

Schließlich sollen die geologischen Untersuchungsergebnisse mit denen der Archäologie zu einer holozänen Landschaftsgeschichte und Besiedlungsgeschichte des Menschen zusammengefaßt werden, die von möglichst vielen Daten zur Klima- und Vegetationsentwicklung ergänzt wird.

1.2. Vorgeschichte des Projektes

Seinen Ursprung fand dieses Projekt in einer Voruntersuchung von Prof. Dr. H.D. SCHULZ, der 1982 mit der Erkundung der holozänen Stratigraphie in den Täälern der Flüsse Río de Vélez und Río Algarrobo begann (SCHULZ 1983).

Anlaß zu dieser Voruntersuchung gab eine archäologische Fragestellung:

Zur Erforschung der phönizischen Kolonisation an der iberischen Südküste wurden seit 1964 vom Deutschen Archäologischen Institut, Abteilung Madrid, unter der Leitung von Prof. Dr. H. SCHUBART zahlreiche archäologische Ausgrabungen durchgeführt (SCHUBART 1982 und 1987), die sich auf die Mündungsbereiche der Flüsse Río de Vélez, Río Seco und Río Algarrobo nahe der Ortschaft Torre del Mar, etwa 30 km östlich der Stadt Málaga konzentrierten (vgl. Abb. 1.2).

Diese, wie auch weitere phönizische Siedlungsplätze an der iberischen Südküste, befinden sich in der Regel auf geringen Erhebungen am Unterlauf der ins Mittelmeer mündenden Flüsse. Heute werden die Siedlungsreste durch eine mehrere Kilometer breite holozäne Talaue von der Meeresküste getrennt. Da aus der Heimat der Phönizier, dem heutigen Libanon und Israel, bekannt war, daß dieses Volk dort seine Siedlungen stets an Plätzen errichtet hat, die mit dem Schiff direkt zu erreichen waren, ergab sich die Frage nach dem Küstenlinienverlauf der Mittelmeerküste Andalusiens zu phönizischer Zeit (ca. 800 bis 400 v. Chr.).

Eine Fortsetzung der Arbeiten von SCHULZ (1983) fand diese Forschung in den Diplomarbeiten von K.P. JORDT (1984), W.WEBER (1984) und A. DAHMKE (1984), die im Frühjahr 1983 die Unterläufe der Flüsse Río de Vélez und Río Algarrobo und sowie einen Teil des Hinterlandes geologisch kartierten. Ein wesentliches Ergebnis der Untersuchungen ist die Rekonstruktion der holozänen Küstenlinienentwicklung der beiden Täler (SCHULZ, WEBER & JORDT 1987, DAHMKE 1987 und SCHULZ 1987).

Zu Beginn des Jahres 1985 wurde die Zusammenarbeit der Geologie mit der Archäologie auf alle größeren Flußtäler an der andalusischen Mittelmeerküste ausgedehnt (vgl. Abb. 1.2, ARTEAGA, HOFFMANN, SCHUBART & SCHULZ 1987, HOFFMANN & SCHULZ 1986, 1987, 1987) und 1986 um das Tal des Rio Sizandro in Portugal ergänzt (HOFFMANN & SCHULZ 1988).

Die hier vorliegenden Ergebnisse sind das Resultat vierer Forschungsaufenthalte auf der Iberischen Halbinsel (März bis November 1985, März bis Juli 1986, Mitte Oktober bis Mitte November 1986 und Anfang bis Mitte September 1987) sowie der sich jeweils anschließenden Auswertung im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Kiel (1985 und 1986) und im Fachbereich 5 - Geowissenschaften - der Universität Bremen (1987).

Im Rahmen dieses Projektes wurden die beiden Täler des Río Almanzora und des Río Antas mit ihrem tertiärem Hinterland als Diplomarbeiten von H.DIBBERN (1986), A.KÖLLING (1986) und F.KRACHT (1986) eingehender bearbeitet.

1.3 Ursachen der Küstenlinienverlagerung

Küstenlinienverlagerungen können folgende Ursachen haben:

- Tektonik: Bewegungen in Form von Hebungen oder Senkungen der Erdoberfläche, verursacht durch orogenetische, epirogenetische oder isostatische Bewegungen.
- Eustasie: Eigenschwankungen des Meeresspiegels, z.B. durch Bindung großer Wassermassen in Form von Gletschern .
- Erosions- und Sedimentationsvorgänge

Außer den genannten Hauptursachen müssen nach KELLETAT (1987) weitere Gründe Berücksichtigung finden:

- Ausdehnung der Wassersäule bei Temperatur- und Dichteänderungen
- Sedimentbelastung der Ozeanböden
- Entlastung der Kontinente durch Abtragung über längere geologische Zeiträume
- isostatischer Ausgleich beim Meeresspiegelanstieg im Übergang zu den Warmzeiten, der eine höhere Auflast auf den Ozeanböden bedingt und sich etwa in ein Drittel Rüksinken äußert.
- Volumenveränderung der Meeresbecken durch plattentektonische Vorgänge
- Volumenveränderung der Meeresbecken durch Sedimenteintrag

2. Geographischer Rahmen des Arbeitsgebietes

Betrachtet man die Morphologie der Iberischen Halbinsel, fällt der südostspanische Küstensaum mit der Betischen Kordillere durch die dort befindlichen höchsten Erhebungen (Mulhacén: 3481 m) auf.

Während 90% der Iberischen Halbinsel – bedingt durch die großen Hochflächen der Meseta – unterhalb der 1100m – Isohypse liegen und die durchschnittliche Höhe der Halbinsel 660 m erreicht (BREUER 1982), wird die 1100m – Isohypse im andalusischen Arbeitsgebiet häufig, auch flächenmäßig bedeutend, überschritten (vgl. 2.1).

Im Gegensatz hierzu erreichen die maximalen Höhen im portugiesischen Arbeitsgebiet wie auch im Hinterland des Río Guadarranque (vgl. 5.3.3) die 400m – Höhenlinie nicht.

Bedingt durch die West-Kippung der Meseta (vgl. 5) besteht eine ausgeprägte Asymmetrie der fluviatilen Einzugsgebiete auf der Halbinsel (vgl. Abb. 2.1). Die Hauptwasserscheide verläuft daher in ihrem östlichen Drittel mit nur einer Ausbuchtung nach Westen am Tertiärbecken des Ebro. Etwa 69% der iberischen Gesamtfläche entwässern zum Atlantik, die restlichen 31 % zum Mittelmeer (BREUER 1982).

Die zum Atlantik entwässernden großen Stromsysteme, die überwiegend über 500 km Lauflänge aufweisen, entspringen im Iberischen Randgebirge in relativ geringen Höhenlagen. Sie weisen daher relativ geringe Gefälle und durch ihre zahlreichen Affluenten eine erhebliche Wasserführung auf. Als einziger ins Mittelmeer mündender Fluß zeigt der Ebro große Ähnlichkeit mit den atlantischen Strömen.

Die ins Mittelmeer mündenden Flüsse – Ebro und Segura ausgenommen – heben sich sowohl durch ihre durchschnittliche Länge zwischen 100 und 200 Kilometern als auch durch ihre um vieles größeren Gefälle von den atlantischen ab. Auch aufgrund ihrer geringeren Lauflänge weisen sie eine im Durchschnitt geringe Zahl kleiner Zuflüsse auf. Bedingt durch ihren kurzen Lauf und durch das Fehlen von Böden und Vegetation weisen in der Regel eine nur periodische Wasserführung auf. Damit ist die Wasserführung dieser Flüsse stets eine direkte Reaktion auf die Niederschlagsverteilung (vgl. 2.1.3, 2.1.5).

Die Orographie der Einzugsgebiete bestimmt gemeinsam mit den klimatischen Faktoren, welche die Wasserführung steuern, die potentielle Transportfähigkeit der Flüsse und hat auf den Vorgang der Erosion und Sedimentation einen entscheidenden Einfluß.

Die Flüsse an der Nordabdachung des Kantabrischen Gebirges weisen ähnliche Flußlängen- und Gefälle-Verhältnisse auf wie die der mediterranen Küste Andalusiens. Der klimatische Unterschied führt jedoch zu sehr andersartigen Erosionsformen.

2.1 Mittelmeerküste Andalusiens

2.1.1 Zur Geographie und Orographie

Die mediterrane Küste Andalusiens zieht sich am südlichen und südöstlichen Hang der Betischen Kordillere entlang, dem westlichsten alpidisch gefalteten Orogen Europas (vgl. 4).

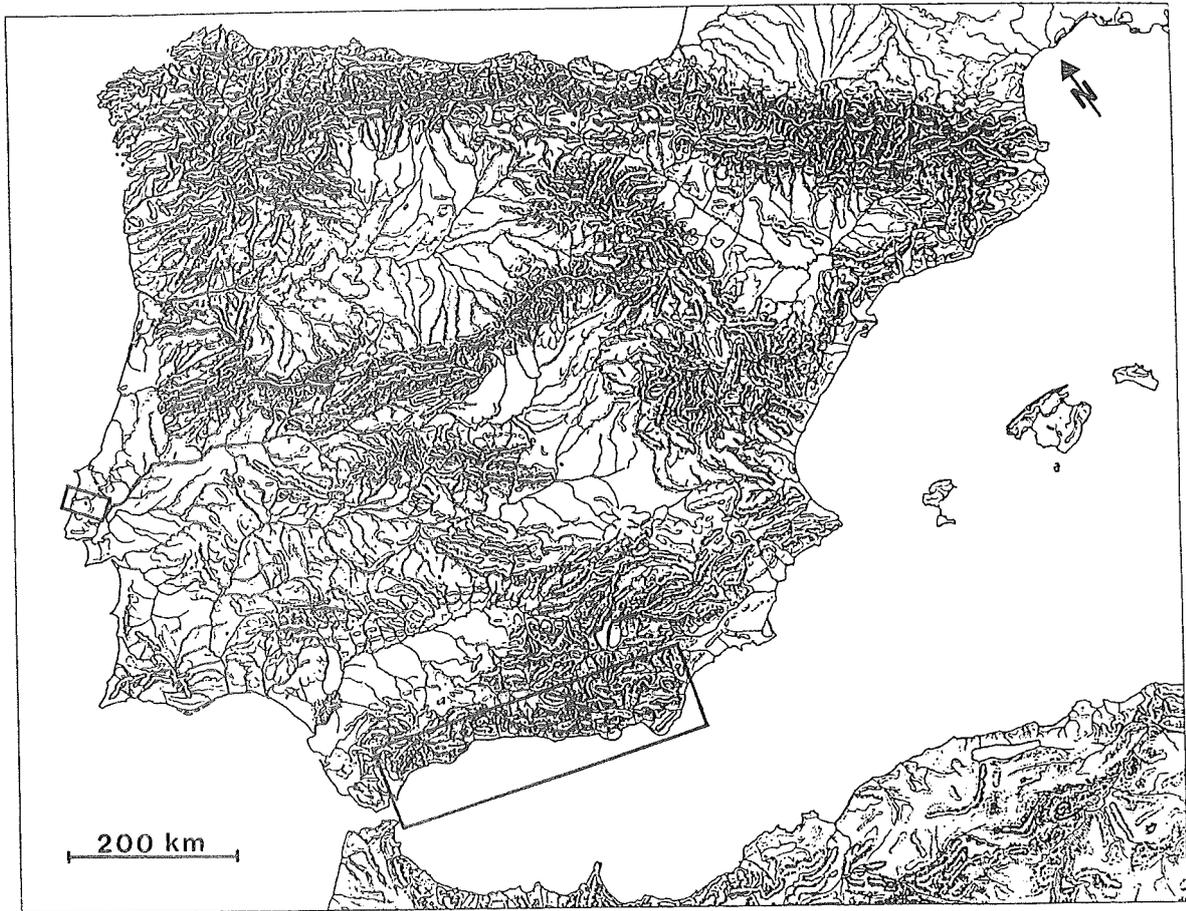


Abb. 1.1: Lage des Arbeitsgebietes auf der Iberischen Halbinsel

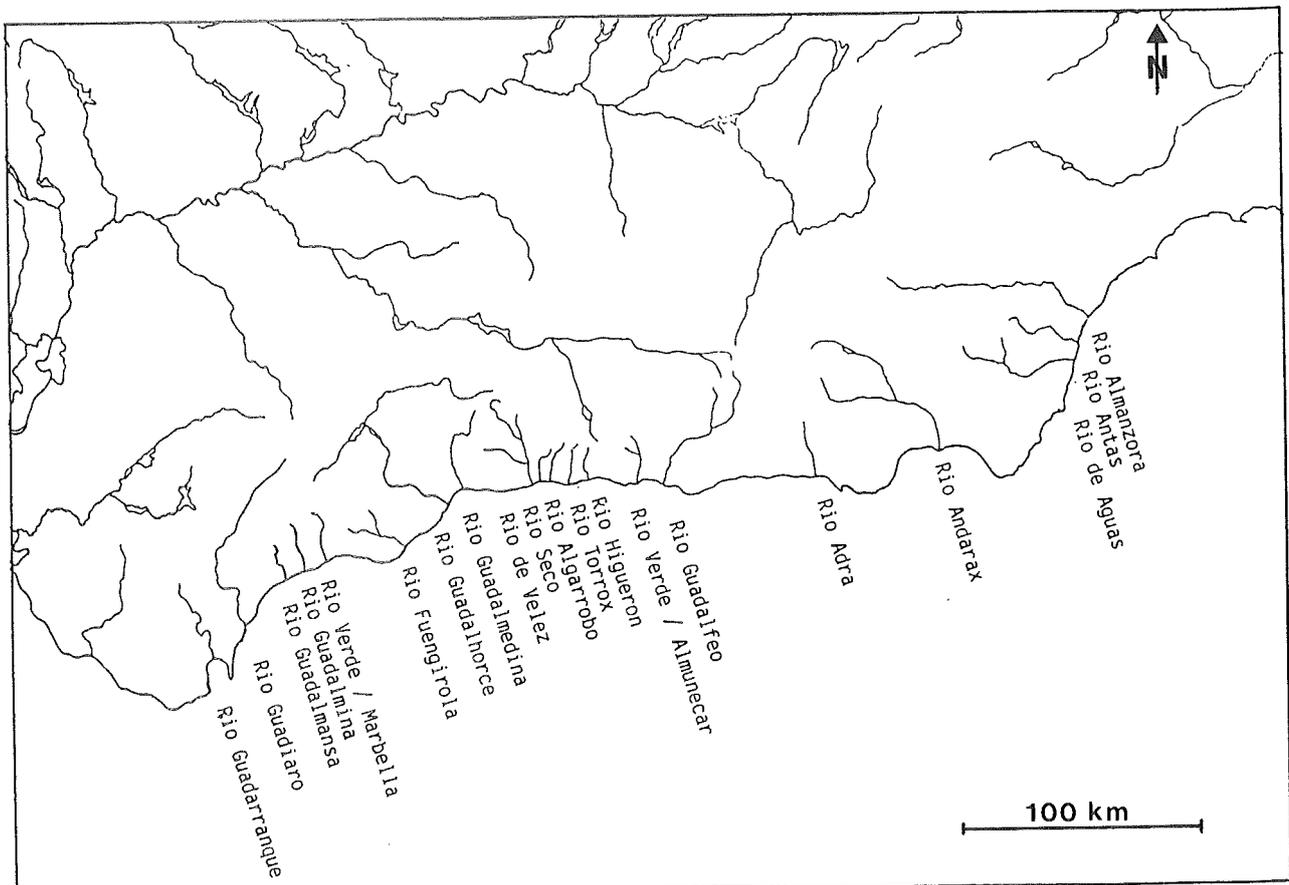


Abb. 1.2: Untersuchte Flußtäler an der Mittelmeerküste Andalusiens

Morphologisch wechseln sich Steilabfälle und holozäne Alluvialebenen miteinander ab. Gefälle von 1000 bis 2000 m auf 10 km Küstendistanz sind keine Seltenheit. Die 400m - Isohypse rückt häufig auf 2 bis 3 km an die Küste heran, einige Sporne fallen sogar über 100 m unmittelbar zum Meer ab, wie z.B. am Punta de la Mona bei La Herradura (vgl. 5.2.7).

SERMET (1943) unterscheidet "morphologisch junge" Küstenabschnitte, die Steilabfälle, von Bereichen, die "eine Evolution zeigen". Diese durch Küstenparalleltransport oder durch fluviatile Akkumulation entstandenen Sandküsten bilden zwischen den Städten Málaga und Almería Strandstreifen von insgesamt ca. 150 km Länge.

Orographisch kann das Hinterland der untersuchten Flüsse in drei Bereiche unterteilt werden:

- Einen östlichen Abschnitt, der durch die Einzugsgebiete der Flüsse Río Almanzora und Río Aguas markiert wird (vgl. 5.1). In diesem Gebiet liegt der überwiegende Teil der beiden Einzugsgebiete in dem Höhenbereich zwischen 400 und 1400 m, die größte Erhebung erreicht hier 2168 m. Im Vergleich weisen die Flüsse dieser Region ein mittleres Gefälle auf.
- Einen mittleren Bereich, der im Osten mit dem Einzugsgebiet Río Andarax beginnt und im Westen etwa vom Río Guadalmanza (östlich von Marbella) begrenzt wird (vgl. 5.2). Die Flußläufe dieser Region weisen die relativ höchsten Gefälle auf. Die Einzugsgebiete liegen überwiegend zwischen 1000 und 3000 Metern. Der höchste Berg im Einzugsgebiet dieser Flüsse, der Mulhacén (3481 m), ist gleichzeitig die höchste Erhebung auf der Iberischen Halbinsel.
- Eine südwestliche Region, in der die Einzugsgebiete der Flüsse Río Guadiaro und Río Guadarranque liegen. Dieses im Vergleich reliefschwächste Hinterland ist fast identisch mit der Flyschregion (vgl. 4, 5.3). Die Höhen im Einzugsgebiet der beiden Flüsse liegen zwischen 50 und 400 m, die größte Erhebung im Einzugsgebiet des Río Guadiaro weist 1478 Meter auf. Die Flußgefälle sind vergleichsweise gering

2.1.2 Morphologie des Sublitorals

In der subaquatischen Litoralregion der meisten Flüsse dieser Region ist an einer mehr oder minder deutlichen seewärtigen Wölbung der Isobathen die Fortsetzung der Schüttungskegel der Flüsse erkennbar.

Bei den größeren Flüssen wie Río Guadalhorce, Río Andarax und Río Almanzora deutet diese Morphologie auf sehr große Sedimentmengen hin, die im Laufe des Holozän zur Ablagerung kamen. Im Gegensatz zu kleinen ins Mittelmeer mündenden Bächen muß davon ausgegangen werden, daß relativ tiefe Fortsetzungen der im Pleistozän erodierten Täler existieren, die mit geophysikalischen Methoden nachweisbar wären.

Ungewöhnlicherweise ist die subaquatische Talfortsetzung des Río Guadalfeo, des fünftgrößten Flußes des Arbeitsgebietes, erhalten geblieben (vgl. Abb. 2.2, 5.2.5).

An der Form der Isobathen läßt sich der subaquatische, noch nicht zusedimentierte Talbereich ca. 2 km SE des Ortes Torrenueva erkennen. Hier ziehen sich die 100m - Isobathe bis auf ca. 900 m und die 200m - Isobathe auf ca. 1500 m in einem schmalen Cañon bis an die rezente Küste heran. Vor der heutigen Mündung dagegen hat sich ein subaquatischer Schüttungskegel des

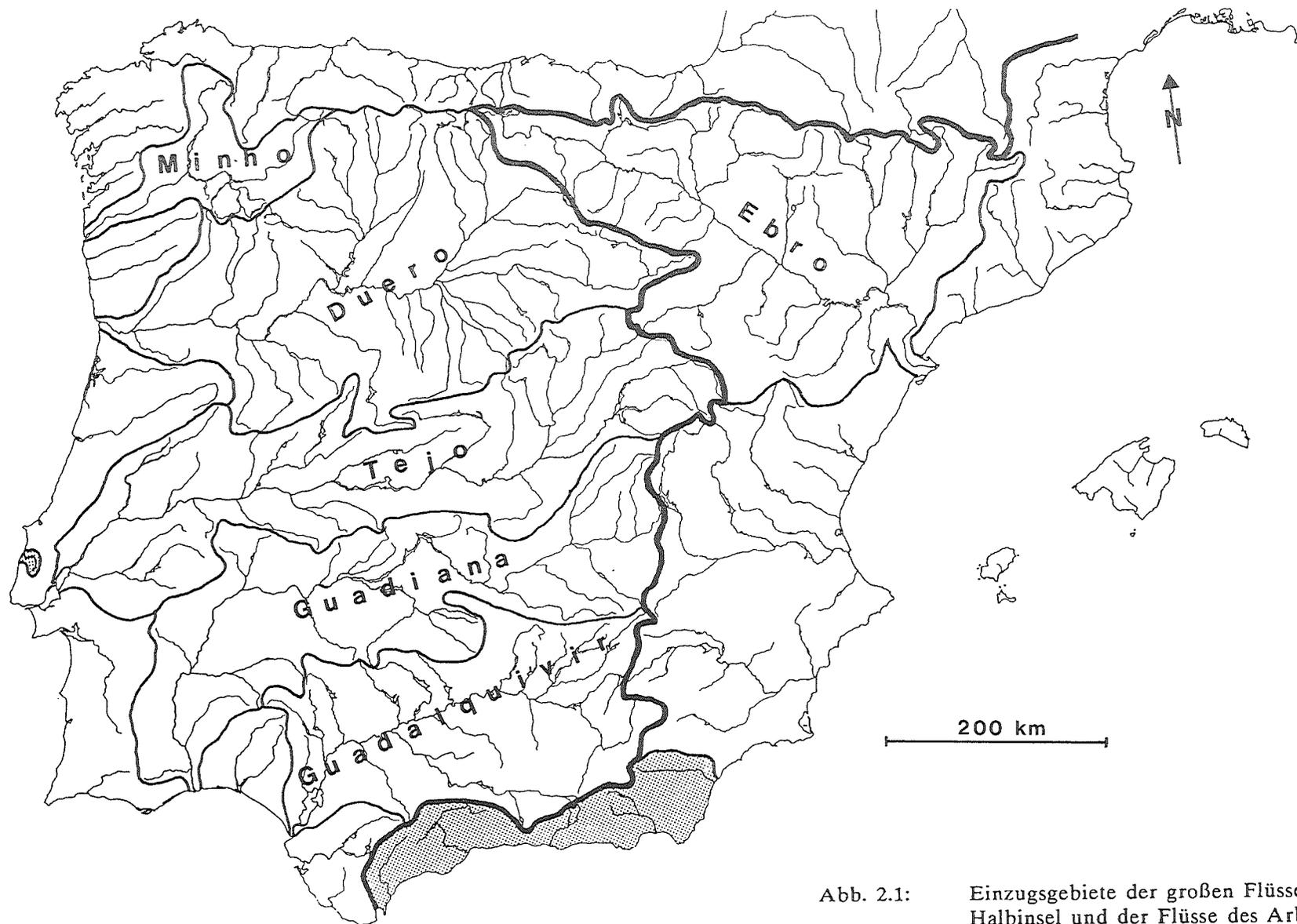


Abb. 2.1: Einzugsgebiete der großen Flüsse der Iberischen Halbinsel und der Flüsse des Arbeitsgebietes (schraffiert) sowie Verlauf der Hauptwasserscheide

Río Guadalfeo aufgebaut, der mögliche Relikte einer zweiten Talfortsetzung, wie sie beim Rio Tejo vorliegt (vgl. 2.2.2, Abb. 2.3), verhüllt. Daß das Tal auch im heutigen Mündungsbereich tief erodiert ist, zeigen die Bohrungen 45 und 46 (vgl. Anhang, 5.2) die nahe der Mündung des Río Guadalfeo abgeteufelt worden sind.

Sublitorale Täler sind außerdem nur vor der Mündung kleinerer Flüsse, des Río Antas (vgl. 5.1.4, Abb. 5.7), des Río Aguas (vgl. Abb. 2.2, 5.1.5) und des Río Gudarranque erkennbar.

Das Gemeinsame der drei Flüsse ist ein geringes Gefälle, eine relativ kurze Lauflänge mit maximal 41 km sowie eine geringe Einzugsgebietsgröße mit ca. 250 km². Aufgrund der kleinen Einzugsgebiete konnten die Flüsse nicht die genügende Sedimentmenge zur Verfüllung der sublitoralen Täler aufbringen.

Diese Erkenntnis läßt mit Sicherheit darauf schließen, daß die Täler aller, auch kleinerer Flüsse, im subaquatischen Litoralgebiet unter holozänen Sedimenten ihre Fortsetzung finden.

Nur im Sublitoral des Río Verde bei Almuñecar läßt sich eine Fortsetzung des Tales anhand der landwärtigen Einbuchtung der 200m- Isobathe erahnen.

Vor den insgesamt 22 untersuchten Tälern lassen sich nur 5 sublitorale Fortsetzungen erkennen, d.h. > 75 % der subaquatischen Talbereiche sind mit sehr großen Mengen holozäner Sedimente verfüllt.

2.1.3 Klima

Die andalusische Mittelmeerküste ist klimatisch den "Mediterranen Subtropen" (ROTHER 1984) oder den "Subtropischen Winterregengebieten" (BREUER 1982) zuzuordnen, die durch eine winterliche Regenzeit und eine sommerliche Trockenzeit charakterisiert sind.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt ca. 18°C (Almería-Stadt: 17,9°C, Málaga-Stadt: 18°C, Gibraltar: 16°C). Die durchschnittliche Minimaltemperatur (Oktober bis März) liegt über 10°C. Bodenfröste und Hagelschläge treten sehr selten und nur an den wenig gegen kalte Nordwinde geschützten Lagen um Motril, Adra und Almería auf (FREITAG 1971). Generell bietet die Südseite der Betschen Kordillere eine ausgesprochene Schutzlage (Regenschatten) gegen das im Winter wesentlich kältere Zentralspanien.

Die den Temperaturverlauf steuernde Insolation erreicht mit ca 3000 Std./Jahr in Almería den höchsten Wert Europas (GEIGER 1970). Auf die meteorologischen Hintergründe des Klimas soll hier nicht eingegangen werden. Diese werden von LAUTENSACH & MAYER (1960), GEIGER (1970), BREUER (1982) und ROTHER (1984) eingehend beschrieben.

Der Gliederung der Morphologie entsprechend (vgl. 2.1.1), ist das Untersuchungsgebiet auch aus klimatischer Sicht in drei Abschnitte zu unterteilen, die mit den morphologischen nahezu übereinstimmen.

Die Unterteilung bezieht sich auf den küstennahen Bereich unterhalb der 400m- Isohypse, einem küstenparallelen Streifen von im Mittel ca. 50 km Breite. Das höhergelegene Hinterland der Flüsse ist fast durchgängig dem humiden Klimabereich zuzuordnen. Die Niederschlagsmengen schwanken hier zwischen 700 und 1050 mm/Jahr (GUTIERREZ DE RAVE AGUERA et al. 1986).

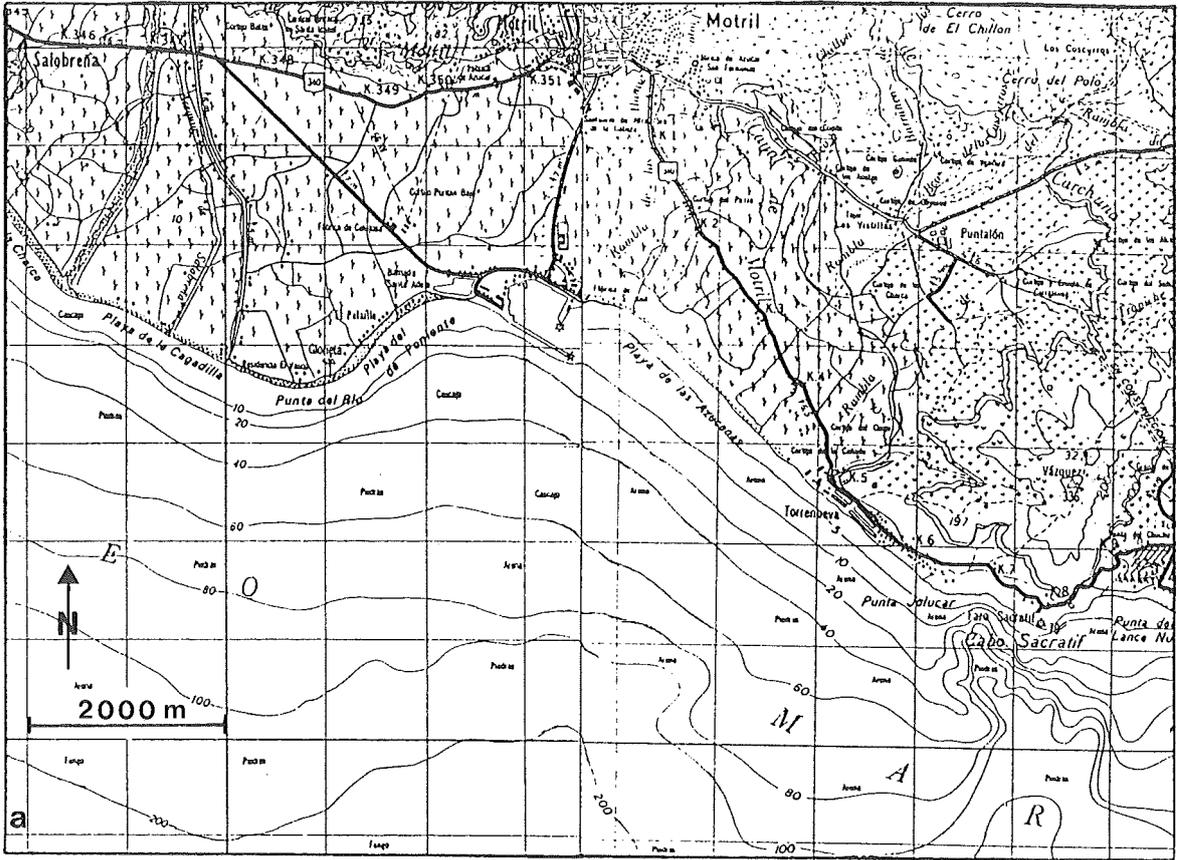
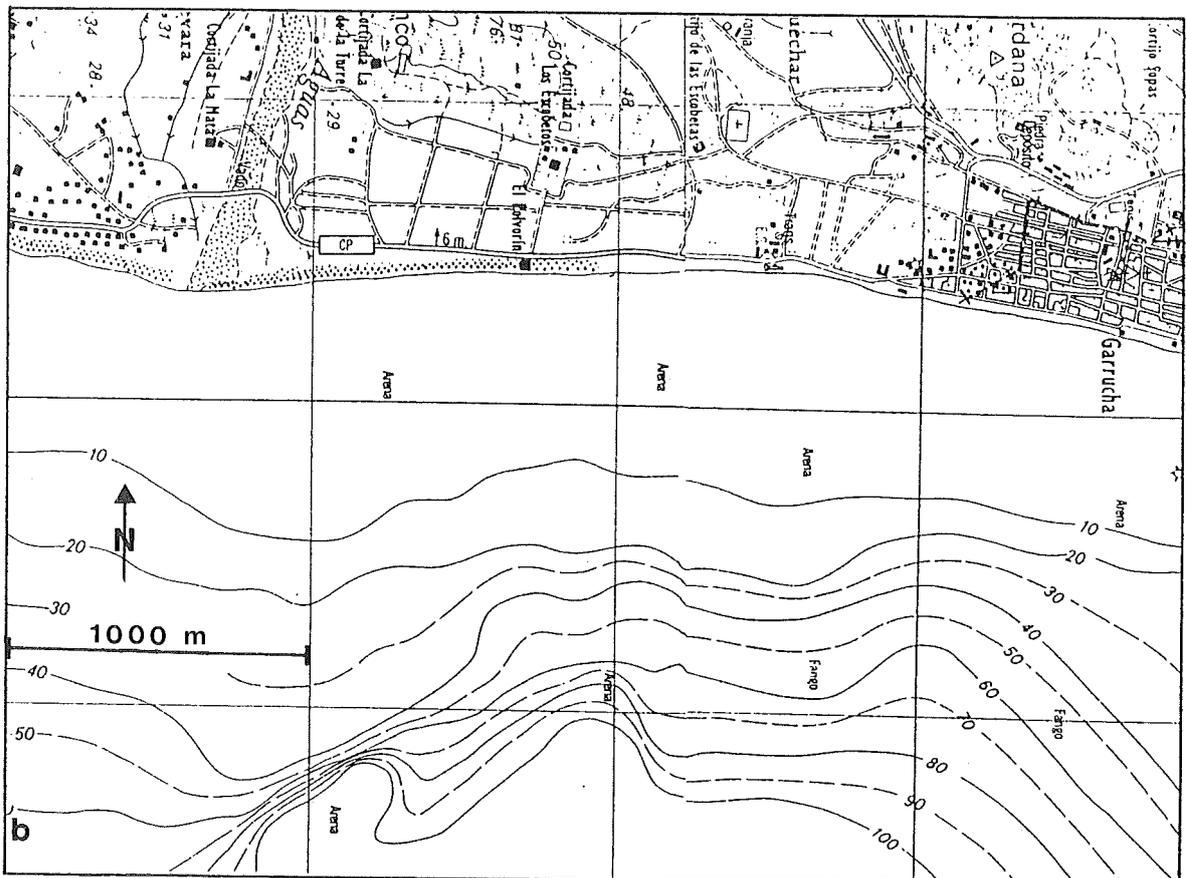


Abb. 2.2: Isobathenverlauf vor den Tälern des Río Guadalfeo (a) und Río Aguas (b)



Das Kriterium dieser Dreigliederung ist der Niederschlag, "das zur Kennzeichnung des Mittelmeerklimas wichtigste Klima-Element" (BREUER 1982), explizit die Menge, der Jahresgang und die Intensität der Niederschläge. Die angegebenen Werte sind gemittelte Werte, die GUTIERREZ DE RAVE AGUERA et al. 1986, HOERNERBACH 1980, BREUER 1982, LAUTENSACH & MAYER 1960, LAUTENSACH 1964, GEIGER 1960 und ROTHER 1984 entnommen sind.

Der östliche Abschnitt reicht vom Mündungsgebiet des Río Almanzora bis zum Campo de Dalías (Abb. 1.2). Nach LAUTENSACH & MAYER (1960) herrscht hier ein extrem semiarides Klima (8-11 aride Monate/Jahr), das nach GEIGER (1970) lokalklimatische Ursachen hat.

Gemeinsam mit dem Segura-Gebiet (Provinz Alicante) bildet dieser Bereich die wärmste Region der Iberischen Halbinsel. In jedem Monat im Jahr werden Extremtemperaturen von $>30^{\circ}\text{C}$ (Maximaltemperatur: 48°C) gemessen. GEIGER (1970) charakterisiert dieses Gebiet als Übergang zwischen mediterranem und wüstenhaftem Klima.

Von KRESS (1968) wird der Küstenstreifen bis Adra ebenfalls diesem Klimabereich zugerechnet. Nach JABOLOY SANCHEZ (1984) werden für Adra jedoch 414,5 mm/Jahr (Mittel der Jahresniederschläge von 1950 bis 1974) angegeben. Daher wurde die Grenze dieses Abschnitts hier bei dem Campo de Dalías gezogen. Das Jahresmittel der Niederschläge liegt in diesem Gebiet stets unter 300 mm (GUTIERREZ DE RAVE AGUERA et al. 1986). Die Jahresniederschlagsmengen von Vera (220 mm) und Almería-Stadt (205 mm) werden mit nur 128 mm vom Cabo de Gata, der niederschlagsärmsten Region Europas (KRESS 1968), noch unterschritten.

Der mittlere Bereich, der sich östlich der Stadt Adra bis Marbella erstreckt, zeichnet sich mit unter 7 ariden Monaten im Jahr durch ein semiarides Klima aus (LAUTENSACH & MAYER 1960). Die Niederschlagsmengen nehmen auch hier von Ost nach West von 300 auf ca. 800 mm/Jahr kontinuierlich zu (GUTIERREZ DE RAVE AGUERA et al. 1986). Im Osten liegen in Adra (414 mm) und Motril (431 mm) die Niederschlagsminima, die über Málaga (588 mm) und Fuengirola (491 mm) bei Estepona mit 804 mm ihren Höhepunkt erreichen.

Im südlichen Abschnitt, den Unterläufen der Flüsse Río Guadiaro und Río Guadarranque herrscht durch den hier deutlich spürbaren atlantischen Klima-Einfluß Semihumidität mit weniger als 4 ariden Monaten im Jahr. Die jährlichen Niederschlagsmengen schwanken hier um 800 bis 1000 mm (GUTIERREZ DE RAVE AGUERA et al. 1986). Starke Schwankungen in der jährlichen Niederschlagsmenge zeigen die Werte von Gibraltar, die seit 1793 kontinuierlich aufgezeichnet worden sind. Sie schwanken zwischen 356 und 1955 mm (MORENO GARCIA & MARTIN VIDE 1986).

Im gesamten Gebiet ist die Besonderheit der torrentiellen Niederschläge zu beobachten, die für die erosiven wie sedimentären Vorgänge von entscheidender Bedeutung sind. Nicht selten bringen sie in wenigen Stunden ein Drittel des gesamten Jahresdurchschnitts und mehr (KRESS 1968, vgl. 6.1.3, 6.1.4, 6.2.12). Durch das Nebeneinander von Starkregenfällen und sehr geringen Niederschlagssummen besitzt Südostspanien ein wichtiges Charakteristikum vieler Trockengebiete der Erde (GEIGER 1970).

Die Auswirkungen der Aperiodizität der Niederschläge soll am Beispiel Río Almanzora (vgl. 6.1.3) dargelegt werden, da dessen Wasserführung noch nicht durch einen Stausee beeinflusst ist. Nach FERRE BUEN (1979) haben seit 1870 bedeutende Überschwemmungen in den folgenden Jahren stattgefunden:

Okt.1871, Jun.1877, Okt.1879, Sept.1888, Okt.1915, Okt.1924, Okt.1943, Nov. 1972, Okt.1973, Aug.1974 und Okt.1977. Neben der Unregelmäßigkeit zeigt sich ein deutliches Häufigkeitsmaximum im Oktober.

Nach dem Studium einiger schriftlicher Quellen (SERMET 1934, 1943, GEIGER 1960, BREUER 1982, GUILLEN ROBLES 1874, MOLINA FAJARDO 1983, VÖLK 1979, FREITAG 1971) entsteht der Eindruck, daß die relative und auch die absolute Häufigkeit dieser Starkregenfälle im Arbeitsgebiet von Nordosten nach Südwesten abnimmt. Die Folgen dieser Niederschläge im Unterlauf der Flußläufe hängen sehr davon ab, ob in ihrem Oberlauf Stauseen angelegt sind. Durch diese wird der Abfluß – also die Wasserführung und auch die mitgeführte Sedimentfracht – der Flüsse steuerbar.

Ein Beispiel für die begrenzte Effektivität diese Art der Katastrophenverhinderung ist der Río Guadalentín, der unterhalb von Murcia in den Río Segura mündet (KRESS 1968, BREUER 1982). Nach der Flutkatastrophe von 1802, die in der Stadt Lorca über 600 Menschenleben kostete, wurde 1806 das Staubecken von Valdeinferno mit einer Kapazität von 20 Mio. cbm gebaut. Bereits 1850 – nur 44 Jahre später – war dieser durch die dort abgelagerte Sedimentfracht des Río Guadalentín aufgefüllt. Die letzten katastrophalen Überschwemmungen im Arbeitsgebiet wurden in den Jahren 1973 und 1977 im Tal des Río Almanzora beobachtet (BREUER 1982).

Mit dem Río Almanzora ist der letzte extrem hochwassergefährdete Fluß der mediterranen Küste Andalusiens – neben dem Río Andarax, Río Grande de Adra, Río Guadalfeo, der Rambla de Albuñol, Río Verde und Río Seco (Almuñecar), Río Guadalmedina – kanalisiert und in den Oberläufen der Mehrzahl der Flüsse sind inzwischen Staubecken gebaut worden.

Ursachen und Folgen torrentieller Niederschläge in SE-Spanien werden in einem ausschließlich diesem Thema gewidmeten Band der ESTUDIOS GEOGRAFICOS (1983): "Reunion de trabajo sobre las lluvias catastroficas mediterraneas" und von BORK & BORK (1981) diskutiert.

2.1.4 Winde, Strömungen und Tiden

Nach JABOLOY SACHEZ (1984) dominieren Winde aus SSW und SW ("Poniente"), gefolgt von Ostwinden ("Levante"). Nach HOERNERBACH (1980) beträgt der Anteil der Poniente-Winde 48%, der Anteil der Levante-Winde 21%, gemessen an der Häufigkeit aller auftretenden Windrichtungen. Während die Poniente-Winde im Frühjahr und Herbst dominieren, trifft dies für die Levante-Winde nur in den Monaten Juli und August zu. KRESS (1968) ergänzt hierzu, daß die Winde aus SSW und SW generell höhere Windstärken erreichen als die östlichen Winde.

Durch die Meerenge von Gibraltar strömt kälteres Wasser geringeren Salzgehalts aus dem Atlantik und verursacht an der andalusischen Mittelmeerküste bis zum Campo de Dalías eine West-Ost gerichtete Oberflächenströmung, deren einer "Ast" küstenparallel mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 2 Knoten strömt. Er wird von Richtung und Stärke der dominierenden Winde beeinflusst. Die Vereinigung dieser West-Ost Strömung mit den dominierenden "Poniente"-Winden (aus West) begründet eine litorale Sand-Vertriftung nach Osten (JABOLOY SANCHEZ 1984). Nach GOY & ZAZO (1986) biegt diese "diskontinuierliche" Strömung bei Punta del Sabinar (Campo de Dalías) von der Küste ab.

Neben dieser küstennächsten Strömung existiert noch ein weiterer, von der Küste entfernterer "Gibraltar streat counter current" nach W, welcher weiter seewärts von dem ostwärts fließenden "Gibraltar streat current" (GOY & ZAZO 1986) gesäumt wird.

Vor Roquetas de Mar (Campo de Dalías) beschreibt KRESS (1968) eine westgerichtete Strömung. Die noch bei Punta Sabinar festgestellte nach Osten gerichtete Strömung und die westgerichtete Strömung vor Roquetas de Mar treffen nach GOY & ZAZO (1986) vor des Salinas Viejas aufeinander und sind für deren Abtrennung vom Mittelmeer verantwortlich (vgl. 6.2.3, 6.2.4).

Deutlich bildet sich die Litoraldrift in den Strandhaken und Nehrungen der Mündungsbereiche des Río Guadiaro und Río Grande de Adra ab (vgl. 6.3.2, 6.2.4).

Umfangreiche Daten zum Tidenhub gibt ELLENBERG (1981). Für die Küste der Provinzen Almería und Granada gibt er eine Tide unter 0.5 m an. ZAZO & GOY (1986) nennen für die Provinzen Almería und Granada einen Wert von "wenigen Zentimetern". JABOLOY SANCHEZ (1984) beziffert den Tidenhub bei Adra auf 0.27 m. Nach DABRIO et al. (1984) können diese Werte bei Sturmweatherlagen auf 0.5 m in Almería anwachsen. Für die Provinzen Málaga und Cádiz gibt ELLENBERG (1981) eine Tide von 0.5 bis 1.5 m an.

2.1.5 Bodenbildung, rezente Vegetation und Landnutzung

Die heutige Vegetation und landwirtschaftliche Nutzung in den südspanischen Alluvialebenen und deren Hinterland ist stark geprägt von der Herrschaft der Araber auf der Iberischen Halbinsel und ihrer Vertreibung, der Reconquista (vgl. 5.1.2).

Während der arabischen Epoche (711 - 1492/1560 n. Chr.) wurden neben zahlreichen neuen Kulturpflanzen wie Reis, Zuckerrohr, Baumwolle, Zitrusbäume u.a.m. auch neue Anbauformen eingeführt. Im Hinterland der andalusischen Mittelmeerküste kommt dem Terrassenbau sicherlich die größte Bedeutung zu. Auch fanden die den Arabern lange bekannten Bewässerungstechniken schnell weite Verbreitung (KRESS 1968, CRESSIER 1983).

2.1.5.1 Holozäne Talauen

Vier Typen agrarischer Landnutzung in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Flußebenen sind heute zu unterscheiden, die eng mit den Besitzstrukturen verbunden sind:

- die "Huerta-Kultur", die durch kleinräumigen, vielfältigen Anbau von Gemüse, Hackfrüchten und mehrjährigen Pflanzen charakterisiert ist. Diese Kulturform ist in allen Tälern und Küstenebenen in unterschiedlicher Ausprägung zu beobachten. (BREUER 1982). Als Sonderform ist der "Enarenado"-Anbau weit verbreitet (HOERNERBACH 1980, DRESCHER 1987).
- die großflächige Kultur von Südfrüchten, die in den Tälern von Almuñecar mit Chirimoya und im Tal des Río Andarax mit Orangenplantagen besonders stark vertreten ist.
- der großräumige Anbau von Zuckerrohr (BLUME 1956 und 1957), der besonders in den Tälern des Río Guadalfeo, Río Vélez und Río Guadalhorce betrieben wird.

- die großflächige Weidenutzung mit Stieren, Kühen, Pferden und Schafen, zu beobachten in den Tälern des Río Guadarranque, Río Guadiaro und Río Fuengirola.

Alle angeführten landwirtschaftlichen Nutzungen sind von einem teilweise noch aus maurischer Zeit stammenden Bewässerungssystem abhängig. Ausgenommen ist nur die Vieh- und Weidewirtschaft, die ausschließlich in Tälern mit problemloser Wasserversorgung betrieben wird.

Ein Folgeproblem der Intensivierung der Landwirtschaft ist die Neuanlage von Terrassen, deren Hänge überwiegend schlecht befestigt sind, wodurch die Erosion stark gefördert wird (DRESCHER 1987).

2.1.5.2 Hinterland

Die Vegetation des gebirgigen Hinterlandes hat ihre größten Wandlungen im 15. und 16. Jahrhundert während der Reconquista erfahren.

In dieser Epoche sind die von römischen und arabischen Geographen beschriebenen umfangreichen Waldflächen (KRESS 1968) abgebrannt und gerodet worden, sodaß heute nur noch Macchien-Flora auf einer geringmächtigen Bodendecke existiert (SCHOCH 1982, FREITAG (1971), FERRE BUENO 1979, SCHOCH & SCHWEINGRUBER 1982, STIKA 1987). Weite Bereiche des Hinterlandes zeichnen sich durch das völlige Fehlen von Böden und Vegetation aus. Die Wiederbewaldung wird durch die Beweidung mit Schafen und Ziegen, die erstmals im Mittelalter in großer Zahl nach Andalusien eingeführt wurden (KRESS 1968), sehr erschwert, vielleicht sogar verhindert.

Eine Ausnahme stellt der südwestliche Bereich des Arbeitsgebietes dar. Im Hinterland der Flüsse Río Guadiaro und Río Guadarranque sind auch heute noch - oder bereits wieder - Korkeichen- und Pinienwälder vorhanden (vgl. 5.3).

2.2 Atlantikküste Mittelportugals

Die Atlantikküste Mittelportugals ist eine Ausgleichsküste. Sie wird überwiegend von Steilküsten gebildet, die von schmalen sandigen Küstenstreifen unterbrochen werden.

2.2.1 Zur Geographie und Orographie

Die Küste dieser Region erstreckt sich entlang der westlichen Begrenzung des Lusitanischen Beckens (vgl. 5.2). Morphologisch ist die Landschaft von weichen Formen kleiner Höhen und Senken gekennzeichnet, die, teils mit steilen Hängen versehen, überwiegend zwischen der 50m und 200 m-Isohypse liegen. Die größten Höhen mit 250 bis 400 m erreicht die Sierra do Montejunto nordöstlich von Torres Vedras, die mit 664 m auch die höchste Erhebung dieser Region aufweist. Infolge der geringen Reliefenergie haben die Flüsse ein schwaches Gefälle.

Während der südliche Bereich des Hinterlandes der mittelportugiesischen Küste von zahlreichen nach Süden und Osten fließenden Bächen entwässert wird, die vom Río Tejo als Vorfluter aufgenommen werden, drainieren den nördlichen Abschnitt kleine Flüsse oder Bäche, die selbst oder über etwas größere Vorfluter in den westlich gelegenen Atlantik münden. Zu diesen größeren Vorflutern ist der Rio Sizandro (neben dem Rio Lizandro, der Ria do Coco,

der Ria do Safarujo, dem Rio Alcabrichel, dem Rio Grande und der Ria de Atougua) zu rechnen, dessen Mündungen sich am Küstenabschnitt zwischen Lissabon und der Halbinsel Peniche aufreihen (Abb. 2.3).

2.2.2 Morphologie der subaquatischen Litoralregion

An der subaquatischen Morphologie vor den Mündungen der kleineren Flüsse zeichnen sich, ersichtlich an den schwachen seewärtigen Ausbuchtungen der 20m - und 50m - Isobathe die Schüttungskegel der Flüsse ab. Im Unterschied zu diesen sind an der submarinen Morphologie vor den Mündungen der größeren Flußläufe wie Rio Tejo, Rio Sado und der Ria da Areia noch deutlich die Talfortsetzungen zu erkennen, die bei einem zum heutigen um ca. 100 m tiefer gelegenen Meeresspiegel während des Pleistozän erodiert wurden (vgl. Abb. 2.3).

Eindrucksvoll ist die subaquatische Talfortsetzung der Ria da Areia bei Nazare, die bereits 40 km vor der Küste bei Nazare eine Wassertiefe von über 1000 m erreicht. Die Entstehung dieses submarinen Cañons ist aber weniger auf die Erosionskraft des pleistozänen Vorläufer dieses Flußes zurückzuführen als auf die Erosionskraft des Rio Mondego, dessen Verlängerung deutlich am zweiten nach Nordosten gerichteten Ast der 200m - Isobathe dieses Cañons erkennbar ist (vgl. CARTA DE PORTUGAL 1 : 500000, Folha Norte e Sul vom INSTITUTO GEOGRAFICO E CADASTRAL DE PORTUGAL).

Im Bereich vor der Mündung des Rio Tejo zeichnen sich zwei Talfortsetzungen ab, die analog der des Rio Sado auf ursprünglich ca. 10 bis 20 km weiter südlich gelegene Mündungsbereiche der beiden Ströme hindeuten (Abb. 2.3).

Die Ergebnisse der Isobathenauswertung der andalusischen Mittelmeerküste (vgl. 2.1.2) und die der Atlantikküste Mittelportugals deuten darauf hin, daß auch die kleinen Täler dieser Küste, wie das Tal des Rio Sizandro, unter holozänen Sedimenten im Sublitoral ihre Fortsetzung haben.

2.2.3 Klima

Die Atlantikküste Mittelportugals ist dem "humiden Bereich" oder dem "immerfeuchten Iberien" (KRESS 1968) zuzuordnen. An der Küste wie in ihrem Hinterland werden Niederschlagsmengen über 1000 mm/Jahr gemessen. Die ausgesprochene Ozeanität bedingt die relativ hohen Werte der Luftfeuchtigkeit von 70 - 80 %.

Die Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats August beträgt in Cabo da Roca, 25 km westlich Lissabons am Atlantik gelegen, 18°C, die des kältesten Monats Januar 11°C. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 14 bis 15°C.

2.2.4 Winde, Strömungen und Tiden

ELLENBERG (1981) beschreibt den Welleneinfluß auf den Mündungsbereich des Rio Sizandro als gering, da sich die Mündung "in Lee position befindet und dort etwas exponiert" ist. Die Winde kommen vorherrschend aus SW oder NW.

Die zahlreichen Haken und Nehrungsbildungen in den Mündungsbereichen der Flüsse deuten auf eine Küstenparallelströmung hin, der von Süd nach Nord verläuft. ELLENBERG (1981) stuft den Küstenparallelstrom als "stark" ein.

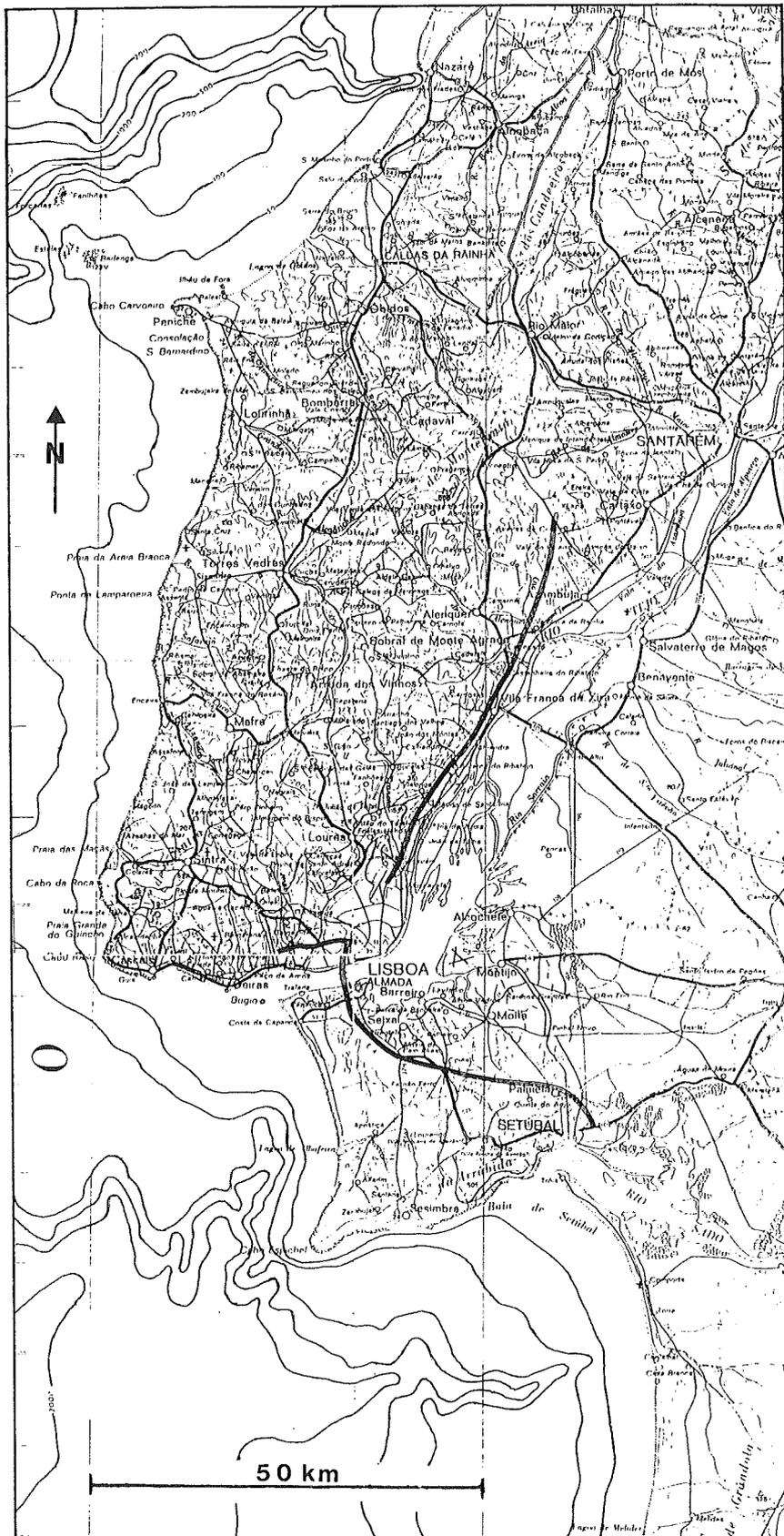


Abb. 2.3: Isobathenverlauf vor der Atlantikküste Mittelportugals

Der Tidenhub an der Atlantikküste mehr als 1.5 m (ELLENBERG 1981). Diesen Wert gibt er für die Mündungsbereiche der Flüsse Rio Sado, Rio Tejo, Rio Sizandro und Rio Mondego an.

2.2.5 Bodenbedeckung, Vegetation und Landnutzung

Neben den Talauen weist auch das gesamte Hinterland eine fast lückenlose Boden- und Vegetationsbedeckung auf. Flächenmäßig geringe Anteile ausschließlich der höher gelegenen Regionen sind mit Macchie bewachsen. Der in der höher gelegenen Region dominierende Eukalyptusbaum schafft zwar für Bodenbewohner und Insekten ein extrem feindliches Milieu, schützt aber immerhin den Boden vor Erosion.

Die gesamte Region, Talauen und Hinterland, wird intensiv landwirtschaftlich genutzt. Der Weinbau, besonders im westlichen Bereich, und der Getreideanbau werden nur in windgeschützten Gebieten betrieben. In den höhergelegenen Gebieten sind die landwirtschaftlichen Betriebe häufig verlassen und die Anbauflächen liegen brach.

2.3 Physisch-geographischer Vergleich der Mittelmeerküste Andalusiens mit der Atlantikküste Mittelportugals

Ebenso wie die andalusische Mittelmeerküste ist auch die Atlantikküste Mittelportugals eine Ausgleichsküste, die vorwiegend von Steilküsten gebildet wird und nur untergeordnet sandige, flache Litoralstreifen aufweist. Diese werden an beiden Küsten in der Regel von holozänen Alluvionen der Flüsse gebildet, unterstützt von Sedimentmaterial, welches von dem Küstenparallelstrom abgelagert wird.

Durch die wesentlich geringere Reliefenergie des Hinterlandes Mittelportugals weisen die Flüsse der Atlantikküste geringere Gefälle als die der Mittelmeerküste auf.

Die Morphologie der Sublitoralregion vor den Flußmündungen beider Meere deutet auf sehr große Akkumulationsraten während des Holozän hin. Daß sich diese Talbereiche bei einigen Tälern kleiner Flüsse an dem Verlauf der Isobathen rekonstruieren lassen, hat seine Ursache in der geringen Sedimentfracht, die dort während des Holozän zur Ablagerung gelangte. Beim Río Guadalfeo an der Mittelmeerküste ist der Talbereich durch eine Verlegung des Flußbettes erhalten.

Die alleinige Erhaltung sublitoraler Talbereiche an der portugiesischen Westküste vor den Mündungen der großen Ströme läßt außer der "mediterranen Deutung", der Verlegung des Flußbettes im Unterlauf, noch andere Erklärungsmöglichkeiten zu:

- Im Unterschied zu den kleinen Flüssen weisen die großen Ströme einen erheblichen Abfluß bei ganzjähriger Wasserführung auf. Nach ELLENBERG (1981) beträgt der durchschnittliche Abfluß des Tejo 500 cbm/sec und ist damit mitteleuropäischen Flüssen (Elbe: 675 cbm/sec) durchaus gleichwertig.
- Die Kombination der Abflußmenge mit dem erheblichen Tidenhub von > 1,5 m (Sogeffekt) lassen es möglich erscheinen, daß das mitgeführte Sedimentmaterial erst im tieferen Atlantik zur Ablagerung kommt. Mit Sicherheit verhindern sie den Verschluß der Mündungsbereiche dieser Ströme durch Material des von Süd nach Nord gerichteten Küstenparallelstromes, wie es bei vielen kleineren Flüssen an dieser Küste zu beobachten ist.

- Als dritter Faktor für die morphologische Entwicklung dieser Sublitoralbe-
reiche ist die Größe der Einzugsgebiete zu berücksichtigen. Alle großen
Ströme, die zum Atlantik entwässern, weisen sehr große Einzugsgebiete
(Tejo: 80000 qm, Guadalquivir: 57000 qm), aber auch erhebliche Lauflängen
auf (Tejo: 1120 km, Guadalquivir: 560 km). Das Gefälle und die daraus
ableitbare potentielle Transportkraft dieser Flüsse ist im Vergleich zu den
mediterranen wesentlich geringer, und es ist daher wahrscheinlich, daß ein
Teil der im Holozän transportierten Sedimentfracht bereits im Ober- und
Mittellauf der Ströme zur Ablagerung gelangt ist.

Das Klima der portugiesischen Küste ist deutlich humid und nur vergleichbar
mit dem südlichen Abschnitt des mediterranen Arbeitsgebietes, dessen Klima
im übrigen Bereich als semiarid zu bezeichnen ist. Hieraus erklärt sich - neben
den pedologischen und botanischen Faktoren -, daß die meisten portugiesi-
schen Flüsse wie auch der Río Guadarranque und der Río Guadiaro peren-
nierende Wasserläufe sind, während die Flüsse am Mittelmeer nur periodisch
oder aperiodisch Wasser führen. Die mediterranen Flüsse Río Guadalfeo
(BLUME 1957), Río de Vélez (SCHUBART 1982) haben vor dem Bau der
Stauseen ebenfalls ständig Wasser geführt.

Eine für diese Untersuchung bedeutende Gemeinsamkeit beider untersuchter
Küstenstreifen ist das Auftreten torrentieller Niederschläge, die erheblichen
Einfluß auf das Erosions- und Sedimentationsgeschehen ausüben.

Die Jahresmitteltemperatur um 15°C der Atlantikküste liegt deutlich unter der
des andalusischen Küstenstreifens, (ca. 18°C). Auch die täglichen Temperatur-
unterschiede erreichen an der mediterranen Küste sehr viel höhere Werte, so
daß die physikalische Verwitterung dort eine erheblich größere Wirkung hat.

Vegetation, Bodenbedeckung und Landnutzung beider Arbeitsgebiete weisen
große Unterschiede auf. Durch die fast geschlossene Bodendecke und die
großräumige und überwiegend ganzjährige Vegetationsbedeckung sind die An-
griffsflächen für die Erosion im portugiesischen und im atlantisch beein-
flußten Bereich des mediterranen Gebietes stark reduziert. Selbst die Starkre-
genfälle haben hier nicht die katastrophalen Auswirkungen, wie sie an der
Mittelmeerküste - besonders in der Provinz Almería - festzustellen sind.

3. Methodik

Die im Gelände (3.1) und im Labor (3.2) angewendeten Methoden werden in diesem Kapitel erläutert. Außerdem wird auf die Auswahl der Quellen (3.3) eingegangen.

3.1. Gelände

3.1.1 Kartierung der holozänen Sedimente, Karten- und Luftbildgrundlagen

Zur Erforschung der Holozän-Stratigraphie in den fluviatilen Tälern wurde zunächst die flächenmäßige Ausdehnung der Lockersedimente kartiert.

Die "Mapa Geológico Nacional" des Instituto Geológico y Minero de España in den Maßstäben 1:50000 und 1:200000 sowie die "Carta Geológica de Portugal" der Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Serviços Geológicos, mit den dazugehörigen Erläuterungsheften wurden bei der Kartierung zur Hilfe genommen.

Als Grundlage für die Geländeaufnahme dienten, soweit verfügbar, topographische Karten im Maßstab 1:10000 und 1:5000, die im Servicio Técnico des jeweils zuständigen Rathauses in der Regel vorhanden sind. Falls diese nicht zu erhalten waren, wurde die "Mapa Topografico Nacional" des Instituto Geográfico Nacional im Maßstab 1:25000 oder die "Mapa General Serie 5V - Cartografia Militar de España" des Servicio Geográfico del Ejército (1:25000) verwendet. Als Notlösung wurde die topographischen Karten im Maßstab 1:50.000 benutzt, die in verschiedenen Ausgaben von den beiden erwähnten Instituten herausgegeben werden.

Bei der dreidimensionalen Darstellung der einzelnen Flußtäler wurde das Computerprogramm "Surfer" der Fa. Golden (1987) eingesetzt.

In Portugal wurden die ausgezeichneten Carta Militar de Portugal des Serviço Cartográfico do Exército im Maßstab 1:25.000 und die Ortofotomapa des Instituto Geográfico e Cadastral de Portugal im Maßstab 1:10.000 verwendet.

Zur weiteren Unterstützung bei der Orientierung im Gelände wie auch zur Kartierung wurden Luftbilder im Maßstab 1:18.000 und 1:15.000 von den Überfliegungen der Jahre 1955 und 1975 benutzt, die bei Paisajes Españoles (Madrid), der Compania Española de Trabajos Fotogrametricos Aereos (Madrid) und in Portugal beim Instituto Geográfico e Cadastral (Lissabon) zu erhalten sind.

3.1.2 Erforschung der Holozänstratigraphie durch Bohrungen

Zur Erkundung der holozänen Sedimente wurden im Ausdehnungsbereich der einzelnen Talauen Bohrungen mit dem Handbohrgerät der Firma Eijkelkamp (Niederlande) durchgeführt.

3.1.2.1 Funktionsweise und Einsatzgrenzen des verwendeten Handbohrgerätes

Das Bohrgerät besteht aus einem 0,5 m langen T-förmigen Griff, ebenso langen Kronen mit Durchmesser von 10 und 7 cm und 1 m langen Stahlrohren zur Verlängerung des Gerätes. Die einzelnen Teile lassen sich mit Bajonettverschlüssen sehr schnell und einfach zusammensetzen.

Je nach Korngrößenspektrum und Wassergehalt der zu erbohrenden Sedimente werden verschiedene Bohrkronen eingesetzt. Als grobe Regel kann hier gelten, daß eine umso geschlossenere Krone verwandt wird, je gröber die Kornfraktion der zu erbohrenden Ablagerungen ist.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das Eijkelkamp-Handbohrgerät ideal für die Probengewinnung von tonigem, schluffigem und - im grundwasserfreien Bereich - auch von sandigem Lockermaterial geeignet ist. Es ist einfach und schnell montierbar, leicht, robust und auf kleinstem Raum einsetzbar.

Schwierigkeiten treten beim Erbohren sandiger, kiesiger und steiniger Lagen im Grundwasserbereich auf. Für die beiden zuletzt aufgeführten Korngrößen gilt die Einschränkung ebenfalls im trockenen Milieu. Bei Betrieb des Gerätes durch zwei Personen lassen sich problemlos Bohrtiefen von 12-13 m erreichen.

Die gefüllte Bohrkronen von 10 cm Durchmesser faßt etwa 700 cm^3 Sediment, eine für die sedimentologische wie für die paläontologische Untersuchung (vgl. 3.2.3, 3.2.5) des Probenmaterials ausreichende Menge. Um die erforderliche Menge an organischem Material für die radiometrische Altersbestimmung (vgl. 3.2.1) zu erhalten, mußten jedoch bei einigen Bohrungen organisches Material aus weiteren Bereichen zusammengefaßt werden. Die hauptsächliche Verwendung des größeren Kronen-Durchmessers von 10 cm war ebenfalls von Bedeutung für die Gewinnung auch größerer im Sediment eingelagerter Keramikfragmente (vgl. 3.2.2).

Insgesamt wurden während der drei Geländeaufenthalte 459 Handbohrungen durchgeführt und hierbei zusammen 2016 m Sediment überwiegend im Durchmesser von 10 cm erbohrt. Die tiefste Bohrung erreichte 19.3 m.

Zusätzlich wurden 2 Bohrungen mit einem Rammbohrgerät (Rio Sizandro) und eine mit einem Rotationsbohrgerät (Río Andarax) niedergebracht. Die maximale Bohrtiefe betrug 26.0 m. Bei beiden Bohrungen wurden Proben entnommen.

Die dem Bohrgut entnommenen Sedimentproben wurden in den Labors des Geologischen Instituts der Universität Kiel (1985, 1986) und des Fachbereichs Geowissenschaften der Universität Bremen (1987) untersucht.

3.1.2.2 Lokalisierung und Höheneinmessung der Bohransatzpunkte

Nach der flächenmäßigen Aufnahme der holozänen Sedimente in den Flußauen wurden die Bohransatzpunkte festgelegt, möglichst in Gebieten ehemals ruhiger Strömungsverhältnisse (vgl. 3.1.2.1). So wurden die Bohrungen je nach Lithologie und Einfallen der die Talhänge bildenden Gesteine in verschiedenen Abständen zum Hang angesetzt.

Bei den im östlichen Bereich des Arbeitsgebietes häufig an den Talhängen ausstreichenden - teilweise steil einfallenden - paläozoischen Schiefen konnten die Bohrungen in der Regel näher am Hang niedergebracht werden als bei den im westlichen Abschnitt an den Talhängen anstehenden, flacher einfallenden tertiären Sandsteinen.

Bohrungen in der Nähe der Flüsse wurden wegen der dort auftretenden Schotter vermieden. Das Erbohren von Flußschottern alter Flußmäander konnte in der Regel nicht verhindert werden, da sie an der Oberfläche häufig nicht erkannt werden können. Selten zeichnen sich fossile Prallhänge an den Talhängen ab, da diese meist von Alluvionen und Hangschutt bedeckt sind.

Von besonderem Interesse sind seitliche Ausbuchtungen der Flußtäler. Aus morphologischer Sicht existieren dort - durch Strandwälle oder auch durch fluviatile Sedimente abgetrennt - ideale Bedingungen für die Bildung von Mooren. Da die Klimaforschung ein Teilbereich des Projektes ist, war die Erkundung von Torfprofilen von besonderem Interesse. Abgesehen davon bergen diese Seitentäler, die häufig von kleinen Bächen durchflossen werden, in der Regel keine Bohrhindernisse in Form von Flußschottern und waren daher "gut bohrbar".

Ein weiteres Kriterium für die Festlegung der Bohrpunkte ist die Lage prähistorischer, archäologischer und historischer Siedlungen. Während und nach der ersten Geländekampagne wurde die Erkenntnis gewonnen, daß die holozänen Sedimente wenig organisches Material enthalten und daß die radiometrischen Altersbestimmungen nur begrenzte Aussagekraft haben. Daher wurde während der beiden darauffolgenden Geländeaufenthalte ein Großteil der Bohrungen nahe der bereits bekannten oder durch die Siedlungsforschung des Vorjahres (ARTEAGA, HOFFMANN, SCHUBART & SCHULZ 1987) entdeckten archäologischen Plätze durchgeführt. Die Effektivität dieser geologisch-archäologischen Zusammenarbeit wird deutlich an den Forschungsergebnissen, die in den Tälern des Río de Vélez (ARTEAGA 1987, SCHULZ 1987) und Río Guadiaro (HOFFMANN 1988, SCHUBART 1988) erzielt wurden.

Die Bohrungen wurden entweder beim Auftreten mariner oder brackischer Sedimente des Holozän oder beim Auftreffen der Bohrkronen auf präholozäne Gesteine eingestellt. Aus der Untersuchung holozäner Sedimente im Tal des Río de Vélez (SCHULZ 1983, 1987, SCHULZ, JORDT & WEBER 1987) war bekannt, daß die marinen Sedimente dort etwa auf Höhe des rezenten Meeresspiegels auftreten. Diese Erkenntnis wurde für die hier untersuchten Täler als Arbeitshypothese übernommen und konnte bestätigt werden.

Nach der Durchführung der Bohrungen wurden diese mit einem Nivelliergerät der Firma WILD höhenmäßig eingemessen. Da in den meisten Talauen keine oder wenig vertrauenswürdige topographische Meßpunkte existieren, wurde bei der Einmessung häufig auch Bezug auf den Meeresspiegel genommen.

3.1.2.3 Makroskopische Sedimentansprache

Die Ansprache der Sedimente erfolgte mit den üblichen Geländemethoden (Fingerprobe) nach der "Bodenkundlichen Kartieranleitung" der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (1982). Neben der Korngröße wurde die Farbe des Sediments festgehalten, die entscheidende Rückschlüsse auf das geochemische Milieu zur Zeit der Ablagerung zuläßt wie auf die seitdem erfolgten geochemischen Umsetzungsprozesse. Außerdem wurden bei der Sedimentansprache im Gelände chemische Fällungen wie Kalk und Gips, Holzfunde, Pflanzenteile, Holzkohle, Muschel- und Schneckenfunde sowie Keramikfragmente registriert.

3.1.3 Geologische Kartierung des Hinterlandes

Zur Rekonstruktion der präholozänen Landschaftsgenese wurden in den Tälern des Río Almanzora und Río Antas geologische Kartierungen im Rahmen von Diplomarbeiten durchgeführt (DIBBERN 1986, KÖLLING 1986, KRACHT 1986). Gemeinsam mit den bereits 1983 erfolgten Diplom-Kartierungen im Tal des Río de Vélez (DAHMKKE 1984, JORDT 1984, WEBER 1984) konnte dieser entscheidende Entwicklungsabschnitt rekonstruiert werden.

Die Einzugsgebiete der einzelnen Flüsse wurden soweit möglich abgefahren, um frühholozäne Bodenbildungen zu suchen. Es wurden keine gefunden.

3.2 Labor

3.2.1 Altersbestimmung mit der Radiokarbon-Methode

In den holozänen Ablagerungen treten organische Komponenten sehr spärlich auf, so daß häufig Material aus weiteren Tiefenbereichen zusammengefaßt werden mußte. Auf diese Weise konnte die erforderliche Minimaleinwaage für die ^{14}C Methode von etwa einem Gramm Kohlenstoff erhalten werden. Um die analysierten Daten anschließend auf eine sichere Basis stellen zu können, wurde bei solchen Probenahmen stets versucht, Material für eine Doppelbestimmung zu erhalten.

Außer der feinverteilten organischen Substanz konnten in geringer Zahl Muschelschalen und in noch geringerer Zahl Holzproben altersdatiert werden.

Die Aufbereitung der organischen Substanz ist schematisch in der Abb. 3.2 dargestellt (GEYH 1971, WEBER 1985, KRACHT 1986).

Zur Ermittlung des ^{14}C Gehaltes, also des Alters einer Probe, muß diese mit einer Probe bekannten Alters verglichen werden. Verwandt wurde ein CO_2 -Gas, das von der Gesellschaft für Strahlenforschung in München zur Verfügung gestellt wurde. Die spezifische Aktivität dieses Standard- CO_2 bezieht sich auf den NBS-Oxalsäure-Standard von 1950, der weltweit Grundlage der ^{14}C Datierung ist.

Die Ergebnisse der ^{14}C Altersdatierungen sind im Kapitel 5 unter den jeweiligen Abschnitten der Flußtäler dargestellt. Es ist die doppelte Standardabweichung angegeben. Die berechneten Alter liegen mit 95,5% Wahrscheinlichkeit innerhalb des angegebenen Intervalls.

3.2.2 Altersbestimmung mit archäologischen Keramikfragmenten

Da die Flußtäler an der mediterranen Küste Andalusiens wie an der Atlantikküste Portugals ideale Passagen ins Landesinnere darstellen, waren sie seit dem Neolithikum oder zumindest seit der Kupferzeit (ca. 3000 v. Chr.) besiedelt. Während der Bronzezeit (1900 - 800 v. Chr.), der phönizischen und der punischen Epoche (800-150 v. Chr.) war die andalusische Küste schwach besiedelt. In Portugal sind phönizische Niederlassungen bis heute nicht nachgewiesen. Erste dichtere Besiedlung in beiden Küstenregionen kann für die römische Epoche (150 v. bis 500 n. Chr.) als erwiesen gelten. Die nächste im Rahmen dieses Projektes bedeutende Kulturepoche in Andalusien ist die arabische Herrschaft von 711 bis 1492/1560 n. Chr. (vgl. 2.1.5, 6.1.2). In Portugal hat die Reconquista bereits im Jahr 1279 ihr Ende gefunden (ARTEAGA 1988).

Als Relikt dieser kontinuierlichen Besiedlungsgeschichte werden neben Artefakte-Funden an der Oberfläche (ARTEAGA 1988) auch in den holozänen Sedimenten bis in eine Tiefe von 10 Metern bis zu 9 cm große Keramikfragmente angetroffen, die für die Landschaftsrekonstruktion bedeutende Zeitmarken setzen. In der Regel sind die Datierungen dieser Keramikfunde um vieles exakter als die Altersbestimmungen mit der Radiokarbon-Methode.

Für die Datierung eines Keramikfragmentes ohne nähere Bestimmung (unter dem Begriff "Kulturepoche" der Keramikdatierungen in Kap. 6 ist ein "?" eingetragen), bedeutet dies, daß nur das erste Auftreten von Keramik im Untersuchungsgebiet als Altersangabe herangezogen werden kann. In der Regel ist dies die Kupferzeit, die ca. 3000 v.Chr. begann. Somit werden diese Funde mit 5000 J.v.h. datiert.

Die einzige genauere Keramikbestimmung, ohne die Möglichkeit der Zuordnung zu einer Kulturepoche, ist die Fertigungsart. Bis zum Auftreten der Phönizier war die Töpferscheibe (Drehscheibe) auf der Iberischen Halbinsel nicht bekannt. Jeder "Drehscheibenfund" ohne genauere Bestimmung erhält als Datum die Ankunft der ersten Phönizier an der andalusischen Küste um 800 v. Chr., also 2800 J.v.h. .

Bei der Zuordnung eines Fundes zu einer Kulturepoche wird jeweils der Beginn dieser Epoche angesetzt. Umfaßt die Zuordnung zwei Kulturepochen, so wurde der Beginn der älteren angenommen.

Bleibt die Zuordnung zu einer Kulturepoche unsicher, z.B. "röm.(?)", dann hängt das eingesetzte Alter von der Fertigungstechnik ab. Ist der Fund handgearbeitet, so erhält er das erste Auftreten von Keramik (5000 J.v.h.) als Datum, handelt es sich um Drehscheibenware, wird das erste Auftreten der Phönizier in Andalusien (2800 J.v.h.) zugrundegelegt.

3.2.3 Paläontologische Untersuchungen

Zur Rekonstruktion des Ablagerungsmilieus der holozänen Sedimente wurden die biogenen Bestandteile im Sediment untersucht. Da der Lebensraum vieler Meeres-, Brack- und Süßwasserbewohner bekannt sind, können aus ihrem Vorkommen Rückschlüsse auf die Wassertiefe, Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoffangebot und Lichtdurchlässigkeit gezogen werden. Der Erhaltungszustand des Fossilbestandes läßt Schlüsse auf die Sedimentationsbedingungen, besonders auf die Strömungsverhältnisse zu. Von besonderem Interesse ist das Kriterium der Autochthonie oder Allochthonie der untersuchten Sedimente. Umgelagerte Sedimente lassen nur sehr vage Deutungen zu.

Neben den überwiegend makroskopisch bestimmbaren Gastropoden und den Muscheln, die sehr selten im Bohrgut angetroffen wurden, wurde ein Teil des Probenmaterials mikropaläontologisch bearbeitet.

Im Gelände wurden Proben für diese Untersuchungen aus dem Übergangsbereich terrestrischer zu aquatischer Sedimentation und dem rein aquatischen Milieu, sehr selten auch dem terrestrischen Sediment entnommen. Orientierungskriterium für das jeweilige Milieu war die Sedimentfarbe, die die geochemischen Bedingungen während und nach der Sedimentation belegt. Als Arbeitshypothese im Gelände galt die im Río de Vélez gewonnene Erkenntnis, daß die reduzierte Färbung der Sedimente im Niveau des rezenten Meeresspiegels den Übergang von terrestrischen zu marinen bis brackischen Sedimenten indiziert.

Während die Makrofossilien bereits im Gelände gesäubert und getrennt vom Sediment archiviert wurden, konnten die Mikrofossilien erst im Labor präpariert werden. Nach der Trocknung wurde das Probenmaterial mit Wasserstoffperoxid versetzt, um die pflanzlichen Bestandteile zu zerstören und das Gefüge der Sedimente aufzulockern. Beim anschließenden Schlämmen wurde die Schluff- und Tonfraktion in der Regel entfernt und der Anteil > 0.063 mm aufgefangen und getrocknet.

Im Rahmen dieses Projektes war es unmöglich, eine paläontologischen Kriterien entsprechende Untersuchung zu erstellen. Dieses würde eine bei weitem größere Probenzahl bei vollständiger Bearbeitung jeder Probe beinhalten, um statistischen Kriterien zu genügen.

Makro- wie Mikrofossilien wurden anschließend photographiert. Die Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) wurden im Geologischen Institut der Universität Kiel durchgeführt. Ein Teil der Makro- und Mikrofossilien ist im Anhang abgebildet.

3.2.4 Sedimentologische Untersuchungen

Um weitere Erkenntnisse über die Sedimentations-Bedingungen zu erhalten, wurden die Sedimente auf folgende Kriterien hin untersucht:

- petrographische Sedimentzusammensetzung, um Hinweise auf die Herkunft der Sedimente zu erhalten,
- Kornform, um Aussagen über den Transportweg machen zu können,
- Korngrößenanalyse, um das Ablagerungsmilieu, insbesondere die Strömungsverhältnisse, fassen zu können.

3.3 Einbeziehung prähistorischer, archäologischer und historischer Untersuchungsbefunde in die geologischen Forschungsergebnisse

Neben den Datierungen der archäologischen Keramikfragmente (vgl. 3.2.2) wurden prähistorische, archäologische wie historische Befunde, die für die Landschaftsgenese von Bedeutung sind, in die geologischen Ergebnissen einbezogen:

- a. Archäologische Befunde wie die Identifizierung phönizischer und punischer Siedlungen, römischer Garumfabriken und die zahlreichen Küstenwachtürme des 16. und 18. Jahrhunderts geben Hinweise auf die Lage und die Datierung der Küstenlinien. Auch das Auftreten von Keramikfunden bestimmter Kulturstufen ausnahmslos im Bohrgut läßt Rückschlüsse auf die Landschaftsgenese zu.
- b. Auf Ausgrabungsstätten im Arbeitsgebiet erhaltene archäologische, biologische und pedologische Befunde liefern Hinweise auf die Landschafts-Vegetations- und Klimageschichte.
- c. Forschungen über die arabische Landnutzung und ihren Wandel während der Reconquista zeigen die anthropogenen Einflüsse auf die Landschaft.
- d. Historische Karten des Museo Naval (Madrid) und der Cartoteca Historica del Servicio Geográfico del Ejército (Madrid) lassen Rückschlüsse auf die jüngste Küstenlinienentwicklung ab etwa 1550 zu (vgl. Anhang) Die einzige bekannte in der arabischen Epoche angefertigte Karte (KRESS 1968) gibt keine Hinweise für die Küstenforschung.
- e. Historische Quellen römischer Geographen wie STRABO, geben Hinweise auf die Landschaftsentwicklung. Sie sind aber häufig vielseitig übersetz- und interpretierbar (KALB 1984).
- f. Zahlreiche nicht fundiert erscheinende Quellen und Verweise auf archäologische Funde, die für die Erforschung der Landschaftsentwicklung von Bedeutung sein könnten, sind im Rahmen dieses Projektes nicht überprüfbar.

Da der jüngere Abschnitt des Holozän nur unter Berücksichtigung des anthropogenen Einflusses auf die Natur betrachtet und verstanden werden kann, werden die unter a-c aufgeführten Quellen in den Hauptteil der Arbeit aufgenommen, ebenso die für die jüngste Entwicklung der Küstenlinien bedeutenden Karten (vgl. d.).

Die verbleibenden Quellen unter e. und f. werden in einem Exkurs am Ende der Arbeit interpretiert.

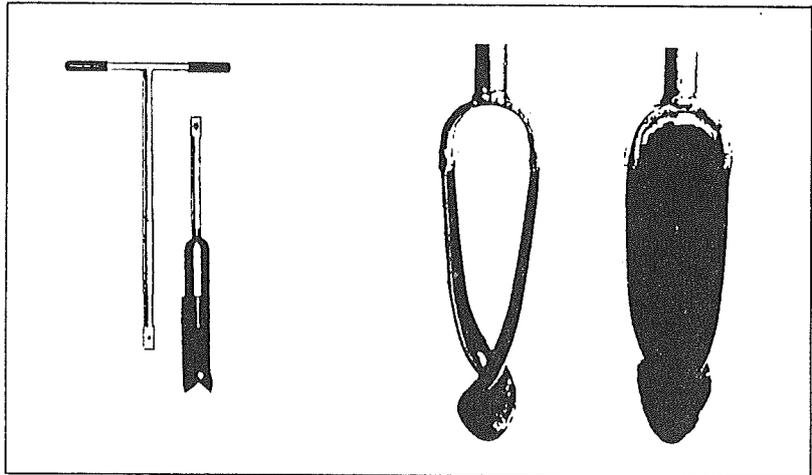


Abb. 3.1: Handbohrgerät

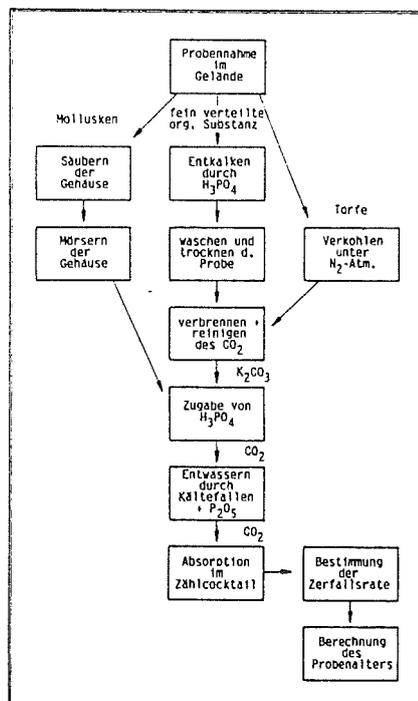


Abb. 3.2: Präparationsverlauf der ^{14}C Altersbestimmungsmethode (aus DIBBERN 1986)

4. Abriß der geologischen Entwicklung der Iberischen Halbinsel

Der geologisch-tektonisch älteste Bereich der Iberischen Halbinsel ist die variskisch gefaltete Iberische Masse, die vorwiegend in der Westhälfte der Halbinsel ansteht.

Diese wurde im Karbon zur Rumpffläche eingeebnet und anschließend von mesozoischen Sedimenten überdeckt. Während der alpidischen Orogenese zerbrach dieser Block in Bruchschollen, und tektonische Bewegungen verursachten Hebungs- und Senkungsvorgänge dieser Schollen. Eine weitere Folge dieser Bewegungen war die Faltung des Iberischen Randgebirges und eine leichte Kippung der Meseta nach Westen, die sich im Gewässernetz deutlich abgebildet hat (vgl. 2.). Die Hauptabdachungsrichtung des jetzigen Halbinselbereichs war während des Mesozoikums nach Ost bzw. Südosten zur Tethys gerichtet. Die Hauptentwässerungsrichtung hat sich somit infolge der alpidischen Orogenese in die Gegenrichtung verändert.

Infolge weiterer Einebnung entstanden die Meseten als weite Rumpfflächen. Durch die stärkere Heraushebung des westlichen Bereiches der Iberischen Masse sind dort die mesozoischen Deckschichten erodiert und es stehen Metamorphite an. Im östlichen Teil dagegen beißen die mesozoischen Kalke und Mergel sowie Sandsteine aus.

Westlich und südwestlich der Iberischen Masse bildete sich im Mesozoikum der Lusitanische Trog, der teils aus Abtragungsprodukten der Iberischen Masse, teils aus Meeressedimenten besteht (vgl. 5.2).

Mit der Auffaltung der alpidischen Gebirge entstanden im Tertiär als Saumsenken das Ebro- und Guadalquivir-Becken. Am ausgedehntesten ist diese Faltungsphase - vor den Pyrenäen - in der Betischen Kordillere entwickelt, die ihre Fortsetzung nach Osten in den Balearen, nach Süden im nordafrikanischen Rifatlas findet (vgl. 5.1)

Der geologische Bau spiegelt sich sowohl in der Morphologie des Festlands und des Sublitorals (vgl. 2.1.2, 2.2.2) wie auch im hydrographischen Netz (Kap. 2) wider.

4.1 Zur Geologie der südostspanischen Küstenregion

Die Betische Kordillere wird nach FALLOT (1948) in eine südliche Internzone, das Betikum, und eine nördliche Externzone, das Präbetikum und das Subbetikum, untergliedert (vgl. Abb. 4.1).

Während die Internzone überwiegend aus metamorphen Gesteinen des Paläozoikum (Glimmerschiefer, Phyllite, Quarzite und Grauwacken) aufgebaut ist, streichen in der Externzone vorwiegend nicht metamorphe Kalke, Sandsteine und Tone triassischen bis miozänen Alters aus. Im nördlich sich anschließenden Molassebecken des Guadalquivir dominieren Sandsteine und Tone des Neogen. Sandsteine, Mergel und Kalke bilden schließlich die den Südwesten säumende Flyschregion. Im Miozän ist die Faltung der Kordillere abgeschlossen.

Gegen Ende des Miozän kam es zur Abschnürung des mediterranen Beckens und mit fortschreitender Verdunstung bilden sich Evaporite ("Messinian events"). Im Beckeninnern wird Steinsalz, an den Rändern Gips abgelagert (KÖLLING 1986). Im unteren Pliozän bricht die Straße von Gibraltar ein, wodurch der Mittelmeerraum erneut überflutet wird. Mit ca. 90 Metern ü.N.N. erreicht das Meer seinen Höchststand und es werden Silte, Konglomerate und

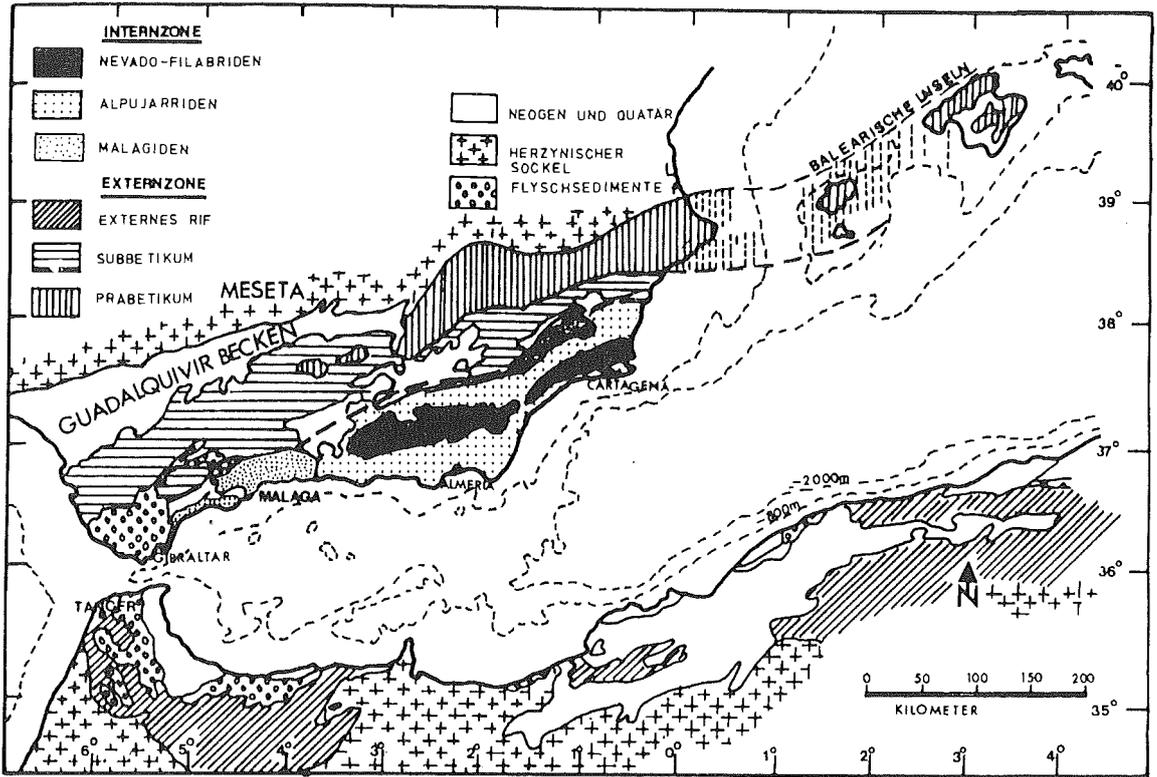


Abb. 4.1: Geologischer Bau der Betischen Kordillere (FALLOT 1948, umgezeichnet von DAHMKE 1984)

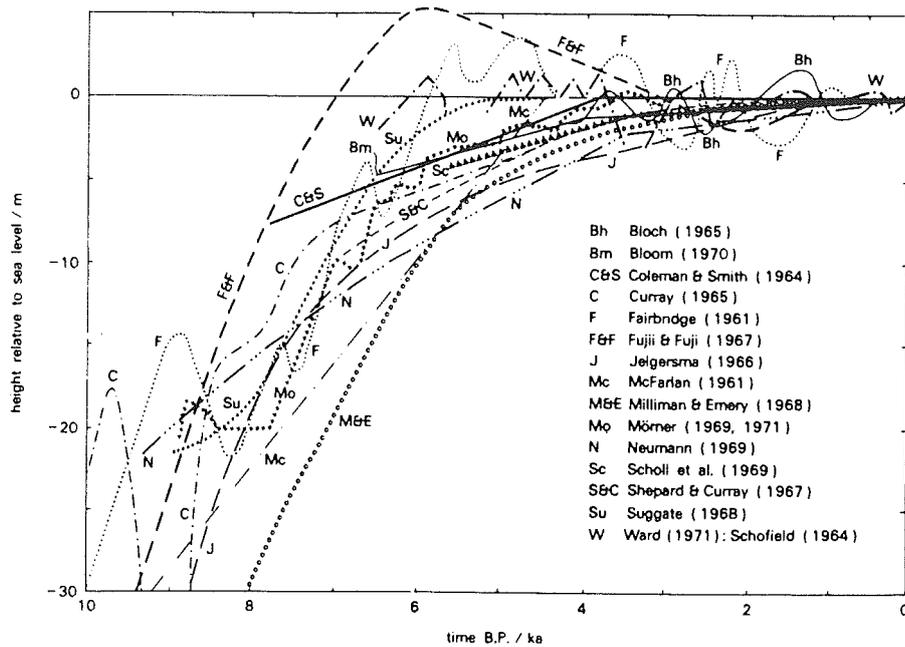


Abb. 4.2: Meeresspiegelanstieg im Holozän (aus HOPLEY 1978)

Schillseifen sedimentiert. Im Oberen Pliozän beginnen mit langsamem Rückgang des Meeresspiegels die Glazial- und Pluvialzeiten. Erste Erosionszeugen kommen mit Schotterlagen zur Ablagerung. Die Periode großer Erosion setzt sich im Pleistozän verstärkt fort. Im Gegensatz zu Mitteleuropa äußert sich der Klimaumschwung in Glazial- und Pluvialzeiten. Eine Vereisung der Gipfellaugen ist in der Sierra Nevada nachgewiesen, während sie für die Sierra Tejada bisher nur vermutet wird (MESSERLI 1976, PASCHINGER 1961). Der Meeresspiegel erreicht mit maximal ca. 100 m unter N.N. nie zuvor erreichte Tiefststände. Infolge der großen Niederschlagsmengen und der extrem hohen Reliefenergie werden in den lithologischen wie tektonischen Schwächezonen der Südhänge als Hauptelemente des Entwässerungssystems die hier untersuchten Flußtäler erodiert. Zur Ablagerung kommen in dieser Periode terrestrische und fluviatile Schotterdecken und Schlammströme, die teilweise durch Kalkkrusten verfestigt sind (vgl. KÖLLING 1986, KRACHT 1986, DIBBERN 1986, DAHMKE 1985, WEBER 1985).

4.2 Zur Geologie der Atlantikküste Portugals

Der geologische Bau Portugals ist aus drei tektonischen Großstrukturen gebildet (vgl. 4):

- dem kristallinen Grundgebirge des Hesperischen Massivs - der Iberischen Meseta entsprechend -
- zwei mesozoisch angelegte Sedimentbecken
- sowie den Tertiärbecken der Flüsse Tejo und Sado

Flächenmäßig dominierend ist das aus präkambrischen und paläozoischen Gesteinen bestehende Hesperische Massiv, das im Laufe der herzynischen Gebirgsbildung konsolidiert wurde. Es nimmt die zentrale und die westliche Region der Iberischen Halbinsel ein, damit auch weite Teile Nord-, Ost- und Mittelportugals.

Die beiden mesozoischen Sedimentbecken erstrecken sich parallel der Atlantikküste:

- das südliche entlang der Südküste etwa zwischen den Orten Lagos und Ayamonte
- das zweite - sogenannte Lusitanische Becken - entlang der Westküste zwischen den Orten Porto und Setubal.

Nach Abschluß der herzynischen Orogenese sanken die westlichen Ausläufer in NNE-SSW Richtung ab. Es entstand das Lusitanische Becken, in dem in der Folge mächtige Straten mariner und kontinentaler Genese des Mesozoikum und Känozoikum zur Ablagerung kamen (WERNER1986)

4.3 Klima, Vegetation und Meeresspiegelanstieg im Holozän

Nach dem kühlen und niederschlagsreichen Pleistozän steigen die Temperaturen mit dem Beginn des Holozän deutlich an. Im Präboreal (10200-8900 J.v.h.) bereits herrschten in den Sommermonaten Mitteleuropas gleiche oder höhere Temperaturen als heute. Es dominierten Eichen- und Ulmenwälder. Um 8900 - 7900 J.v.h. (Boreal) lagen die durchschnittlichen Sommer- und Wintertemperaturen deutlich über den rezenten (SCHWARZBACH 1962).

Im Atlantikum (7900– 4900 J.v.h.) wurden die höchsten Temperaturwerte erreicht (Klimaoptimum). Im mediterranen Gebiet zeichnen sich die klimatischen Verhältnisse während des Boreal und Atlantikum durch geringere Niederschläge aus. Nur in den letzten 500 Jahren des Atlantikum (5400–4900 J.v.h.) läßt sich eine kühlere Periode feststellen, die im Subboreal (4900–2900/2400 J.v.h.) mit erneut höheren Temperaturen und jahrhundertweise stark wechselnden Niederschlagsmengen abgelöst wird (SCHWARZBACH 1962).

Ein weiterer Temperaturrückgang verbunden mit hohen Niederschlagsmengen läßt sich für das Subatlantikum (ab 2900/2400 J.v.h.) feststellen. In Italien wurden für die Zeitspannen von 0–300 n.Chr., 500–700 n.Chr., für das 9. und 11. Jahrhundert n.Chr. kühlere Sommer ermittelt. In den dazwischenliegenden, niederschlagsärmeren Phasen dominierten warme Sommer und milde Winter. Ein Anstieg der Temperaturen bei einem insgesamt atlantischem Klima fand um 1100–1300 n.Chr. statt (kleines Klimaoptimum, SCHWARZBACH 1962).

Im Gegensatz zu einer langandauernden Übergangsphase zwischen kleinem Klimaoptimum und "kleiner Eiszeit" in Zentral- und Westeuropa fand der Übergang auf der Iberischen Halbinsel in der kurzen Periode des Überganges zwischen 15. und 16. Jahrhundert statt (FONT TULLOT 1986).

In der folgenden Periode sanken die Temperaturen erneut und um 1550–1700 erreichte die Klimaverschlechterung ihren Höhepunkt. In dieser sogenannten "kleinen Eiszeit" waren die Sommer deutlich feuchter und die Winter erheblich kälter. In Mitteleuropa erstreckt sich diese Periode bis zum Ende des 19. Jahrhunderts.

Die Auswirkungen der "kleinen Eiszeit" auf der Iberischen Halbinsel, die sich in einem Anstieg der Niederschläge und durch einen Rückgang der Temperaturen äußert, waren auf der atlantischen Seite weitaus dramatischer als am Mittelmeer (FONT TULLOT 1986). Der Rückgang der Temperaturen äußerte sich im nördlichen mediterranen Raum u.a. an der 8maligen Vereisung des Ebro (bei Tortosa) zwischen 1503 und 1693, im südlichen an den zahlreichen katastrophalen Überschwemmungen (vgl. 5.2.4.5, 5.2.11), die im 20. Jahrhundert erneut verstärkt auftreten (vgl. 2.1.3).

DAVIS (1971, zitiert nach LAMB 1977) beschreibt für das 16. und 17. Jahrhundert der Iberischen Halbinsel ein Klima, das sich in extrem trockenen und extrem feuchten Sommern in unregelmäßiger Folge und sehr kalten Wintern äußert. Neuere Untersuchungen zum quartären Klimaverlauf im westlichen Mittelmeergebiet wurden anlässlich des Symposiums "Quaternary Climate in Western Mediterranean" (LOPEZ-VERA 1986) veröffentlicht.

Mit zeitlicher Verzögerung ist die holozäne Klima-Entwicklung am Anstieg des Meeresspiegels abzulesen. Zur Rekonstruktion des Meeresspiegelanstiegs wurden verschiedene Kurven entwickelt, die sehr unterschiedlich sind (vgl. Abb. 4.2). Eine Vielzahl dieser Rekonstruktionen zeigt, daß der rezente Meeresspiegel um 6000 J.v.h. während des atlantischen Klimaoptimum erreicht worden ist. Auf der Basis dieser, für die wahrscheinlich korrekteste angenommene, Hypothese, wurden die Isochronenmodellvorstellungen (vgl. 5) entwickelt.

5. Holozäne Landschaftsgenese der untersuchten Flußtäler

Die holozäne Entwicklung folgender mediterraner Flußtäler Andalusiens wird dargestellt: Río Almanzora (KRACHT 1986), Río Antas (DIBBERN 1986), Río Aguas, Río Andarax, Río Grande de Adra, Río Guadalfeo, Río Verde und Río Seco (Almuñecar), Río Jate, Río Higuerón, Río Torrox, Río Seco (Torre del Mar, Río de Vélez (SCHULZ 1983, 1987, SCHULZ, JORDT & WEBER 1987), Río Guadalmedina, Río Guadalhorce, Río Fuengirola, Río Guadalmana, Río Guadalmina, Río Guadiaro und Río Guadarranque. Von der Atlantikküste wird das Tal des Rio Sizandro vorgestellt.

Aufgrund geologischer (vgl. 4), morphologischer (vgl. 2.1) und klimatischer Kriterien (vgl. 2.1.3) werden die Flußtäler in 4 Gruppen vorgestellt:

- Flußtäler des südostspanischen Trockengebietes
(Tertiärbecken von Vera)
- Flußtäler aus der Zone mit küstennahem Hochgebirge
(Das Gebiet zwischen den Küstenstädten Almería und Estepona)
- Flußtäler der südspanischen Flyschregion
(Die Region nördlich von Gibraltar)
- Flußtal des Rio Sizandro, Mittelportugal
(40 km nordwestlich von Lissabon)

5.1 Flußtäler des südostspanischen Trockengebietes

In diesem Abschnitt werden die Untersuchungsergebnisse der Täler des Río Almanzora, Río Antas und Río Aguas vorgestellt

5.1.1 Lithologie, Relief und Klima der Einzugsgebiete

Die das Hinterland aufbauenden Sierrren werden tektonisch der Internzone der Betischen Kordillere zugerechnet.

Die sich etwa West-Ost erstreckende Sierra de los Filabres, den Nevado-Filabriden (FALLOT 1948, BROUWER 1926, BLUMENTHAL 1930) zugehörig, ist aus paläozoischen und triassischen Glimmerschiefern und Gneis aufgebaut. Ihre Gipfel erreichen 1800 bis 2000m, mit dem Calar Alto maximal 2168 m, während sie durchschnittlich um 800 m hoch liegt. Die Gipfel entsprechen der alten Erosionsoberfläche. Die die Gipfel aufbauenden Gneise, Kalke und Quarzite sind als Härtlinge gegenüber den leichter erodierbaren Schiefen zurückgeblieben (BIROT & SOLE-SABARIS 1959, FERRE 1979)

Die Sierra de las Estancias erstreckt sich nördlich des Río Almanzora in WSW-ENE Richtung. Dem alpujarridischen Komplex (FALLOT 1922) entsprechend besteht sie aus triassischen und paläozoischen Schiefen, Kalken und Dolomiten. Wie die Sierra de los Filabres nimmt ihre Höhe von Westen nach Osten ab, nur erreicht sie den Höhenbereich der ihr gegenüberliegenden Sierra mit maximal 1500 m nicht.

Im östlichen Drittel des Tales erhebt sich die Sierra Almagro, die dem Deckenkomplex Ballabona-Curachón und den Malagiden zugerechnet wird (EGELER 1969). Es dominieren Kalke und Dolomite der Trias. Ihre maximale Höhe liegt mit 711 m des Cucharón und einer durchschnittlichen Höhe von 600 m deutlich unter der der oben erwähnten Sierrren.

Die nordöstlich der Mündung sich parallel zur Mittelmeerküste erstreckende Sierra Almagrera bleibt mit ihren maximal 367 m Höhe weit unterhalb der

durchschnittlichen Höhe des Einzugsgebietes. Sie wird den Alpujarriden zugerechnet. Die sie aufbauenden paläozoischen Phyllitschiefer sind bei KRACHT (1986) beschrieben.

Das den Westen des Einzugsgebietes einnehmende Becken von Vera ist ein tektonisches Einbruchsbecken, das im Norden und Süden mit ebenfalls tertiären Nachbarbecken verbunden ist. Die nachalpidischen Sedimente des Beckens sind nach VÖLK (1964, 1979) dem Neogen zuzuordnen. Stratigraphie und Sedimentationsgeschichte dieses jüngeren Bereiches des Einzugsgebietes werden von KÖLLING (1986) beschrieben (vgl. Abb. 5.2).

Folgende Gesteine treten auf: Sandsteine, Kalke und Mergel des Miozän, miozäne-pliozäne Vulkanite, pleistozäne Schotterlagen und Schotter-Schlammströme. Jüngste holozäne Ablagerungen des marinen wie terrestrischen Milieus werden in dem 1.0-1.5 km breiten, bis 5 km von der Mündung flussaufwärts reichenden Unterlauf des Flusses angetroffen. Im gesamten Beckenbereich wird die 400 m - Isohyse nicht überschritten.

Zusammenfassend kann über das Einzugsgebiet gesagt werden,

- daß sowohl die die Sierren des Hinterlandes aufbauenden Schiefer wie auch die neogenen Sedimente der tertiären Becken eine geringe Erosionsresistenz aufweisen,
- daß ca. 70% des Einzugsgebietes über 400 m hoch liegen,
- daß die Hänge in diesem Teil des Einzugsgebietes zwischen 2168 und 400 m Höhendifferenz eine relativ hohe Reliefenergie aufweisen,
- daß der überwiegende Teil des Einzugsgebietes keine Vegetation aufweist. Nur kleinräumig tritt die wahrscheinlich natürliche Steppenvegetation auf (GEIGER 1970, FREITAG 1971, THORNES & GILMAN 1983, RISCH & FERRES 1987, STIKA 1987). Diese Macchien-Vegetation kann den Erosionsschutz der ehemals zusätzlich vorhandenen Wälder nicht ersetzen.

5.1.2 Río Almanzora

Das Tal des Río Almanzora wurde im Rahmen einer Diplomarbeit von KRACHT (1986) bearbeitet.

Der Río Almanzora ist mit 105 km Länge und seinem 2611 km² umfassenden Einzugsgebiet nach dem Río Guadalhorce (Málaga) der zweitgrößte Flußlauf des Arbeitsgebietes. Seinen Ursprung findet dieser größte - bis vor zwei Jahrtausenden wohl noch ständig wasserführende (vgl. 5.1.3.6) - Strom der Provinz Almería in der Nähe des Ortes Alcontar, ca. 60 km nördlich der Stadt Almería. In seinem Verlauf nutzt er die Ost-West verlaufende Depression zwischen der Sierra de los Filabres im Süden und der Sierra de las Estancias im Norden. Nach etwa 85 Kilometern tritt er dann in das Tertiärbecken von Vera ein und mündet nach weiteren 20 Kilometern südlich des Ortes Villaricos ins Mittelmeer (vgl. Abb. 5.1). Nach 105 km hat er einen Höhenunterschied zwischen Quelle und Mündung von ca. 1960 m überwunden.

Die Küste ist in diesem Bereich als Ausgleichsküste zu bezeichnen. Der hier NE-SW verlaufende Küstenparallelstrom (vgl. 2.1.4) verdriftet das vom Fluß ins Meer eingetragene Material umgehend, so daß sich kein Delta bilden kann.

Im Gegensatz zum nur wenige Kilometer weiter südwestlich ins Mittelmeer mündenden Río Antas (vgl. 5.1.4) bildet sich hier vor der Mündung in der Form der Isobathen nicht mehr die ursprünglich pleistozäne Talfortsetzung ab (vgl. 2.1.2). Diese ist im Laufe des Holozän verfüllt worden, bedingt durch das

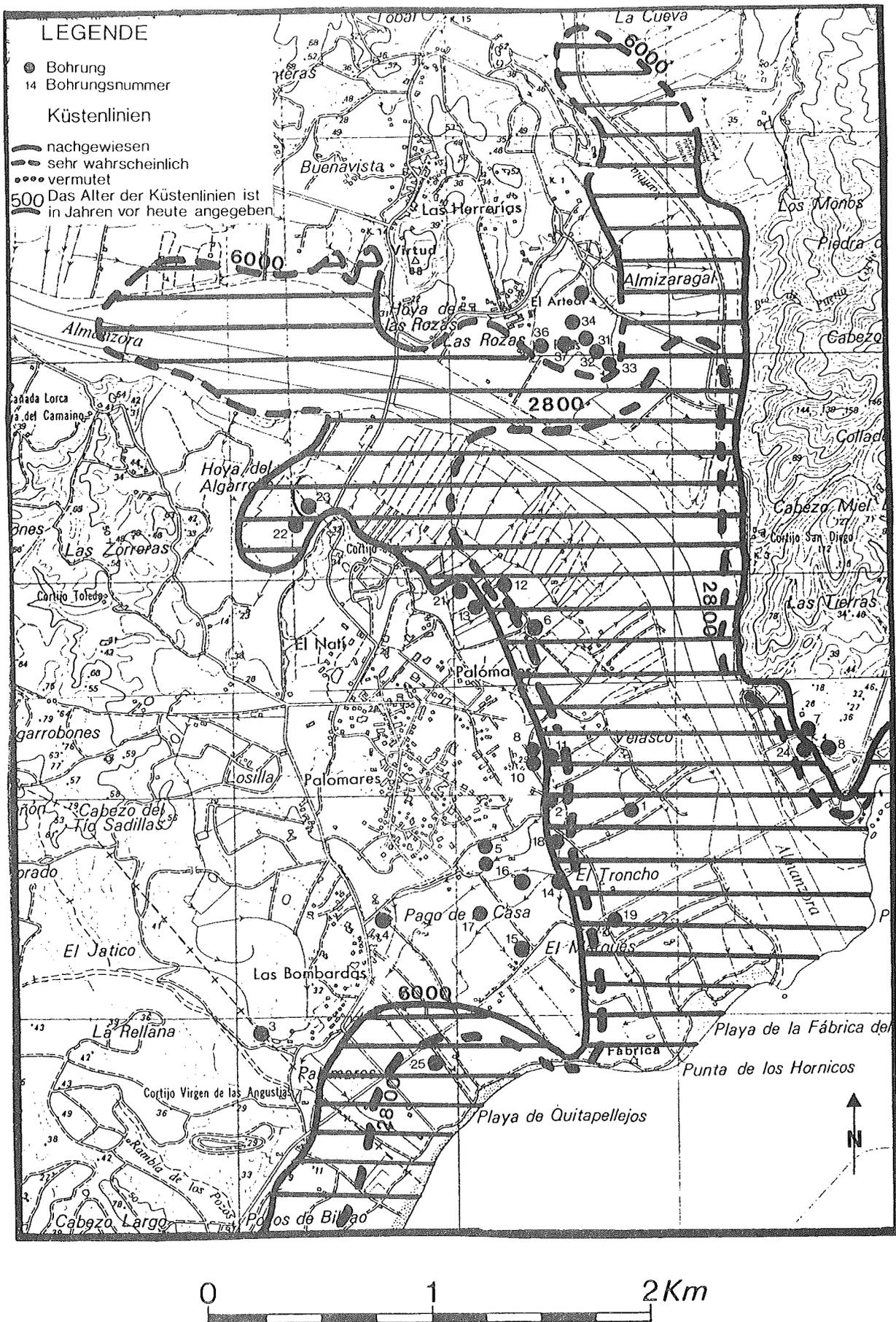


Abb. 5.1: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Río Almarazora

zehnmal so große Einzugsgebiet und die dadurch um vieles größere Sedimentfracht des Río Almanzora.

Betont werden soll an dieser Stelle die Aktualität des Problems der torrentiellen Niederschläge (vgl. 4.3). Zuletzt wurde diese Region in den Jahren 1973 und 1977 von Hochwasserkatastrophen (BREUER 1982) heimgesucht, die erhebliche wirtschaftliche Schäden zur Folge hatten. Im Hinterland des Río Almanzora wurden 1973 300 mm in 36 Stunden und 1977 200 mm in 48 Stunden gemessen (CAPEL MOLINA 1977b). Die Werte übertreffen nicht nur die durchschnittlichen Niederschlagsmengen pro Ereignis bei weitem, sondern überschreiten sogar die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge im Becken von Vera mit 220 mm (vgl. 2.1.3).

Die katastrophalen Hochfluten wirken sich entscheidend auf die Sedimentakkumulation besonders im Unterlauf aus. Für die Zukunft ist hier eine Stagnation zu erwarten, da – wie an vielen Flüssen Südostspaniens – das Problem der Überflutungen mit der Kanalisierung des Flußbettes und dem Bau eines Stausees zumindest vorübergehend (vgl. 2.1.3) gelöst werden wird. Damit wird der Abfluß regelbar und die Suspensionsfracht kommt entweder im Stau-becken zur Ablagerung oder wird direkt ins Mittelmeer gespült. Der Fluß führt nur nach starken Niederschlägen Wasser.

5.1.2.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen

Zur Untersuchung der holozänen Sedimente wurden im Unterlauf des Río Almanzora bis etwa zur Mündung der Rambla de Canlechos 38 Handbohrungen durchgeführt (KRACHT 1986, ARTEAGA, HOFFMANN, SCHUBART, SCHULZ 1987), die eine maximale Tiefe von 19.30 m erreichten (vgl. Abb. 5.1, vgl. Anhang). Durch das häufige Auftreten von Kies- und Schotterlagen im Hangbereich konnten zahlreiche Bohrungen nicht bis in die gewünschte Tiefe abgeteuft werden.

5.1.2.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Bei den erbohrten Holozänsedimenten dominieren Schluffe mit geringen Anteilen gröberer und feinerer Komponenten. Die gröbere Korngrößenfraktionen traten vorwiegend in der Nähe der Talhänge und beim Auftreffen des Bohrgerätes auf alte Flußmäander auf.

Petrographisch sind die holozänen Sedimente vorwiegend aus Schieferdetritus und Quarzkörnern aufgebaut. An weiteren makroskopisch erkennbaren Komponenten traten Pflanzenteile feinverteilt bis zu kleinen Schilfstengeln, Muscheldetritus, Schneckengehäuse und archäologische Keramikfragmente auf. Der Gesamtgehalt an Kohlenstoff schwankt zwischen 2.3 und 3.9 % und ist vorwiegend aus anorganischem Kohlenstoff gebildet.

Die Stratigraphie der Bohrungen, die nahe der bronzezeitlichen Siedlung Al-mizaraque durchgeführt worden sind, zeichnen sich durch zahlreiche Artefaktenfunde im Sediment aus. Die typische Schichtenfolge soll anhand der Bohrung 23, abgeteuft nördlich des Cortijo Mulero, dargestellt werden (vgl. Abb. 5.1, Anhang). Die untere Schicht blaugrauen Schluffs ist ein Beleg für die marine Sedimentation im heutigen Unterlauf des Flusses. Die reduzierte Färbung wie die absolute Höhe dieser Schicht mit 1.1 – 0.1 m u.NN betonen dies, obwohl im Sediment keine Mikrofossilien nachweisbar waren. Da aber in anderen Bohrungen das gleichzeitige Auftreten mariner bis brackischer Mikrofossilien mit dem Dominieren reduzierter Sedimentfärbung festgestellt wurde, kann dieses Ergebnis auf die Bohrung 23 übertragen werden. Stärkere

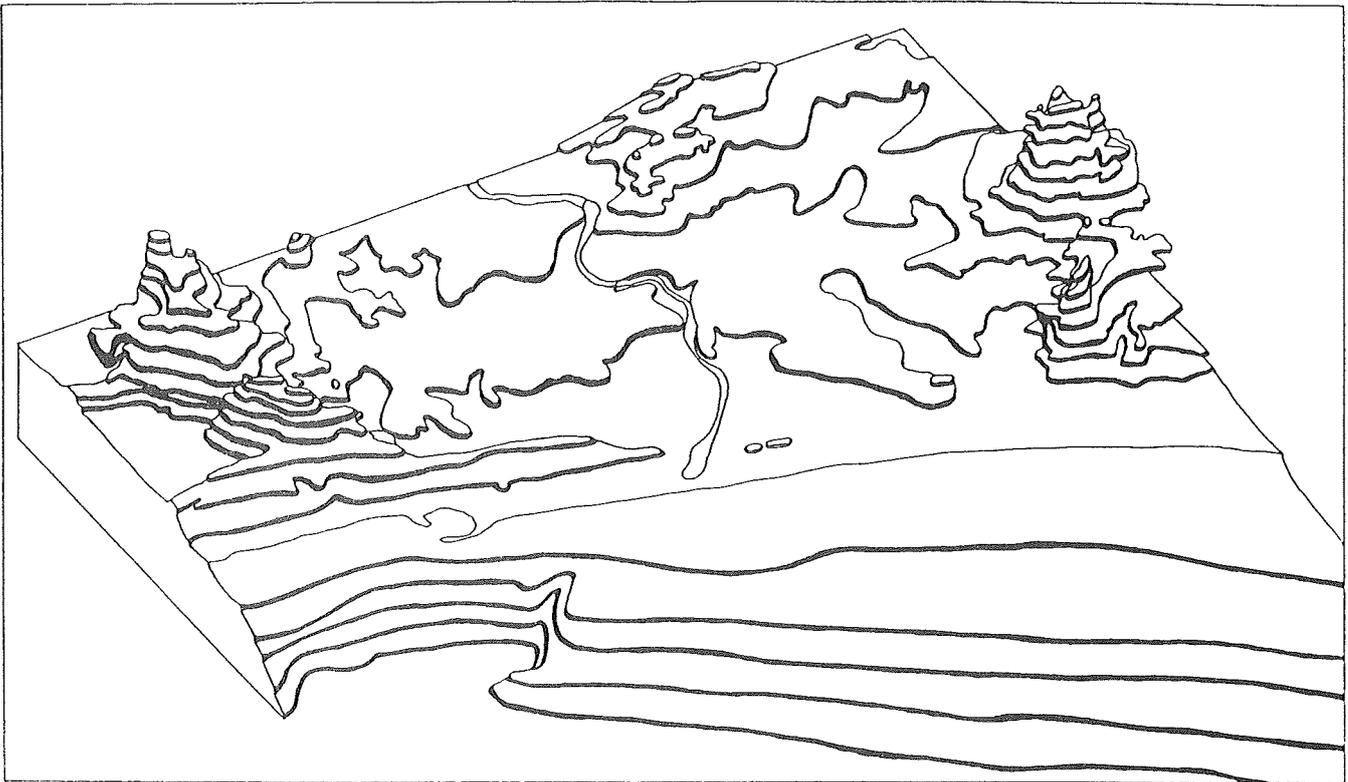


Abb. 5.5: Isometrische Projektion der Talaue und des Sublitorals des Río Antas. Abstand der Linien: 10m, 7,5fach überhöht (aus DIBBERN 1986)

Jahre vor heute	geologische Gliederung	Ablagerungen im Gebiet	Ablagerungs-Geschichte
10.000	QUARTÄR Holozän	Auslehm + Talschotter	terrestrische Sedimentation in verlandeten Buchten
		marine Schluffe und Feinsande	Anstieg des Meeresspiegels von -100 m auf heutiges Niveau etwa 6000 J. vor heute Sedimentation in marinem Flachwasser
1.8 Mio	Pleistozän	Schotterlagen und Schotter-Schlammströme (terrestrisch)	starke Erosion des Gebirges in den Pluvial- bzw. Glazialzeiten Meeresspiegel häufig ca. 100 m tiefer als heute
		Ob. Pliozän	Beginn der Pluvial- bzw. Glazialzeiten. Langsamer Rückgang des Meeresspiegels
5.5 Mio	TERTIÄR Unt. Pliozän	Mergel	marine Sedimentation in tieferem Wasser (200-250m)
		Ob. Miozän Messin Torton	z.T. submariner Vulkanismus + Messinian Event Sedimente sehr flachen Wassers
12.5 Mio	TERTIÄR Mittl. Miozän	Gips, Algen- und Korallenkalke	Heraushebung des Alpidischen Gebirges
		Sandsteine und Mergel	marine Sedimentation in tieferem Wasser (ca.200m)

Abb. 5.2: Stratigraphie und Sedimentationsverlauf im Tertiärbecken von Vera (aus KÖLLING 1986)

Strömungsverhältnisse haben hier wohl die Erosion der Ostracoden- und Foraminiferenfaunen bewirkt.

Auf dieses blaugraue Sediment folgen im Hangenden ausschließlich Sedimente oxidierter Färbung, graubraun bis gelbbraun gefärbt. Blaugraue Lagen und Linsen sind auf den Bohrtiefenbereich zwischen 12.50 m bis 18.30 m beschränkt. Diese reduzierten Bereiche sind wohl auf längere Wasserbedeckung in einigen Bereichen der damaligen Au Landschaft zurückzuführen.

Bedeckt wird dieser gemischtfarbige Horizont von einer 12,5 m mächtigen Schicht oxidierter, brauner Färbung. Dieser Horizont ist als typischer Hochflutaelem anzusprechen, der während der Hochfluten des Río Almanzora abgelagert wurde. Reduziert gefärbte Bereiche sind hier nicht zu beobachten.

5.1.2.3 Ablagerungsmilieu

Es wurden an 20 Proben aus dem reduziert gefärbten Bereich verschiedener Bohrungen mikropaläontologische Untersuchungen durchgeführt. An Mikrofossilien wurden Foraminiferen, Ostracoden und Oogonien in geringer registriert (KRACHT 1986, vgl. 5.1.4, Bohrung 23, 0.1–1.1 m u.N.N.). Trotz der schlechten Erhaltung der Fossilien konnte die Ablagerung des Sediments in marinem bis brackischen Milieu belegt werden.

Die im Hangenden dieser Schicht abgelagerten Sedimente überwiegend brauner oder braun-graublauer Färbung weisen an Mikrofossilien nur von den tertiären Hängen umgelagerte Fossilien auf. Die reduziert gefärbten Bereiche entstanden durch längerwährende Wasserbedeckung.

Die Schicht ist als ein Hochflutaelem anzusprechen, der während der Hochwasser des Río Almanzora abgelagert worden ist, vorwiegend in der Folge torrentieller Niederschläge. So wurden in sehr kurzer Zeit große Sedimentmassen im Unterlauf akkumuliert. In der Bohrung 23 wurde der Horizont in einer Mächtigkeit von 18.3 m erbohrt.

5.1.2.4 Datierung der holozänen Sedimente

Zur Datierung der holozänen Sedimente wurden C-14 Bestimmungen am organischen Material, vorwiegend an Pflanzenresten, durchgeführt. Aus Mangel an organischer Substanz mußten häufig Pflanzenreste aus weiteren Bereichen von Bohrungen zusammengefaßt werden (vgl. Tab. 1).

Außer den physikalischen Altersbestimmungen konnten von ARTEAGA (1988) zahlreiche im erbohrten Sediment angetroffene archäologische Keramikfragmente datiert werden (vgl. Tab. 2).

5.1.2.5 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Mit den Datierungen der Sedimente (vgl. 5.1.2.4) konnte der Verlauf der holozänen Sedimentation im Río Almanzora rekonstruiert werden. Die dreidimensionalen Abbildungen (vgl. Abb. 5.3) sollen die Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Almanzora verdeutlichen.

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung		
KIG	ALM	m	m	Jahre vor heute			
86/35	2	10.6-11.8	-0.5- -1.7	6260 +/-	410	P	
86/51	18	7.4	1.6	8330 +/-	510	P	
86/50	18	9.5-9.7	-0.5- -0.7	8090 +/-	500	P	
86/49	18	10.2	-1.2	6790 +/-	420	P	
86/47	18	10.6	-1.6	6010 +/-	410	P	
86/30	23	12.7-13.0	5.7-5.4	9890 +/-	640	P	
86/42	23	16.2-17.0	2.2-1.4	3510 +/-	310	P	
86/37	23	17.5-19.3	0.9- -0.9	6000 +/-	450	P	
85/37	26	5.7	-0.2	5830 +/-	470	P	
85/49	26	6.5	-1.0	9340 +/-	540	P	
86/58	28	6.4-6.5	-1.3- -1.4	6130 +/-	390	M	
86/10	28	6.8	-1.7	5940 +/-	430	P	
85/34	29	5.7	-0.5	6800 +/-	390	P	
85/33	29	6.4-6.5	-1.2- -1.3	7220 +/-	580	P	
86/59	29	6.4-6.5	-1.2- -1.3	6180 +/-	390	M	
85/32	29	7.0-7.2	-1.8- -2.0	7050 +/-	400	P	
85/45	30	5.5-5.6	-0.3- -0.4	7170 +/-	420	P	
86/56	30	5.7	-0.5	5470 +/-	370	M	
86/12	30	6.2-6.4	-1.0- -1.2	6910 +/-	500	P	
85/38	30	6.8-7.0	-1.6- -1.8	6090 +/-	510	P	
86/41	30	7.5-7.6	-2.3- -2.4	10850 +/-	730	P	

Tab.1 : Altersdatierungen mit der ¹⁴C Methode an organischem Material aus dem Río Almazora (P = fein verteilte pflanzliche Substanz, T = Torf, M = Muschel).

Bohrungs- nummer	Teufe unter Flur	Höhe über N.N.	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturrepoche
(ALM)	(m)	(m)			
9	1.6	10.7	x	2800	?
9	2.1	10.2	x	2800	?
11	4.2	7.5	x	2800	?
15	1.6	6.3	x	2800	?
18	3.2	5.3	x	2800	?
18	3.8	5.9		2600	pun./röm.
20	1.2	4.7		2600	pun.
20	2.2	3.7	x	2800	?
22	8.0	9.5	x	2800	?
24	3.0	3.9	x	2800	?
25	1.8	4.4	x	2800	?
31	2.7	13.7	x	2800	?
31	3.1	13.3	x	2800	?
31	3.2	13.2	x	2800	?
31	3.3	13.1	x	2800	?
31	3.5	12.9	x	2800	?
31	3.6	12.8		3100	Endbronzezeit
31	3.7	12.7	x	2800	?
32	2.9	13.2	x	2800	?
34	2.4	14.2	x	2800	?
34	2.9	13.7	x	2800	?
34	5.1	11.5	x	2800	?
34	6.2	10.4	x	2800	?
34	6.5	10.1	x	2800	?
35	1.5	14.9	x	2800	?
36	2.8	14.2	x	2800	?
36	4.1	12.9	x	2800	?

Tab.2 : Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die im Tal des Río Almazora erbohrt worden sind (phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.=mittelalterlich, mod.=modern).

Zur Zeit seiner größten Ausdehnung ca. 6000 J.v.h. (vgl. 4.3) erstreckte sich ein Meeresarm im Tal des Río Almanzora bis mindestens 3.5 km landeinwärts von der heutigen Küstenlinie (Abb. 5.3), der die im Pleistozän geschaffene Hohlform ausfüllte. Für diese Epoche konnte mit C-14 Daten der in diesem Sediment angetroffenen organischen Substanz (vgl. Tab. 1) eine Sedimentationsrate von ca. 1 m in 1000 Jahren bestimmt werden (KRACHT 1986). Aufgrund einer geringen Sedimentationsrate kann auf den Fortbestand dieses Meeresarmes in etwas geringerer Ausdehnung bis 2800 J.v.h. geschlossen werden. In den folgenden 2800 Jahren ist die Bucht dann vollständig verfüllt worden (vgl. Abb. 5.3).

Insgesamt wird in diesem Tal im Holozän eine etwa gleichmäßige Sedimentation stattgefunden haben, wobei der Eingriff des Menschen in die Natur sicher eine höhere Erosionsrate im Hinterland und einen Anstieg der Sedimentationsrate im Unterlauf der Flüsse zur Folge hatte. Für Anstiege der Sedimentationsrate sind neben der Kupfer- und Bronzezeit (die aufgrund der geringen Besiedlungsdichte die Erosion vermutlich nicht stark beeinflusst haben) die römischen Epoche, vor allem aber die Zeit nach der Reconquista zu nennen. Während und nach der Vertreibung der Araber wurden die noch bestehenden Wälder gerodet oder abgebrannt (KRESS 1968, ARTEAGA 1988).

Sowohl durch die frühe relativ dichte Besiedlung wie auch durch die ökologischen Faktoren (vgl. 2.1) hebt sich dieser Bereich des Arbeitsgebietes deutlich ab. Eingriffe in den Naturhaushalt derart sensibler Systeme (ROTHER 1984) haben extreme, meist irreversible Folgen. Die botanischen Untersuchungen von SCHOCH & SCHWEINGRUBER (1982) zeigen, daß es zur Bronzezeit in dieser Region noch Offenwald gegeben hat. Die für die Bronzezeit nachgewiesenen Wild- wie Kulturpflanzenarten kommen größtenteils auch heute in der Region vor (STIKA 1987).

Die zur Kupfer- und Bronzezeit noch bestehenden Offenwälder und eine wahrscheinlich im Vergleich zu heute dichtere niedere Vegetation haben die Böden vor der Erosion geschützt. Gleichzeitig hat die noch vorhandene Bodendecke, teilweise sicher durch die Vegetation beschattet, als Wasserspeicher eine gleichmäßigere und vielleicht perennierende Wasserführung der Flüsse in der Provinz Almería bewirkt. Wie die Untersuchungen von BORK & BORK (1981) belegen, ist der torrentielle Charakter der Niederschläge neben der geringen Erosionsresistenz der anstehenden Gesteine und der fehlenden Vegetation der dominierende Faktor der erosiven Vorgänge in dieser Region.

So ist seit der Kupfer- und Bronzezeit für die Provinz Almería kein Klimawechsel zwingend zu postulieren (RISCH & FERRES 1987), um den heutigen Zustand der Landschaft erklären zu können. Wahrscheinlicher ist, daß der Eingriff des Menschen den enormen Landschaftswandel im Hinterland und die Küstenlinienverlagerung im Küstenbereich verursacht hat, unterstützt besonders durch die häufigen torrentiellen Niederschläge während "kleiner Eiszeit".

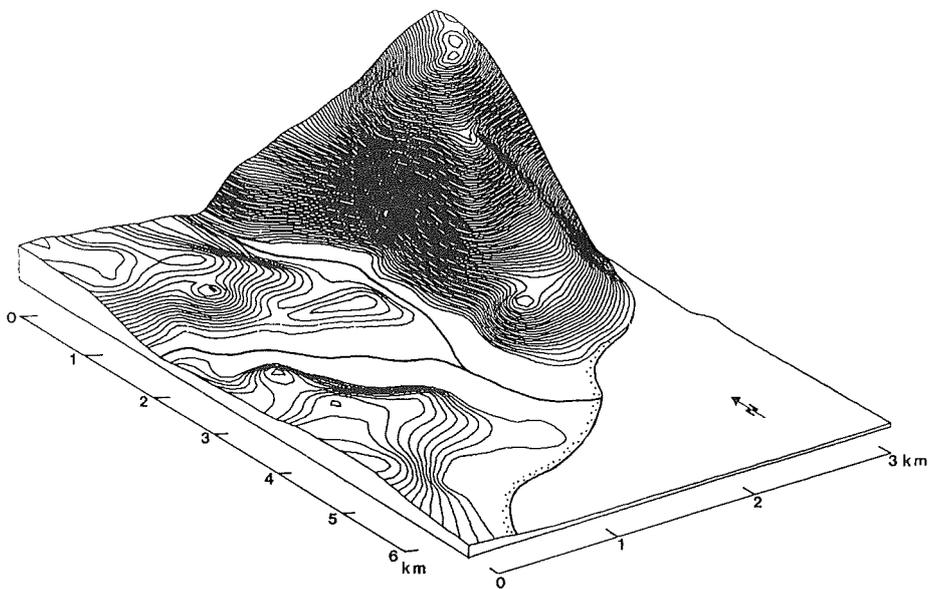
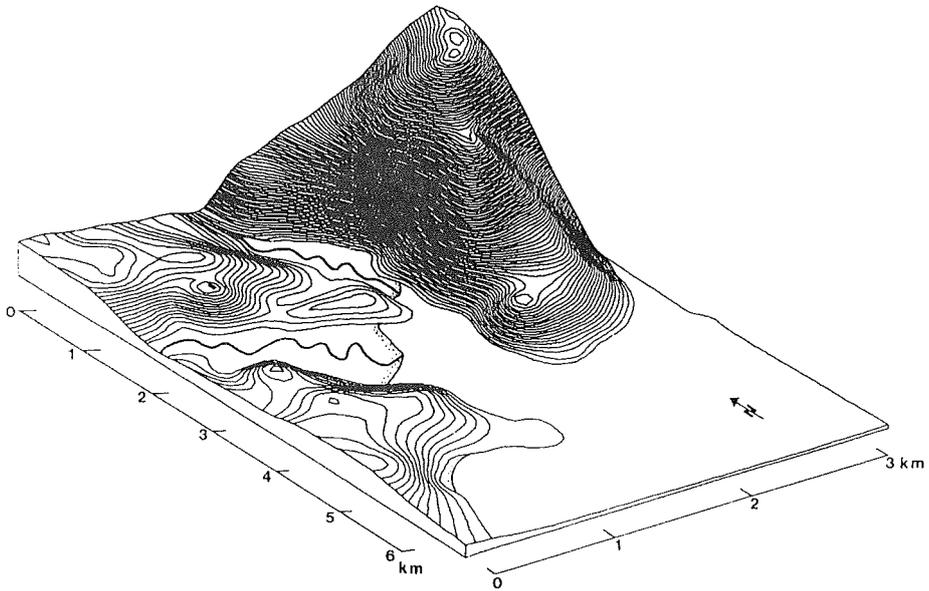
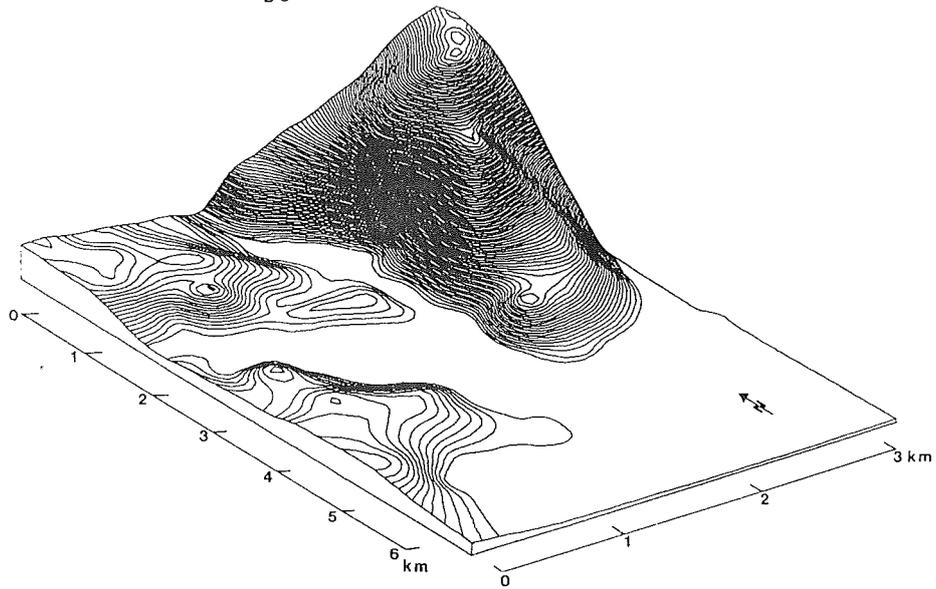


Abb. 5.3: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Almanzora
6000 J.v.h. - 2800 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.1)

5.1.3 Río Antas und die Ebene südlich des Cabezo Largo

Das Tal des Río Antas wurde im Rahmen einer Diplomarbeit von DIBBERN (1986) bearbeitet.

Mit ca. 40 km Länge und einem Einzugsgebiet von 261 qkm gehört der Río Antas zu den kleineren Flüssen des Arbeitsgebietes, etwa dem Río Guadarranque vergleichbar. Sein Quellgebiet liegt zwar in 770 m Höhe, aber über ein Drittel des Flußlaufes liegt unterhalb der 100m- Isohypse, das Flußgefälle ist gering.

Die Ebene südlich des Cabezo Largo wird hervorgehoben, da dort eines der fünf bisher unbekanntenen Torfprofile des Arbeitsgebietes erbohrt werden konnte, von deren pollenanalytischer Bearbeitung im Botanischen Institut der Universität Hohenheim Hinweise auf die Vegetationsgeschichte und damit auf den Klimaverlauf im frühen Holozän erwartet werden. Das Einzugsgebiet der in diese Ebene mündenden Barrancos ist mit wenigen Quadratkilometern als sehr klein zu bezeichnen. Die wesentlichen Sedimentlieferanten sind hier die direkt angrenzenden pliozänen Hügel und der Cabezo Largo selbst.

Im Unterschied zum Río Almanzora (vgl. 5.1.2) ist im Sublitoralbereich vor der Ausgleichsküste bei Garrucha die Fortsetzung des im Pleistozän erodierten Tales zu erkennen (vgl. Abb. 5.5). Wahrscheinlich ist vom Río Antas nicht ausreichend Sedimentmaterial zur Verfüllung dieses Talbereiches herantransportiert worden. Durch das wesentlich größere Einzugsgebiet und Gefälle konnte der Río Almanzora nach Verfüllung seiner Erosionsrinne auf diese zusätzlich ein weites subaquatisches Delta schütten, dessen Ausläufer - unterstützt durch die NE-SW gerichtete Küstenparallelströmung - fast bis an die Mündung des Río Antas reichen.

Hingewiesen werden soll auf die Tatsache, daß weder der Río Antas noch der Río Aguas (vgl. 5.1.4) von den Hochwasserkatastrophen der Jahre 1973 und 1977 betroffen waren. Beide Flüsse führen meist über Jahre kein Wasser.

5.1.3.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen

Im weiten Unterlauf des Río Antas westlich der Ortschaft Garrucha und in der Ebene am Cabezo Largo wurden zur Erkundung der holozänen Sedimente 27 Handbohrungen durchgeführt (vgl. Abb. 5.6, ARTEAGA, HOFFMANN, SCHUBART & SCHULZ 1987). Die mit 18.30 m tiefste Bohrung (Bohrung 8, vgl. Anhang) durchteufte das gesamte holozäne Schichtpaket und erreichte den Transgressionshorizont des Flandrischen Meereseinbruchs. Durch die Lage der "El Salar" genannten Ebene im Strömungsschatten des Río Antas sind Schotter- oder Kieslagen sehr selten. So ließen sich fast alle Bohrungen in die gewünschte Tiefe niederbringen. In der Ebene am Cabezo Largo fanden sich ähnlich günstige Bedingungen.

5.1.3.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Die Sedimente bestehen überwiegend aus Schluffen mit sehr geringen feinsandigen Beimengungen (vgl. Anhang). Quarzkörner dominieren, sehr untergeordnet tritt Schieferdetritus auf. In einigen Feinsandlagen wurden Gipskristalle beobachtet, während Kalkfällungen nicht an bestimmte Kornfraktionen gebunden auftreten. An biogenen Bestandteilen wurden Torfe (nur in der Ebene südlich des Cabezo Largo) sowie Muschelschalen, Schneckengehäuse und feinverteilte organische Substanz erkannt.

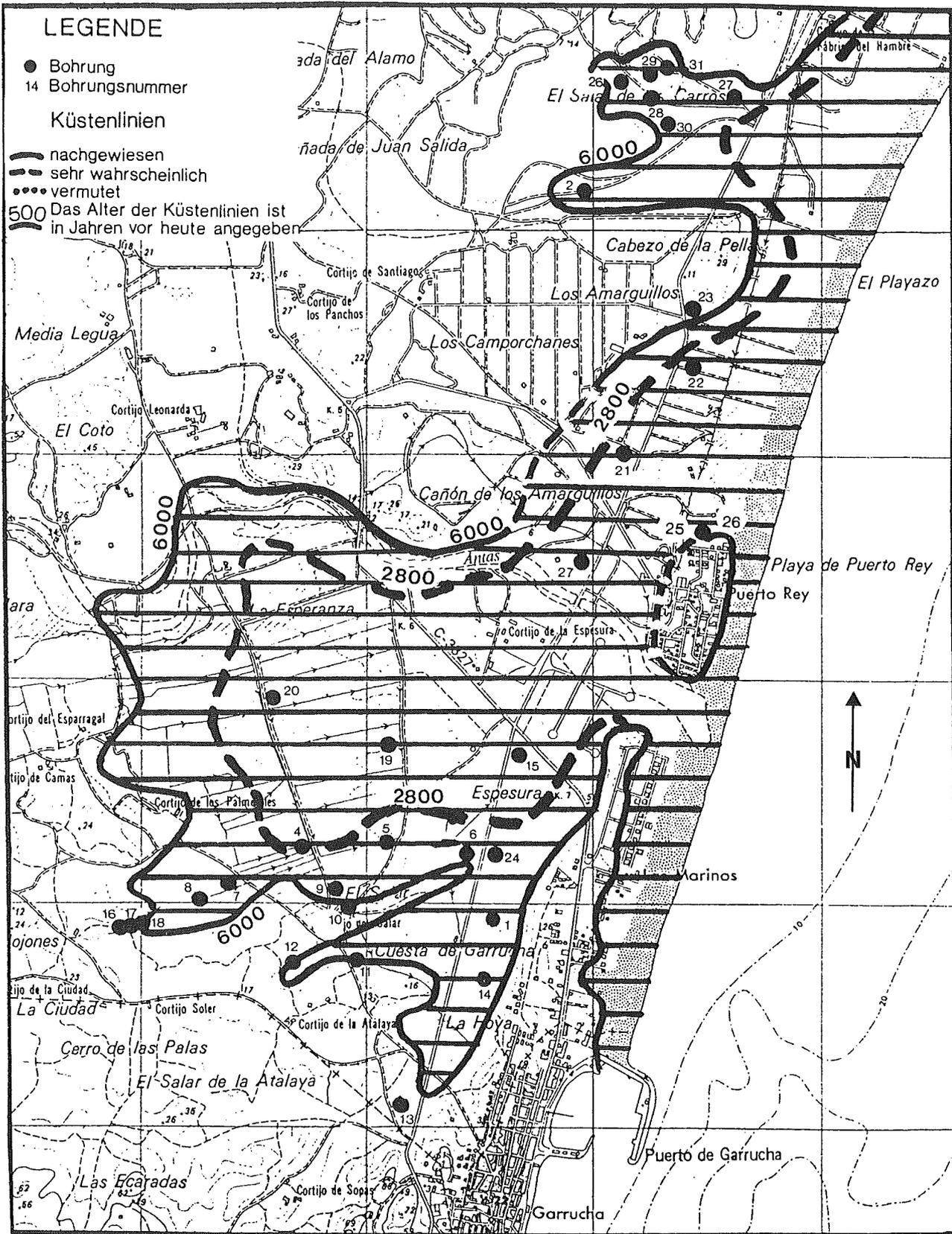


Abb. 5.4: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Río Antas

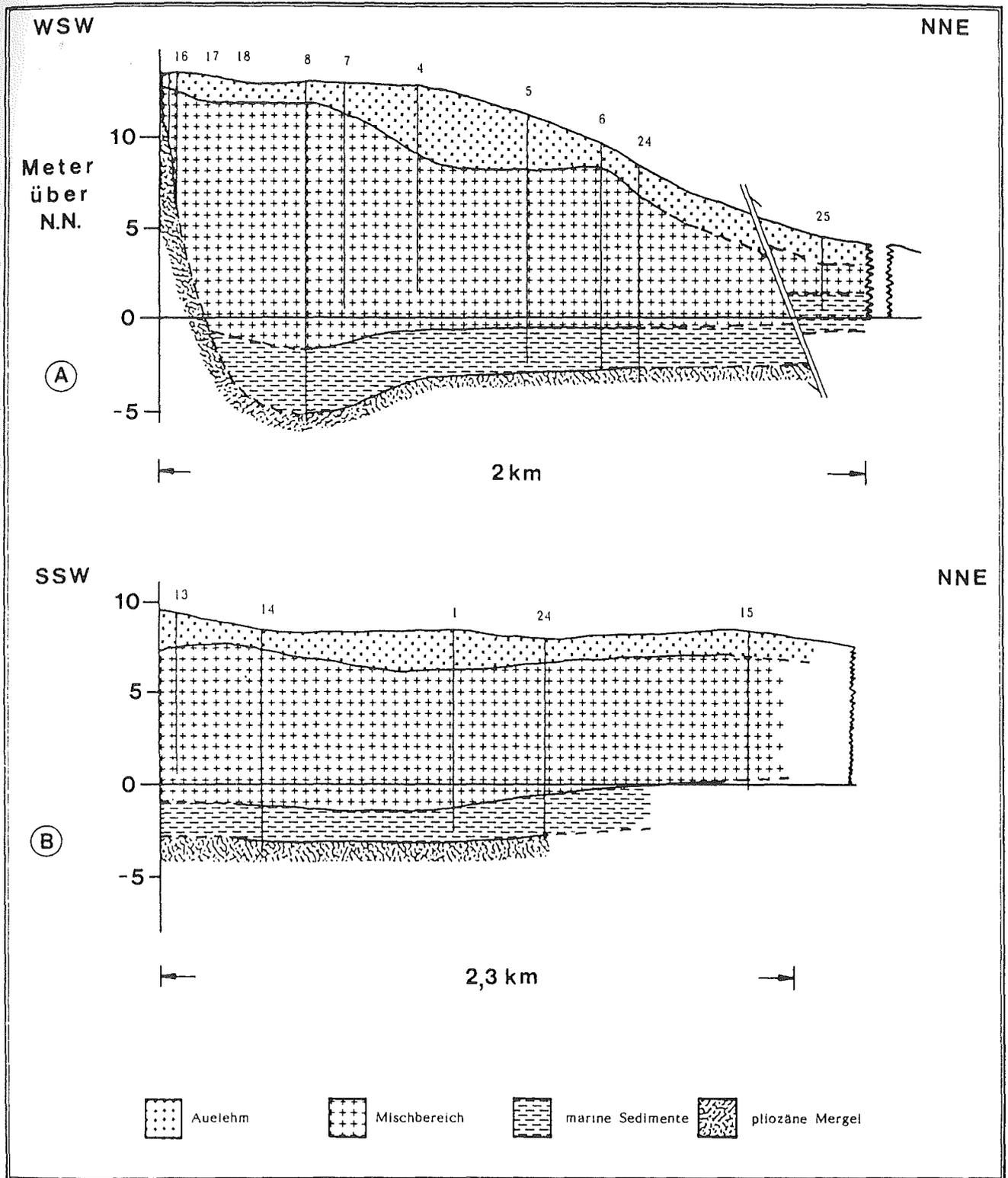


Abb. 5.6: Geologische Profile der holozänen Sedimente im Tal des Río Antas (aus DIBBERN 1986)

Im Bereich unter dem heutigen Meeresspiegel dominiert eine graublau-schwarze Sedimentfarbe, die auf Eisenhydroxidverbindungen im reduzierten Milieu zurückzuführen sind (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1981). Nur in der Bohrung 8, in der das gesamte Holozän durchteuft wurde, kamen die gelblich-braunen Sedimentfarben des Transgressionshorizontes zutage. Im Hangenden der graublauen Schicht, in der sich am Cabezo Largo mehrere Muschel- und Torflagen fanden (Río Almanzora: 26-30, Río Antas: 3, vgl. Tafel 1, Anhang), folgt ein Mischhorizont graublauer und hellgrauer Färbung. Bedeckt wird die Folge von einem braunen Auehlem, dessen Mächtigkeit zwischen 1-3 m schwankt (vgl. Abb. 5.8).

5.1.3.3 Ablagerungsmilieu

Aus den Ergebnissen der paläontologischen Untersuchung von Sedimentproben der Bohrung 8 (vgl. Anhang) konnte DIBBERN (1986) den Verlandungsprozeß in 5 Phasen gliedern (ein Teil der identifizierten Muscheln, Ostracoden, Foraminiferen und Oogonien ist auf der Tafel 2 im Anhang abgebildet):

- Aufarbeitung der tertiären Sedimente durch das transgredierende Mittelmeer,
- beginnende Besiedlung durch Brackwasserorganismen, relativ unruhiges Sedimentationsmilieu,
- Ausbildung eines relativ ruhigen Sedimentationsmilieus mit artenreicher Ostracodenfauna, die einen Salzgehalt bis 5 Promille toleriert,
- Artenarmut infolge starker Salzgehaltsschwankungen, deren Ursache in einer Beeinträchtigung des Wasseraustausches mit dem Mittelmeer gesehen wird,
- weitere Verlandung mit gelegentlicher Überflutung durch den Río Antas.

Diese Rekonstruktion der Antas-Bucht deutet durch das Fehlen extremer Salzgehalts-Indizien auf eine Wasserführung des Río Antas, die die marinen Salzgehalte mindestens auf 5 Promille in der Bucht hinter Garrucha verdünnt hat. Das Auftreten von Oogonien deutet auf eine perennierende Wasserführung des Flusses.

Die südlich des Cabezo Largo erbohrten Schneckengehäuse und Muschelschalen (vgl. Tafel 1, Anhang) deuten auf brackische Verhältnisse in der kleinen Bucht. Neben der Gastropodenart *Hydrobia cf. ventrosa* (Salinitätstoleranz: 6-24 Promille) konnten folgende Muscheln bestimmt werden, die als Lebensraum brackige Bereiche und geringe Wassertiefe bevorzugen:

Cerastoderma lamarcki
Cerastoderma glaucum? umbonatum
Venerupis aurea ssp.

5.1.3.4 Datierung der holozänen Sedimente

Es wurde vorwiegend pflanzliches Material und einige Muschelschalen mit der ^{14}C Methode altersbestimmt (vgl. Tab. 3).

Auffallend ist, daß in den meisten Bohrungen eine kontinuierliche Altersabfolge enthalten ist. Aufgrund der Datierung lassen sich aber keine Horizonte gleichen Alters bestimmen, da die Kontamination mit allochthoner organischer Substanz zu unterschiedlich ist. So bleibt die Untersuchung von Daten aus einer Bohrung mit gleichmäßigen Sedimentationsbedingungen zur Berechnung der Sedimentationsrate. DIBBERN (1986) gibt einen Wert von ca. 0.6 Metern

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung	
KIG	ANT	m	m	Jahre vor heute		
86/03	2	8.7	0.57	6700	+/- 410	P
86/29	2	9.8	-0.53	6350	+/- 380	P
86/57	3	6.6-6.7	-1.5- -1.6	4900	+/- 370	M
86/62	3	7.8-7.9	-2.7- -2.8	7100	+/- 320	M
86/63	3	7.8-7.9	-2.7- -2.8	4910	+/- 340	M
86/11	3	7.8-7.9	-2.7- -2.8	7190	+/- 470	P
85/50	1	10.5	-2.05	7950	+/- 430	P
86/32	4	11.1	1.75	10510	+/- 640	P
86/71	5	12.1	-0.98	9000	+/- 450	P
85/47	6	8.8	0.72	8880	+/- 510	P
86/55	6	9.8	-0.28	10340	+/- 610	P
86/65	8	11.4	1.67	5160	+/- 350	P
86/16	8	15.5	-2.43	5710	+/- 340	P
85/35	8	16.0	-2.93	8580	+/- 460	P
85/36	8	16.25	-3.18	9330	+/- 600	P
86/23	11	8.75	1.83	4610	+/- 290	P
86/15	11	11.85	-1.27	7430	+/- 440	P
86/52	11	11.95	-1.37	10870	+/- 700	P
86/67	14	9.90	-1.19	7190	+/- 450	P
86/14	14	10.85	-2.14	8850	+/- 480	P
86/53	14	10.9	-2.19	9160	+/- 590	P
86/66	14	11.5	-2.79	7790	+/- 460	P
86/54	15	7.5	1.09	16470	+/- 1470	P
86/40	24	8.3	-0.28	11930	+/- 760	P
86/44	24	11.5	-3.48	11280	+/- 950	P
86/36	26	2.5	1.24	6030	+/- 370	P
86/39	26	3.3	0.44	9770	+/- 700	P

Tab. 3: Altersdatierungen mit der C-14 Methode an organischem Material aus dem Rio Antas
(P = fein verteilte pflanzliche Substanz,
T = Torf, M = Muschel).

pro 1000 Jahre für die marinen Sedimente an, der aufgrund des kleinen Einzugsgebietes, des geringen Reliefs und der isolierten Lage von den torrentiellen Niederschlägen zu erklären ist.

5.1.3.5 Tektonik

Im Gebiet zwischen Garrucha und dem Cabezo Largo konnten Verwerfungsbeträge von 1 m nachgewiesen werden, die sich nach dem postglazialen Meeresspiegelanstieg auf das heutige Niveau vollzogen haben.

5.1.3.6 Holozäne Küstenlinienverlagerung

Die geologischen Untersuchungen konnten in der El Salar genannten Ebene westlich der Landzunge von Garrucha eine weite marine bis brackische Bucht nachweisen, die durch Halbinseln gegliedert war (vgl. Abb. 5.4). Geflutet wurde dieser im Pleistozän geschaffene Hohlraum wie auch der am Cabezo Largo um 6000 J.v.h., als der postglaziale Meeresspiegelanstieg etwa das heutige Niveau erreicht hat. Durch tektonische Hebungen wird die Bucht am Cabezo Largo etwa um 4500 J.v.h. vom Meer abgetrennt.

Mit der errechneten Sedimentationsrate bleibt die brackige Río Antas-Bucht wohl noch bis ins Mittelalter bestehen. Die Entwicklung der Küstenlinie ist im Blockbild (vgl. Abb. 5.7) dargestellt. Gestützt wird dieses Ergebnis von den Ergebnissen der Siedlungssuche (ARTEAGA 1988). Für die Küstenlinienentwicklung seit ca. 1600 J.v.h. fehlen jedoch eindeutige Untersuchungsergebnisse, da keine jüngeren Datierungen der Radiokarbonmethode und nur ein zweifelhafter Keramikfund vorliegen. Die historischen Quellen (ARTEAGA 1988) deuten auf Waldbestände in dieser Region, die noch in der arabischen Epoche vorhanden waren. So kann auch hier der während der Reconquista ausgelöste große Erosionsschub angenommen werden, der das Tal des Río Antas vor etwa 500 Jahren mit Auelehm bedeckte.

5.1.4 Río de Aguas

Der Río Aguas weist mit 539 qkm ein etwa doppelt so großes Einzugsgebiet wie der Río Antas auf. Auf seinem etwa 75 km langen Lauf bewältigt er einen Höhenunterschied von etwa 930 m. Das Quellgebiet liegt im Campo de Tabernas in der Sierra de Filabres (vgl. Abb. 2.2).

Hingewiesen werden soll auf die zwei Fortsetzungen des Tales im Sublitoralbereich. Vermutlich hat sich der küstennahe Bereich des Tales nach der Anlage der Hohlform im Pleistozän gehoben, so daß das ansteigende Mittelmeer um 6000 J.v.h. dieses Tal nicht fluten konnte.

Die Ergebnisse der archäologischen Siedlungsforschung (ARTEAGA 1988) zeigen vorwiegend neolithische bis bronzezeitliche Siedlungsplätze und eine römische Niederlassung. Phönizische und punische Funde wurden nicht registriert.

In der Talaue des Río de Aguas wurden 3 Handbohrungen bis in eine maximale Tiefe von 12 m durchgeführt. Nach einer 1 bis 3 m mächtigen Schicht brauner Färbung wurden Sedimente brauner und grauer Färbung erbohrt. Bei 2 Bohrungen wurde das Holozän durchteuft und neogener Sandstein gelber Färbung erbohrt. Der gesamte Horizont im Hangenden der tertiären Sedimente wurde maximal in 12 m Mächtigkeit erbohrt. Es ist ein holozäner Hochflutaelehm, der während der Hochwasser des Río Aguas zur Ablagerung gelangte. Der Gehalt an organischen Gemengteilen ist äußerst gering. Es konnten daher keine radiometrische Altersbestimmung durchgeführt werden. Da auch keine archäologischen Keramikfragmente im Bohrgut angetroffen wurden, kann diese Schichtfolge zeitlich nicht untergliedert werden. Marine Sedimente des Holozän wurden nicht nachgewiesen.

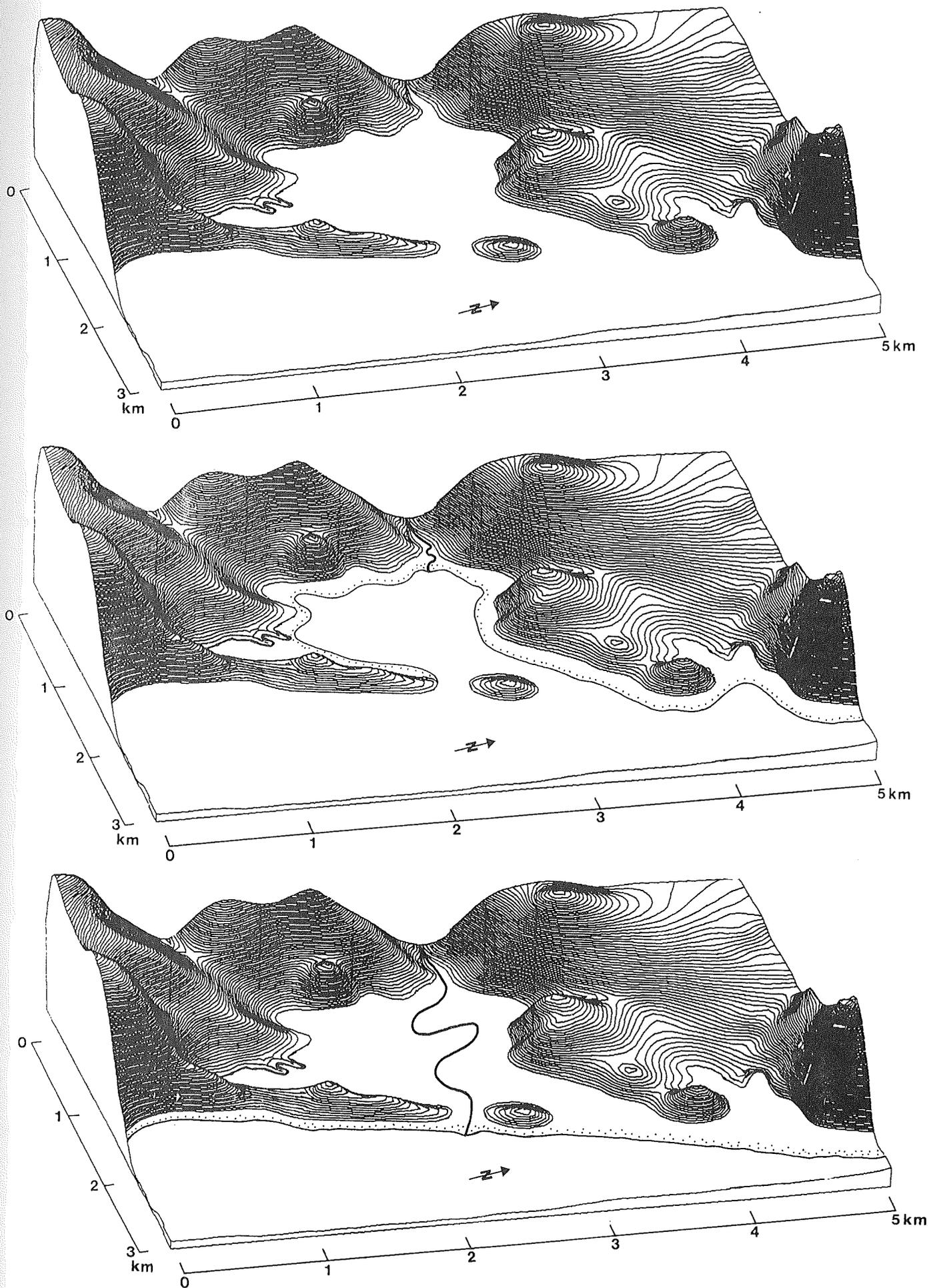


Abb. 5.7: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Antas
6000 J.v.h. - 2800 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.4)

5.2 Flußtäler der Zone mit küstennahem Hochgebirge

In diesem Abschnitt werden die geologischen Untersuchungsergebnisse der Täler vorgestellt, deren Flüsse in der mediterranen Küstenzone zwischen den Städten Almería und Estepona ihre Mündung haben. Neben Geologie (vgl. 4.1), Morphologie (vgl. 2.1) und Klima (vgl. 2.1.3) zeigen die Einzugsgebiete diese Region auch eine gleiche historische Entwicklung (ARTEAGA 1988, KRESS 1968). Die Ergebnisse folgender Flußtäler werden beschrieben: Río Andarax, Río Grande de Adra, Río Guadalfeo und die Küstenebene von Carchuna, Río Verde und Río Seco bei Almuñecar, Río Jate, Río Higuierón und Río Torrox, Río Seco bei Torre del Mar, Río de Vélez, Río Guadalmedina, Río Guadalhorce, Río Fuengirola, Río Guadalmina und Río Guadalmansa.

5.2.1 Lithologie, Relief und Klima der Einzugsgebiete

Die die Sierra Nevada, die Alpujarriden und die Sierra de Gador aufbauenden Gebirgszüge werden überwiegend von metamorphen paläozoischen Serien, Glimmerschiefern, Phylliten, Quarziten, Grauwacken und triassischen Kalken aufgebaut. Im westlichen Gebiet in der Hoya de Málaga stehen neben Schiefern, Phylliten und Marmoren, vorwiegend Grauwacken, Quarzite, Sandsteine, Kalke, Dolomite des Paläozoikum und Mesozoikum neben bedeutenden Vorkommen tertiärer Sandsteine, Konglomerate, Mergel und Kalke sowie pleistozäne Sedimente an.

Im Unterschied zu den anderen Tälern treten im Tal des Río Guadalfeo, flächenmäßig sehr begrenzte, tertiäre Gesteine auf. Wahrscheinlich sind diese bei der Entstehung der Hohlform im Pleistozän erodiert worden.

Die Erosionsresistenz der anstehenden Gesteine ist als gering zu bezeichnen, wobei die Quarzite, Grauwacken und Schiefer den Atmosphärrillen sicher stärker widerstehen als die neogenen Sedimentgesteine.

Die Sierra Nevada ist das höchste Gebirge der Iberischen Halbinsel (vgl. 2.1.1). Folglich weisen die Einzugsgebiete der hier entspringenden Flüsse Río Andarax, Río Grande de Adra und Río Guadalfeo eine sehr hohe Reliefenergie auf. Starke Flußgefälle und damit eine große potentielle Transportkraft der Flüsse sind die Folge. Deutlich wird das Gefälle durch die geringe Distanz von 35 km zwischen dem Delta des Río Guadalfeo (10 m ü.N.N.) und dem Mulhacén mit 3481 m ü.N.N. (MACHADO SANTIAGO 1982).

Auch diese Flußtäler sind häufig von Hochwasserereignissen infolge torrentieller Niederschläge betroffen (vgl. 2.1.3, 5.1.3). Zuletzt wurden diese für die Jahre 1973 und 1977 beschrieben. Erhebliche Auswirkungen hatte das Oktober-Hochwasser von 1973 in La Rábita, ca. 15 km westlich von Adra. Es entstanden große Sachschäden und das Delta vergrößerte sich um 40 Hektar (HOENERBACH 1980).

Die Vegetationsbedeckung des Hinterlandes dieser Küste ist sehr gering. Eine Bodenbildung ist selten zu beobachten. Generell ist eine geringmächtige Schicht aus Verwitterungsgrus der anstehenden Gesteine zu beobachten.

5.2.2 Historische Forschungsergebnisse

Nach KRESS (1968) war das Gebiet der Alpujarras noch nach dem Fall Granadas (1494) eine von Arabern äußerst dicht besiedelte und mit Baumkulturen und Gartenwirtschaft (Terrassenbau) landwirtschaftlich genutzte, walddreiche

Landschaft. Nach der 1569 beginnenden Vertreibung der Araber wurden umgehend Bauern aus Nordspanien angesiedelt und mit hohen Steuern belegt, um aus dem von den Arabern geschaffenen, ertragreichen Anbaugebieten fiskalischen Nutzen zu ziehen. In Unkenntnis der arabischen Bewässerungswirtschaft begannen die Neusiedler Wald zu roden (Ende des 17. Jhdts. war der Wald vollständig gerodet) und zu pflügen (SERMET 1943, HOENERBACH 1980). Wegen zu geringer Erträge konnten sie ihre Steuern nicht zahlen und viele verließen ihr Land. Schon 1593 wurden über 400 Wüstungen gezählt. Waldrodung, ständiges Pflügen und das Auflassen ehemals genutzter Flächen, besonders der Terrassen, hatten direkten Einfluß auf die Erosion. Diese Vorgänge hatten direkten Einfluß auf die Küstenlinienverlagerung.

5.2.3 Río Andarax

Der Río Andarax ist mit 67 km Länge und einem 2187 qkm großen Einzugsgebiet der drittgrößte Flußlauf der andalusischen Mittelmeerküste. Er entspringt in 2200 m Höhe südlich des Cerro de Almirez in der Sierra Nevada und mündet bei Almería ins Mittelmeer.

Durch seinen relativ kurzen Verlauf im Gebirge weist er nach dem Río Verde von Almuñecar und dem Río Grande de Adra das steilste Gefälle der bearbeiteten Flüsse auf. Selbst die Talauie im Unterlauf zeigt ein erhebliches Gefälle. Wenig oberhalb von Pechina (DUDA 1971), etwa 10 km flußaufwärts der Mündung (vgl. Abb. 5.10), kreuzt die 100 m - Isohypse, 18 km oberhalb der Mündung bei der kupferzeitlichen Stadt Los Millares (SERMET 1943, ARRIBAS & MOLINA 1982) die 190 m - Isohypse die holozäne Talauie.

5.2.3.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Bohrungen

Aufgrund der Einsatzgrenzen des Handbohrgerätes (vgl. 3.1.2.1) konnte nur im Deltabereich unterhalb der 20 m - Höhenlinie sondiert werden. Es wurden 12 Handbohrungen durchgeführt. Zusätzlich ermöglichte das Departamento de Prehistoria der Universität Granada eine Rotationsbohrung, die eine Bohrtiefe von 26 m erreichte (vgl. Anhang).

5.2.3.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Aufgrund der zahlreichen Kies- und Schotterlagen konnten von den 12 Handbohrungen nur 2 in die gewünschte Tiefe niedergebracht werden. Mit der motorbetriebenen Bohrung wurden in drei Bohrungen marine Sedimente erbohrt. Die beiden in der Nähe des Colegio Universitario niedergebrachten Bohrungen stießen auf eine ehemalige Lagune, die sich wahrscheinlich aus einem Altarm des Río Andarax gebildet hat und nicht von den größeren fluvialen Sedimenten erreicht wurde. Auf einen bis 1.3 m mächtigen hellbraunen feinsandigen Schluff folgt ein schluffiger Feinsand, der sich farblich durch zum Liegenden zunehmende graublau Linien absetzt (vgl. 5.1.4.2). Dieser bis 1.6 m mächtige Horizont wird etwa auf Meeresspiegelhöhe von dunkelgraublauen schluffigen Feinsanden unterlagert, die feinverteilte organische Substanz enthielten, welche altersbestimmt werden konnte. Petrographisch setzt sich das Sediment vorwiegend aus Quarzkörnern zusammen. An organischem Material wurden neben der pflanzlichen Substanz in den marinen Sanden einige Gastropoden im Auehalm registriert. Bei der Rotationsbohrung wurden oberhalb von marinen Feinsanden zahlreiche Kies- und Schotterlagen erbohrt. Bei der Bohrung kein datierbares Material gewonnen werden.

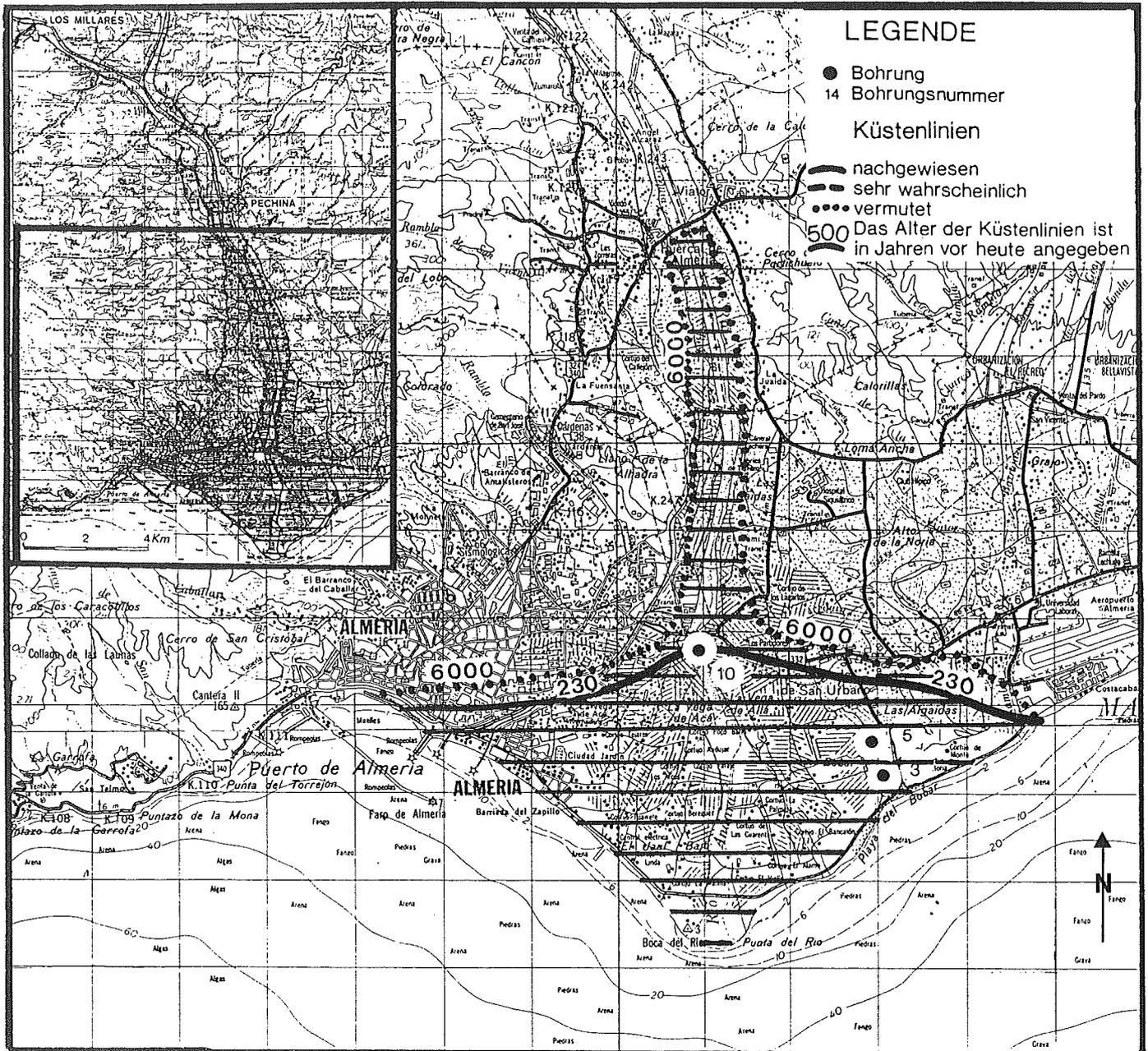


Abb. 5.8: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Río Andarax

5.2.3.3 Ablagerungsmilieu

In je zwei Proben der Bohrungen 10 (1.3 u. 2.3 m u.N.N.) und 5 (0.4 u. 1.1 m u.N.N.) konnten folgende Ostracodenarten bestimmt werden:

<i>Candona sp.</i>	brackisches Flachwasserarten
<i>Cyprideis torosa</i>	
<i>Cypridopsis cf. vidua</i>	marine Arten
<i>Krithe sp.</i>	
<i>Acanthocythereis hystrix</i>	

Handelt es sich hierbei auch nicht um eine vollständige mikropaläontologische Analyse (vgl. 3.2.3), so kann doch die Aussage getroffen werden, daß die vom Río Andarax vor allem bei Hochfluten herantransportierten, terrestrischen Sedimente im Deltabereich die brackischen bis marinen Sedimente überlagern.

5.2.3.4 Datierung holozäner Sedimente

In den holozänen Sedimenten zweier Bohrungen, 500 und 700 m nördlich der Bohrung 5 (vgl. Abb. 5.8) niedergebracht, wurden 3 Keramikfragmente erbohrt. Der aussagekräftigste Fund ist eine punische Keramik (2600 J.v.h.) in 2.4 m Tiefe.

Die mit der Radiokarbonmethode ermittelten Alter der Bohrung 3 (vgl. Tab. 4) ermöglichen nur die Bestimmung der Sedimentationsrate der brackisch-marinen Sedimente auf ca. einen Meter in 1000 Jahren, da auch diese Sedimente mit allochthonem Kohlenstoff kontaminiert sind.

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Tiefe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung
KIG	RAX	m	m	Jahre vor heute	
86/74	3	2.0	0.2	1590 +/-	260 P
87/57	3	2.6	-0.1	5320 +/-	470 P
87/36	5	4.2	-1.6	3650 +/-	320 P

Tab. 4: Altersdatierungen mit der C-14 Methode an organischem Material aus dem Río Andarax (P = feinverteilte pflanzliche Substanz).

5.2.3.5 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Aufgrund der geologischen Untersuchungen läßt sich belegen, daß sich unterhalb der terrestrischen Sedimente im Deltabereich des Río Andarax marine bis brackische Sedimente befinden, die eine Sedimentationsrate von ca. 1 m / 1000 J. zeigen.

Eine Küstenlinie ist der historische Karte des Jahres 1759 (vgl. Anhang) zu entnehmen. Da die Bohrung 10 etwa im Bereich der damaligen Flußmündung liegt, läßt sich eine Akkumulationsrate für die terrestrischen Sedimente von ca. 80 Metern in 1000 Jahren errechnen. Ein vergleichsweise hoher Wert in diesem Küstenbereich ist bisher nur im Río de Vélez mit 13 m pro 1000 Jahren (SCHULZ, JORDT & WEBER 1987) angegeben worden.

Die geologischen Ergebnisse auch in den benachbarten Tälern sprechen weder für bedeutende Meeresspiegel-Schwankungen noch für tektonische Bewegungen in historischer Zeit. In allen Tälern werden die marinen Sedimente des Holozän etwa auf dem Niveau des heutigen Meeresspiegels angetroffen.

Verlängert man in verschiedenen Positionen die Talhänge nahe Pechina in die Tiefe, so endet das V-förmig erodierte Tal etwa bei 40 m ü. N.N. Nach den bisherigen Erkenntnissen scheint die Existenz einer schmalen Meerenge im Tal des Río Andarax vielleicht bis zum Ort Viator möglich (vgl. Abb. 5.9).

Wie die Ebene von Carchuna mit der Deltaentwicklung des Río Guadalfeo verknüpft ist, besteht über die hier NE-SW gerichtete Küstenparallelströmung (vgl. 2.1.4) ein Zusammenhang zwischen der Deltaentwicklung des Río Andarax und dem Campo de Dalías. Ein gleichartiger Bezug läßt sich zwischen dem Río Grande de Adra (vgl. 5.2.4) und dem Campo de Dalías erkennen. GOY UND ZAZO (1986) beschreiben, daß die beiden Küstenparallelströme aus östlicher und westlicher Richtung vor den Salinas Viejas aufeinandertreffen und für die Abtrennung der Salinen verantwortlich sind. Vermutlich hat sich die Küstenebene des Campo de Dalías erst in relativ junger Zeit gebildet, nach der Entstehung der Deltas von Almería und Adra etwa um 1800/1850.

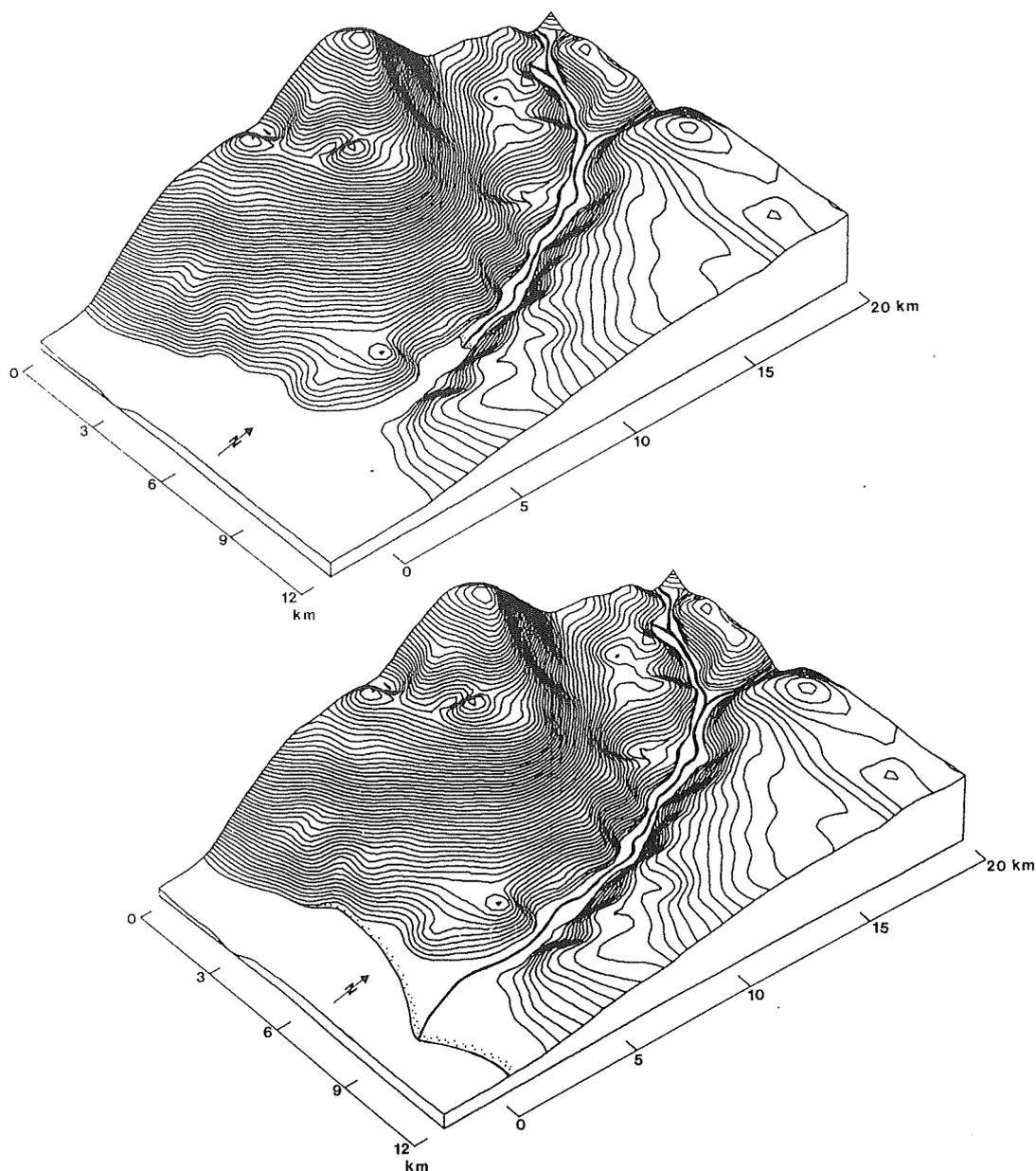


Abb. 5.9: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Andarax
6000 J.v.h. — Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.8)

5.2.4 Río Grande de Adra

Das Einzugsgebiet des Río Grande de Adra umfaßt 746 qkm, die Flußlänge beträgt 47 km. Von diesen Werten ausgehend ist er dem Río de Vélez (vgl. 5.2.10) vergleichbar, unterscheidet sich von diesem aber wesentlich durch sein stärkeres Gefälle. Seine Ursprünge liegen in der Sierra Nevada im Gebiet der Berge San Juan (2781 m) und Morrón (2744 m).

5.2.4.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen

Im weiten Delta des Río Grande de Adra wurden 31 Handbohrungen durchgeführt (vgl. Abb. 5.10 und Anhang). Etwa die Hälfte der Bohrungen erreichte aufgrund ihrer Positionierung nahe des alten - natürlichen - oder neuen - künstlich angelegten - Flußlaufes sowie im Stadtgebiet von Adra nicht die gewünschte Tiefe, da auch hier zahlreiche Kies und Schotterlagen in den holozänen Sedimenten der engen Unterläufe auftreten (vgl. 5.2.3.1).

5.2.4.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Die Bohrungen im alten Talbereich (vgl. Abb. 5.10 und Anhang) zeigen fluviatile Ablagerungen schluffiger und sandiger Korngröße von brauner Farbe. Nur im unteren Bereich der Bohrungen 11 und 23 wurden im braun gefärbten Sediment hellgraue Linsen des braun bis graublau gefärbten Mischhorizontes beobachtet (vgl. 5.1.4.2).

Nur in den Strömungsschattenlagen nahe der Flußläufe und in größerer Entfernung zu diesen konnten die Bohrungen bis in die angestrebte Tiefe durchgeführt werden. Dort konnten sich, durch Küstenparalleltransport begünstigt, Lagunen bilden.

In den Bohrungen nahe der alten Flußläufe folgt auf eine ca. 1 m mächtige Feinsand- oder Schluffschicht brauner Farbe ein bis zu 3 m mächtiger meist schluffiger Horizont, der braun bis graublau gefärbt ist. Mit der Tiefe nimmt der Anteil der graublauen Farbe zu. In dieser Schicht treten auch geringmächtige Kieslagen auf. Diese wurden abgelagert während der Hochwasserführung des Flusses, bei denen die grobe Sedimentfracht über die gesamte Talaue verteilt wurde.

Etwa auf dem Niveau des heutigen Meeresspiegels beginnen sandige und schluffig-tonige Sedimente reduzierter Sedimentfärbung. In den Lagunenbereichen wurden etwa auf Meeresspiegelhöhe bis 0.5 m mächtige Torfe erbohrt. In dieser Schicht kommen viele noch unzersetzte Pflanzenteile vor. Die Torfe, die altersbestimmt wurden (vgl. Tab. 5), werden am Botanischen Institut der Universität Hohenheim pollenanalytisch untersucht.

5.2.4.3 Ablagerungsmilieu

Die im oberen Bereich anstehenden braunen und braun bis graublau gefärbten Schluffe und Sande sind als Hochflutalehm anzusprechen. Muscheln der Art *Cerastoderma edule* wurden in den reduziert gefärbten Bereichen beobachtet, die unterhalb des heutigen Meeresspiegels anstehen. (Bohrungen 3, 20, vgl. Anhang) Diese bevorzugten als Lebensraum zwar marines Flachwasser, kommen aber auch in Ästuarbereichen bis zu 5 Promille Salzgehalt vor. Die Sedimente sind in einem brackischen bis marinem Milieu abgelagert worden.

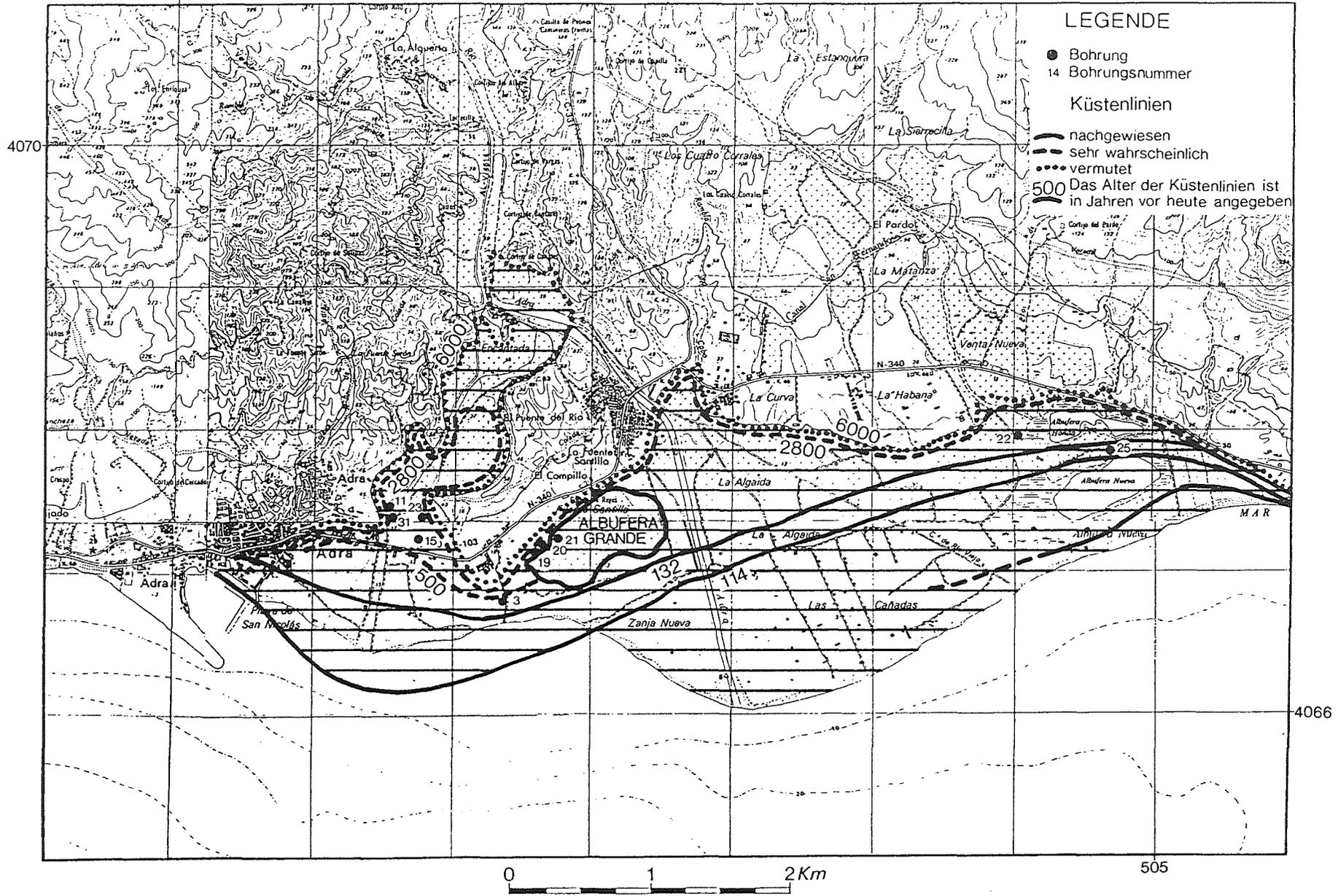


Abb. 5.10: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Río Grande de Adra

5.2.4.4 Datierung holozäner Sedimente

Archäologische Keramikfunde wurden in den Bohrungen des alten Flußlaufes angetroffen (vgl. Tab. 6). Wesentlich aussagekräftiger als die Keramikfunde sind die C-14 Altersdatierungen (vgl. Tab. 5). Die Datierungen der Torfproben aus der heute verfüllten Lagune östlich der alten Mündung zeigen zum einen (Bohrung 21) eine kontinuierliche Abfolge, die 870 J.v.h. einsetzt und mit rezenten Bildungen endet. Nach JABOLOY SANCHEZ (1984) wurde diese Albufera Grande genannte Lagune vor ca. 100 Jahren künstlich verfüllt. In der 100 m westlich gelegenen Bohrung 19 setzt die Torfbildung 1700 J.v.h., also deutlich früher ein. Aus den Daten der 100 m westlich des Albufera Honda niedergebrachten Bohrung 22 ist für die marinen Ablagerungen eine äußerst geringe Sedimentationsrate von 0.2 m in 1000 Jahren errechenbar.

5.2.4.5 Für die Küstenlinienentwicklung bedeutende Ergebnisse der Siedlungssuche, historische Quellen und Karten

Am östlichen Talhang des alten Flußbettes des Río Grande de Adra (45 m ü.N.N., vgl. Abb. 5.12) befindet sich eine phönizische Siedlung (800 v. Chr.), die bereits von SERMET (1934, 1943a, 1954) und GOY & ZAZO (1986) als Indiz für den Küstenverlauf zu phönizischer Zeit herangezogen wurde. SERMET (1943) beschreibt zudem eine Garumfabrik vom Cerro de Monte Cristo.

Die beiden Lagunen Albufera Grande und Albufera Honda existieren bereits in der arabischen Epoche (RUZ MARQUEZ 1981 zitiert nach JABOLOY SANCHEZ 1984).

Eine historische Karte des Museo Naval von 1759 zeigt die Flußmündung des Río Grande de Adra etwa am Beginn des heutigen Deltas direkt östlich von Adra. Bestätigt wird dieser Küstenverlauf durch Quellen, die den mittelalterlichen Hafen südöstlich der Stadt am Fuß des Castillos und eine Schiffswerft direkt in der Stadt beschreiben (SERMET 1934).

Historische Karten der Jahre 1784 und 1786 zeigen ein kleines asymmetrisches Delta (vgl. Anhang). Die Asymmetrie ist bedingt durch den W-E gerichteten Küstenparallelstrom.

Für die Verhüttung (1822 - 1886) der in der Sierra de Gador abgebauten Blei- und Eisenerze wurden die Wälder im Einzugsgebiet des Río Grande de Adra abgeholzt (JABOLOY SANCHEZ 1984).

Die infolge der Abholzung vegetationsfreien Böden bewirken mit 30 Jahren Verzögerung (JABOLOY SANCHEZ 1984) eine erhebliche Vergrößerung des Deltas. Die regelmäßige Zunahme des Deltas suggeriert den Bewohnern von Adra ein unbegrenztes Deltawachstum und man beginnt, Land im voraus zu kaufen. 1863 kaufte ein Bauer 640 ha Land in den Lagunen und vor dem Delta, das sich nie bildete. 1912 boten die Erben dieses "Land" zum Kauf an. Niemand hatte Interesse (SERMET 1943, JABOLOY SANCHEZ 1984).

Zwischen 1823 und 1910 ereigneten sich 14 Hochwasserkatastrophen im Tal des Río Grande de Adra (JABOLOY SANCHEZ 1984, SERMET 1943).

Die großen mitgeführten Sedimentmengen bewirkten die ständige Verlegung des Flußbettes und somit die Bildung von Feuchtgebieten in den Altarmen (GOY & ZAZO 1986), die die Verbreitung der Malaria unterstützten. Aus diesem Grund wurde 1872 der künstliche Durchstich des heutigen Flußlaufes fertiggestellt und 1891 (nach SERMET 1943 erst 1910) eine Mauer gebaut, die die Überflutung des westlichen Deltas verhindert, auch beim Hochwasser 1973.

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung	
KIG	ADR	m	m	Jahre vor heute		
86/102	19	1.7-1.9	1.1-1.3	1700 +/-	190	T
86/27	21	2.4-2.6	1.1-0.9	mod.		T
85/44	21	2.6-2.8	0.9-0.7	690 +/-	200	T
86/21	21	2.9-3.0	0.7-0.6	870 +/-	220	T
87/05	22	3.5-3.6	-2.7 - -2.8	980 +/-	180	T
86/106	22	4.1	-3.3	3390 +/-	240	T

Tab. 5 : Altersdatierungen mit der C-14 Methode an organischem Material aus dem Río Grande de Adra (T = Torf)

Bohrungs- nummer (ADR)	Teufe unter Flur (m)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung	
				Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturepoche
11	6.9	10.3	x	2600	pun./röm.
15	4.0	7.3	x	200	mod.
15	5.0	6.3		5000	?
15	6.0	5.3		5000	?

Tab. 6: Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die im Tal des Río Grande de Adra erbohrt worden sind (pun.=punisch, röm.=römisch).

Der neue Flußlauf endete zunächst im Albufera Grande und baute später das östliche Delta auf. Nach der Verlegung begann die Erosion des östlichen – im Jahr 1886 Rückgang um 200m – und der Aufbau des westlichen Deltas in der gleichen asymmetrischen Form. Von der Deltaspitze aus bildete sich ein Sandhaken in östlicher Richtung, der 1931 das Albufera Nueva vom Mittelmeer abtrennte (JABOLOY SANCHEZ 1984).

Durch den Hafenbau am westlichen Ortsende von Adra 1908 wurde der Küstenparallelstrom gebremst und innerhalb von 20 Jahren bildete sich ein 600 m langer Strandstreifen westlich der Mole (vgl. SERMET 1943). Dieser Eingriff unterbrach die Sedimentzufuhr des östlichen Deltas und begünstigte gleichzeitig dessen Erosion (JABOLOY SANCHEZ 1984).

5.2.4.6 Holozäne Küstenlinien-Entwicklung

Die geologischen Untersuchungen zeigen, daß der gesamte Deltabereich des Río Grande de Adra von marinen Sedimenten unterlagert wird, die von Hochflutaeulehm überlagert werden.

Die Datierung der Torfe in der verfüllten Lagune des Albufera Grande zeigen, daß der Küstenparalleltransport und vielleicht auch schon fluviatile Sedimente die Lagune vor 870 Jahren abgetrennt haben.

Im Tal des Río Grande de Adra geben historische Karten im Mündungsbereich eine datierbare Küstenlinie. Der Verlauf der Nationalstraße N 340 im alten Flußtal beschreibt etwa die Küstenlinie des Jahres 1759. Heute liegt dieser Bereich 15 m ü. N.N., was hochgerechnet eine Akkumulationsrate von 60 Metern in 1000 Jahren ergibt.

So ist es von der Sedimentationsrate her möglich, daß sich das Meer nach dem postglazialen Meeresspiegelanstieg um 6000 J.v.h bis La Alqueria, ca. 4 km von der heutigen Küste entfernt, erstreckt hat (vgl. Abb. 5.10, wie von SERMET (1943) vermutet wird. Voraussetzung hierfür ist, daß das Tal im Pleistozän ausreichend tief erodiert worden ist.

Mit Sicherheit kann davon ausgegangen werden, daß die Phönizier ihre Siedlung mit dem Schiff erreichen konnten. Diese These stützt sich auf die geringe Entfernung von ca. 200 m zwischen dem Cerro de Monte Cristo und der Küstenlinie von 1759.

Vor der alten Flußmündung zeigen sich deutliche Zeichen von Erosion in Form einer >4m hohen Steilküste, verursacht durch den Küstenparalleltransport.

Mit der Annahme von JABOLOY SANCHEZ (1984), daß zwischen der Abholzung der Wälder und der Deltabildung ein zeitlicher Verzug von nur 30 Jahren besteht, wird nicht übereingestimmt. Die Ergebnisse der historischen Forschung zeigen, daß die anthropogenen Eingriffe in die Natur bereits erheblich früher begonnen haben, als er sie mit der Lagerstättenentdeckung datiert (KRESS 1968, ARTEAGA 1988). Der rapide Deltazuwachs innerhalb der von JABOLOY SANCHEZ (1984) angegebenen 30 Jahre wird mit einer Kulmination der torrentiellen Niederschläge in dieser Periode erklärt.

5.2.5 Río Guadalfeo und die Küstenebene von Carchuna

Der Río Guadalfeo hat mit 1294 qkm das viertgrößte Einzugsgebiet der Flüsse des Arbeitsgebietes. Auf seinem 75 km langen Lauf legt er eine Höhendifferenz von 2700 m zurück und weist mit den anderen in der Sierra Nevada entspringenden Flußläufe eines der höchsten Gefälle der untersuchten Flüsse auf. Er entspringt südlich des Peñon del Puerto (2909 m). Im Einzugsgebiet dominieren paläozoische Schiefer und triassische Kalke.

Im Unterlauf zeigt das Tal einen breite holozäne Talau. Die Konservierung eines Tales dieser Größenordnung im Sublitoralbereich vor Torrenueva (vgl. 2.1.2, Abb. 2.2) ist einmalig an der andalusischen Mittelmeerküste. In der holozänen Talau treten die alten Flußverläufe wie in keinem anderen Tal des Untersuchungsgebietes morphologisch hervor (vgl. Verlauf der 20m- Isohypse auf Abb. 5.11). Diese Erscheinung wird erklärbar durch die Hochflutereignisse nach torrentiellen Niederschlägen, während derer der Fluß mit groben sich schnell ablagernder Sedimentfracht stets den Weg des geringsten Widerstandes sucht und vom Grobmaterial sein Weg nachgezeichnet wird.

In die die Küstenebene von Carchuna münden drei kleine Barrancos mit sehr kleinem Einzugsgebiet von ca. 20 qkm. Auch diese weisen ein erhebliches Gefälle auf.

5.2.5.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen

Da das Delta des Río Guadalfeo wie die Deltas des Río Andarax und des Río Grande de Adra ein relativ starkes Gefälle zeigt, konnten nur im küstennahen Bereich 43 Handbohrungen durchgeführt werden (vgl. Abb. 5.11, Anhang). Ein Teil der Bohrungen konnte auch hier nicht in die gewünschte Tiefe niedergebracht werden, da im engeren Talbereich zwischen Salobreña und Motril die dort anstehenden vorwiegend fein- und mittelsandigen Sedimente mit einem sehr hohen Grundwasserspiegel zusammentreffen (vgl. 3.1.2.1).

Einige Bohrsäulen von Tiefbohrungen wurden freundlicherweise von Dipl. Geol. Luis Linares Girela (Adaro, Málaga) zur Verfügung gestellt.

In der Ebene von Carchuna wurden 3 Handbohrungen niedergebracht, die alle die erstrebte Tiefe erreichten (vgl. Abb. 5.12, Anhang).

5.2.5.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

In der Bucht südwestlich von Salobreña stehen unter 2,5 m mächtigen sehr sandigen Schluffen und Feinsanden brauner Färbung bis 1,5 m ü.N.N. marine Mittelsande an, die vom hohen Schiefergehalt schwarz bis schwarzgrau gefärbt sind. Schluffhorizonte mit geringen Sandgehalten wurden auf der westlichen Talseite nur in Strömungsschattenpositionen nahe des triassischen Felsens der Stadt angetroffen.

Die bis 6 m mächtige Deckschicht brauner Färbung wird von einem Horizont brauner und blaugrauer Färbung unterlagert, dessen Sedimente sich hinsichtlich der Korngröße nicht vom hangenden Schichtpaket unterscheiden. Die darunter anstehende Schicht rein graublauer Färbung beginnt bei einigen Bohrungen bereits wenige m ü.N.N. (vgl. Anhang). Die gleiche Stratigraphie mit einer etwas feineren Kornfraktion wurde im östlichen Talbereich angetroffen.

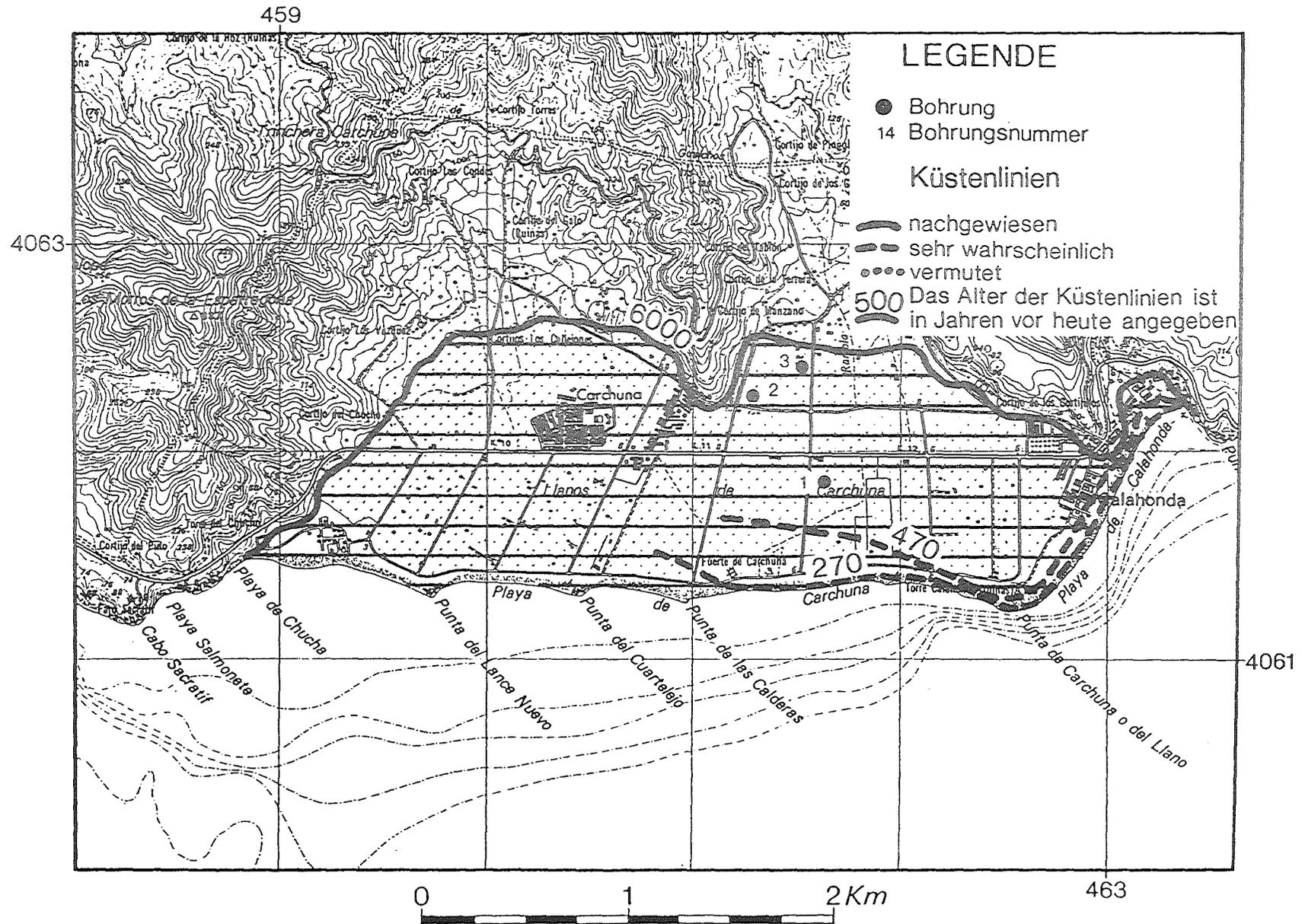


Abb. 5.12: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe in der Ebene von Carchuna

In den Bohrungen 15, 16 und 48 wurden unter sandigen Schotterlagen von 5 bis 10 m Mächtigkeit rotbraun gefärbte Böden vermutlich pleistozänen Alters erbohrt.

Die Sedimente bestehen fast ausnahmslos aus schiefrigem und quarzitischem Material mit geringem kalkigen Anteil. Fein verteilte pflanzliche Substanz konnte überwiegend im östlichen Talabschnitt in geringer Menge gewonnen werden. In 15 Bohrungen konnten archäologische Keramikfragmente geborgen werden.

Die Tiefbohrungen (vgl. Anhang) sind für die Mächtigkeitsbestimmung der holozänen Schichtenfolge von besonderem Interesse. Gleichzeitig wird durch sie eine Vorstellung über die gesamte quartäre Schichtfolge in den Tälern gewonnen. Leider konnten nur sehr wenige der bei diesen Bohrungen genommenen Proben selbst betrachtet werden. Die Interpretation stützt sich im wesentlichen auf die Gesteinsbeschreibung von LINARES GIRELA (1987).

Bohrung 44: Die 30 m mächtigen Sedimente, die auf den triassischen Schiefern der Decke von Alcazar aufliegen, werden im Bericht als "Plio-Cuaternario" (= Pliozän - Quartär) eingestuft. Da es sich bei der 2m mächtigen Schicht von 9 - 11 m ü.N.N. um ein schluffig-toniges Sediment von roter Färbung handelt, wird dieses als pleistozäne Bodenbildung interpretiert. LINARES GIRELA (1987) deutet die vorwiegend kiesigen Sedimente im Liegenden als Basalkonglomerat. Die ockerfarbenen bis rötlichen Sedimentfarben der Schluffhorizonte im Hangenden des pleistozänen Bodens deuten auf terrestrische Ablagerungen des Río Guadalfeo aus dem Holozän.

Marine Ablagerungen des Holozän sind nicht erkennbar. Damit wird die Erstreckung der marinen Bucht ins Hinterland eingrenzbarer (vgl. 5.2.5.6).

Bohrung 45: Auf die 11 m mächtige Deckschicht aus Kies und Steinen in sandiger Matrix - fluviatile Sedimente des Río Guadalfeo - folgen bis in eine Tiefe von 59 m u.N.N. graue und grauschwarze Sande, Schluffe und untergeordnet Kiese, in denen marine Muscheln und andere organische Reste (wahrscheinlich pflanzliches Material) beobachtet wurden. Dieses 55 m mächtige Schichtpaket wird als holozänes Meeressediment gedeutet, in das sich bis auf ca. 5 m u.N.N. der Río Guadalfeo eingetieft und seine Schotter abgelagert hat. Die sie unterlagernde Schicht aus Kies und Steinen mit geringem Sandanteil und Resten mariner Organismen kann ebenfalls als Basalkonglomerat interpretiert werden. LINARES GIRELA (1987) stellt die These auf, daß das gesamte Schichtpaket als marines Quartär einzustufen ist.

Bohrung 46: Diese Bohrung, ca. 800 m östlich der Bohrung 45 abgeteuft, zeigt eine sehr ähnliche stratigraphische Abfolge. Die Kiesschicht zu Beginn der Bohrung ist mächtiger und zeigt in einem Niveau wenig unterhalb des heutigen Meeresspiegels eine 1 m mächtige Schlufflage schwarzer Färbung. Vielleicht ist hier, nachdem sich der Fluß bis 10 m u.N.N. in die marinen Schichten eingeschnitten hat, erneut das Meer transgredierte und hat diese Schicht sedimentiert. Es könnte auch das Relikt eines Altarmes des Río Guadalfeo sein, dessen Lauf sich infolge der großen Sedimentfracht (vgl. 5.2.5) sicher häufig verlagert hat. Unterhalb der 69 m mächtigen holozänen Schichtfolge stehen auch hier Kiese mit einer Lage feinsandigen Schluffs an. In den oberen 2 m der Kiesschicht wurden ebenfalls zahlreiche Reste mariner Organismen beobachtet, was für die Deutung als Transgressionskonglomerat spricht. Die Einstufung von LINARES GIRELA (1987) entspricht der der Bohrung 45.

Bohrung 47: Die holozänen Sedimente beginnen mit den fluviatilen Sanden und Kiesen der in diese Ebene mündenden Ramblas, die 2 m ü.N.N. von sandigem Kies mit Muschelfragmenten bis in eine Tiefe von 10 m u.N.N. unterlagert werden. Auf diese marinen Sedimente des Holozän folgt eine Schicht von 1 m

Mächtigkeit, die aus Kies, Sand und tonigen Sedimenten brauner Färbung besteht. Sie kann als Transgressionshorizont gedeutet werden. Im Liegenden dieser Schicht steht bis in eine Tiefe von 45 m u.N.N. dunkelbrauner Ton und Lehm an, der vermutlich aus dem Pleistozän stammt. Ab 44 m u.N.N. wurden paläozoische Gesteine der Decke von Alcazar erbohrt. Die hangenden 13 m dieses Horizontes tragen deutliche Merkmale von Umlagerung. LINARES GIRELA (1987) hält die oberen 25 m für marines Quartär, die folgenden 18 m für terrestrisches Quartär. Der sich anschließende Horizont wird als Basalkonglomerat gedeutet.

Bohrung 48: Die holozänen sandigen Schotter der Ramblas weisen eine Mächtigkeit von 10 m auf und werden bei 9 m ü.N.N. von pleistozänen und pliozänen Sedimenten grau-brauner Färbung unterlagert, die bis 49 m u.N.N. anstehen. Diese Folge von graubraunen Tonen, Kiesen, roten Tonen (bei 40 m u.N.N.) und Steinhorizonten wird bei 49 m u.N.N. von paläozoischen Phylliten unterlagert, deren hangende 3 m Anzeichen von Umlagerung aufweisen. LINARES GIRELA (1987) stuft die oberen 67 m der Schichtenfolge ins "Pliocuatenario". Die oberen 3 m der folgenden Schicht deutet er ebenfalls als Basalkonglomerat.

Die drei Bohrungen in der Ebene von Carchuna erbrachten im Liegenden der 3.3 m mächtigen Schluff- und Mittelsandschicht mit hohem Anteil von Steinen und Kies ebenfalls kiesige Sedimente, die zwischen 3.1 und 3.4 m ü. N.N. anstehen. Wie im Tal des Río Guadalfeo bestehen die Sedimente vorwiegend aus Schiefergrus. An biogenem Material konnten 2 Muschelschalen zur Datierung geborgen werden (vgl. 5.2.5.4).

5.2.5.3 Ablagerungsmilieu

Die relativ grobkörnigen Decksedimente brauner sowie braun - graublauer Farbe sind die vom Fluß bei Hochwasser sedimentierten Ablagerungen. Sie enthalten, durch die sehr breite Talaue im unteren Talbereich, in der Nähe der Hänge (vgl. Bohrung 45 - 47 im Zentrum des Tales) nur wenige Schotterlagen, aber noch recht hohe Sandanteile (vgl. 5.2.5.3).

In den graublauen gefärbten Sedimenten wurden an Fossilien (Bohrung 41, Anhang) eine Muschel der Art *Cerastoderma edule* und in den Bohrungen 5 und 6 mehrere Ostracoden der Art *Krithe sp.* und *Acanthocythereis hystrix* bestimmt, die auf ein brackisches bis marines Milieu bei der Ablagerung schließen lassen. Die feinkörnigen Sedimente, die die marinen Ablagerungen bis in große Tiefen aufbauen, deuten auf ruhige Sedimentationsbedingungen auch in der sehr offen zum Mittelmeer gelegenen Bucht hin. Anscheinend hat es auch im früheren Holozän selten starke Winde aus südlicher Richtung gegeben.

In der Ebene von Carchuna wurden in den kiesigen Ablagerungen - nach der Sedimentansprache und dem hohen Niveau von 3-4 m ü.N.N. sind es Strandwallablagerungen - Muscheln der Art *Acanthocardia sp.* und *Glycimeris glycimeris* geborgen. Diese marinen Organismen leben in Wassertiefen zwischen 10 bis 1200 m sowohl auf sandigem als auch auf tonigem Sediment. Bedeckt werden die marinen Sedimente von fluviatilen Sedimenten der Ramblas. Die Feinsande und Schluffe von braungrauer Farbe sind maximal 3 m mächtig, südlich der Nationalstraße aber nur noch höchstens 0.5 m.

5.2.5.4 Datierung holozäner Sedimente

Auffallend an den ^{14}C Datierungen des ausschließlich pflanzlichen Materials aus den holozänen Sedimenten sind die relativ jungen Altersbestimmungen zwischen 4810 J.v.h. und "modern". Erwähnt werden muß hier, daß es sich bei allen datierten Proben um makroskopisch erkennbare Pflanzenreste und nicht um feinverteilte organische Substanz handelte.

Die archäologischen Keramikfragmente weisen ebenfalls eine Besonderheit auf. Neben dem westlich benachbarten Tal des Río Verde wurden in den holozänen Sedimenten dieses Tales die einzigen mittelalterlichen Keramikreste angetroffen, die für die Küstenliniendatierung von erheblicher Bedeutung sind (vgl. Tab. 9). In etwa einem Drittel aller Handbohrungen wurden Keramikreste aus dem Bohrgut geborgen.

In Bohrungen, aus denen ^{14}C Datierungen und datierte Keramikfunde gleichzeitig vorliegen, läßt sich die erheblich größere Genauigkeit der archäologischen Datierungsmethode belegen (vgl. Bohrung 6 und Anhang).

Die Muschelfunde der Bohrung 1 in der Ebene von Carchuna (vgl. Abb. 5.12, Bohrverzeichnis und Tafeln im Anhang) ergaben folgende Datierungen:

3.7 m ü.N.N. : 400 +/- 160 J.v.h.
1.4 m ü.N.N. : 1290 +/- 310 J.v.h.

Aus diesen Datierungen läßt sich eine Sedimentationsrate von 2,5 m in 1000 Jahren berechnen.

5.2.5.5 Für die Küstenlinienforschung bedeutende historische Karten und Quellen sowie Erkenntnisse der Siedlungsforschung

BOVIS (1974) zitiert SIMONET (1875), welcher Salobreña zur Zeit des Königreiches Granada als Insel beschreibt. SERMET (1954) zitiert ESTRADA (1748), der Salobreña als Insel beschreibt. MICHELOT (1703) beschreibt vor Salobreña eine kleine Insel. Der umstrittene "Brückenbereich" von Salobreña ist nicht vollständig aufgeschlossen. AVIDAD & GARCIA-DUENAS (1972) geben in der "Mapa Geologico de España" an, daß eine "Brücke" aus paläozoischem Schiefer an den triassischen Kalk heranreicht.

Die Karte aus dem Museo Naval aus dem Jahr 1789 (vgl. Anhang) zeigt den Anschluß des Peñon ans Delta. Zwar wird das Delta nur bis zur damaligen Mündung abgebildet, aber dennoch wird dessen im Vergleich zu heute wesentlich geringere Ausdehnung deutlich.

Auf dem Peñon wurde phönizische Keramik gefunden (ARTEAGA 1988), die auch von Salobreña bekannt ist (MACHADO SANTIAGO 1982).

In der Ebene von Carchuna existieren am heutigen Strand zwei Ruinen, deren Baudatum bekannt ist (DRESCHER 1987). Der Küstenturm wurde 1513, das Fuerte de Carchuna 1713 erbaut (Abb. 5.12). Der östliche Bereich der Ebene hatte somit im ausgehenden Mittelalter fast seine heutige Ausdehnung erreicht.

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung	
KIG	FEO	m	m	Jahre vor heute		
86/79	6	8.1	5.0	2400	+/- 280	P
86/108	22	5.7	2.1	2820	+/- 230	P
86/69	32	0.7-1.0	5.7-6.0	210	+/- 240	P
86/75	33	2.5	1.5	mod.		P
87/56	35	5.8-6.5	2.1-1.4	4810	+/- 470	P
87/40	35	6.5	1.4	2650	+/- 320	P

Tab. 7: Altersdatierungen mit der C-14 Methode an organischem Material aus dem Tal des Río Guadalfeo (P=feinverteilte pflanzliche Substanz).

Bohrungs- nummer (FEO)	Teufe unter Flur (m)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung	
				Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturepoche
4	1.6	.	x	700	MA./mod.
5	2.8	4.6	.x	700	MA./mod.
5	3.5	3.9	x	700	MA.
6	3.5	9.4		5000	?
6	6.5	6.4	x	450	MA.
13	3.5	.	x	700	MA./mod.
14	3.0	.		5000	?
14	4.0	.	x	2050	röm.
17	7.1	-1.3		5000	?
24	3.9	2.9		5000	?
24	6.5	0.3		5000	?
30	1.0	.	x	2600	pun./mod.
30	2.0	.	x	2600	pun./mod.
32	2.0	6.0	x	2050	röm.
32	2.5	5.5	x	2600	pun./mod.
33	2.5	1.5		5000	?
35	2.0	6.2	x	200	mod.
35	3.5	4.7	x	2050	röm./mod.
38	2.2	.	x	2050	röm./mod.
39	2.0	.	x	2050	röm./mod.
39	3.9	.	x	2600	pun./röm.
40	1.0	6.6	x	2050	röm./mod.
40	2.0	5.6	x	2050	röm./MA.
40	2.8	4.8	x	2050	röm./mod.
40	4.9	2.7	x	2150	spätpun./röm.
41	6.8	-1.5	x	2600	pun./mod.

Tab. 8 : Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die im Tal des Río Guadalfeo erbohrt worden sind (phön.phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.=mittelalterlich, mod.=modern).

5.2.5.6 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Mit Hilfe der ^{14}C Datierungen läßt sich eine Küstenlinie für die Zeit um 2800 J.v.h konstruieren, die etwa parallel der seit 1986 südlich von Motril verlaufenden Nationalstraße N 340 von Torrenueva nach Salobreña verläuft und am triassischen Stadtfelsen zur heutigen Küste gelangt und dabei den Peñon vom Festland trennt (vgl. Abb. 5.13).

Durch die mittelalterlichen Keramikfunde im Bohrgut (vgl. Tab. 8) läßt sich diese Küstenlinie um 2300 Jahre "verjüngen". Die historischen Karten (vgl. Anhang) und Quellen (vgl. 5.2.2) bestätigen den Küstenlinienverlauf auch im östlichen Talbereich, in dem die ^{14}C Datierung der Bohrung 33 auf das junge Alter der Küstenlinie deutet. Die Tiefbohrungen vervollständigen die Kenntnis über die Küstenlinienverlagerung besonders in der Zeit des postglazialen Meeresspiegelanstiegs. Für die terrestrischen Sedimente des Río Guadalfeo läßt sich eine Akkumulationsrate - durch den Keramikfund in der Bohrung 6 - von ca. 15 Metern in 1000 Jahren berechnen, im Vergleich zu den beiden sich östlich anschließenden Tälern ein relativ kleiner Wert.

Der überwiegende Teil des ca. 15 km^2 großen Deltas hat sich somit erst in jüngster Vergangenheit gebildet. Zu phönizischer wie zu arabischer Zeit ist der Peñon von Salobreña eine Insel und der triassische Stadtfelsen selbst eine Halbinsel in der Bucht des Río Guadalfeo gewesen.

Die Küstenlinie der Ebene von Carchuna zur Zeit des postglazialen Meeresspiegelanstiegs läßt sich anhand der Bohrergebnisse eindeutig festlegen. Infolge der West-Ost gerichteten Küstenparallelströmung ist die Landschaftsgenese dieser Ebene direkt mit der des Río Guadalfeo - Deltas verknüpft, die als Sedimentlieferant fungiert.

Im östlichen Bereich der Ebene ergeben sich aus den historischen Quellen zwei durch die ^{14}C Daten bestätigte jüngere Küstenlinien, deren Verlauf im westlichen Abschnitt aber unsicher bleibt. Es wird vermutet, daß ein Teil der westliche Hälfte der Ebene sich erst im Zeitraum nach der Reconquista um 1490/1590 gebildet hat, da eine Abhängigkeit der Küstenebenenentwicklung von der Deltaentstehung des Río Guadalfeo über den W-E Küstenparallelstrom besteht.

Der Wirkung des Küstenparallelstromes wird am Río Guadalfeo - Delta an zwei Punkten deutlich:

- Erosion am westlichen Deltabereich ist direkt südlich der Häuseransammlung an der Playa de la Guardia zu erkennen. Eines der Häuserfundamente ist bereits vom Meer unterspült.
- Um 1975 ist der Hafen von Motril umgebaut worden. Deutlich ist östlich des Hafens Sandanspülung und im Westen Lee-Erosion zu beobachten. Seit dem Bau ist an der Küste zwischen El Varadero und Torrenueva eine Fläche von ca. 130 ha erodiert worden (DRESCHER 1987). Auch hier sind Steilküsten von 1.5 m Höhe zu beobachten.

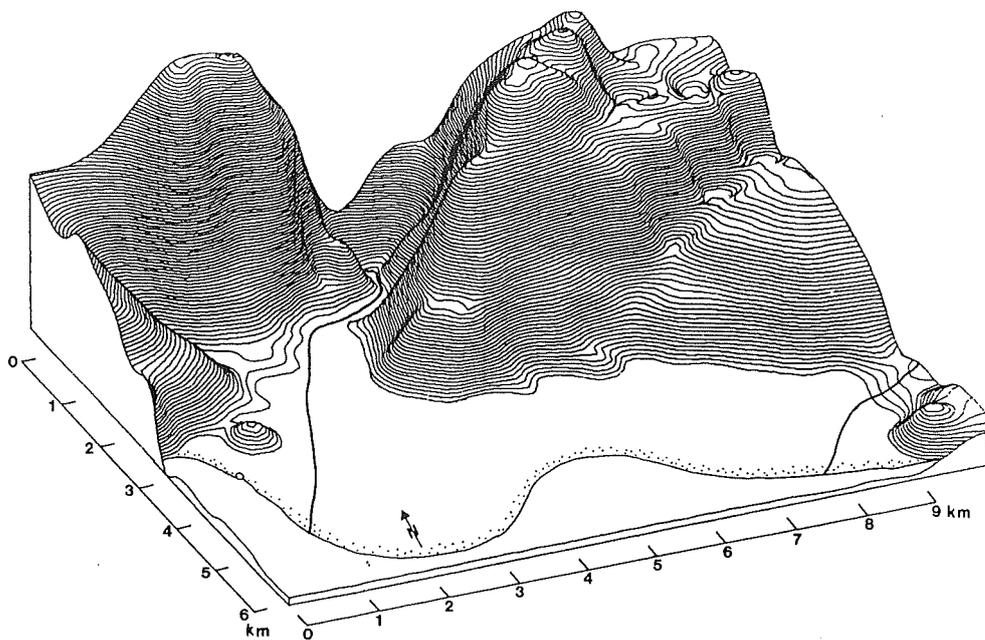
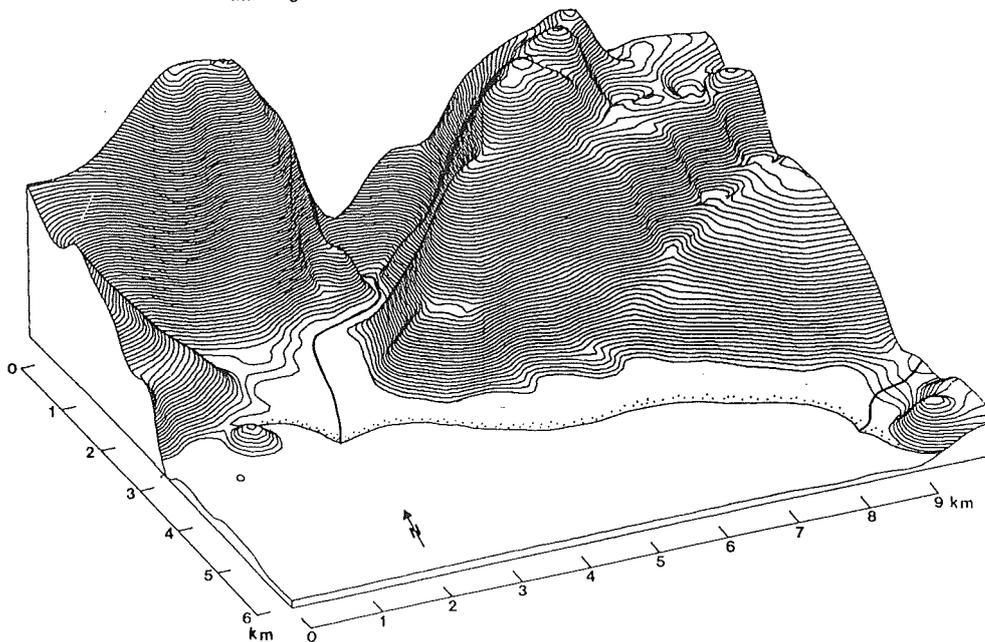
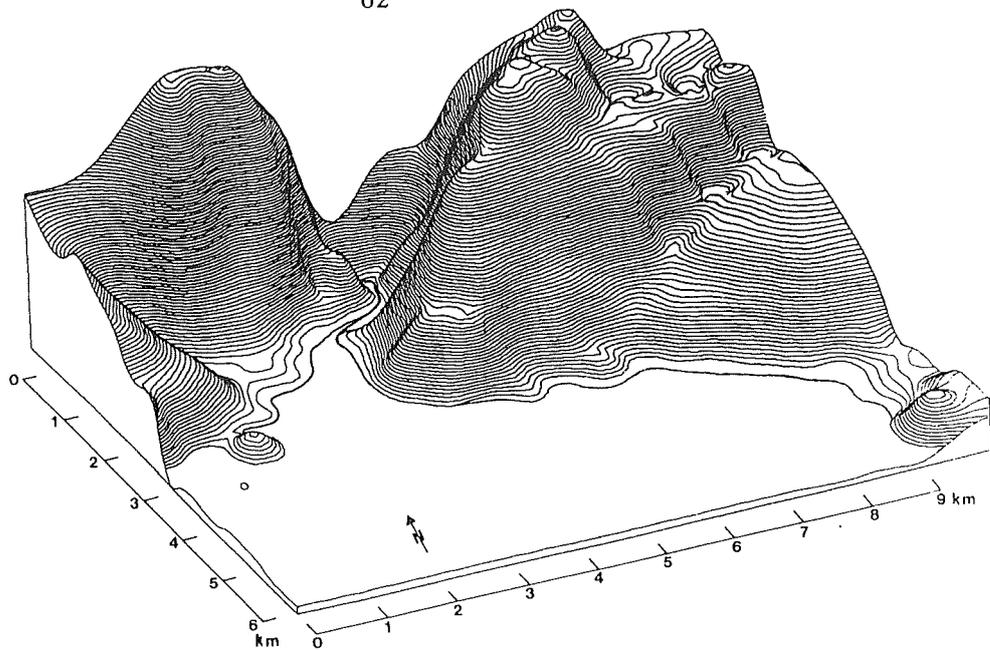


Abb. 5.13: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Guadalfeo
6000 J.v.h. - 500 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.11)

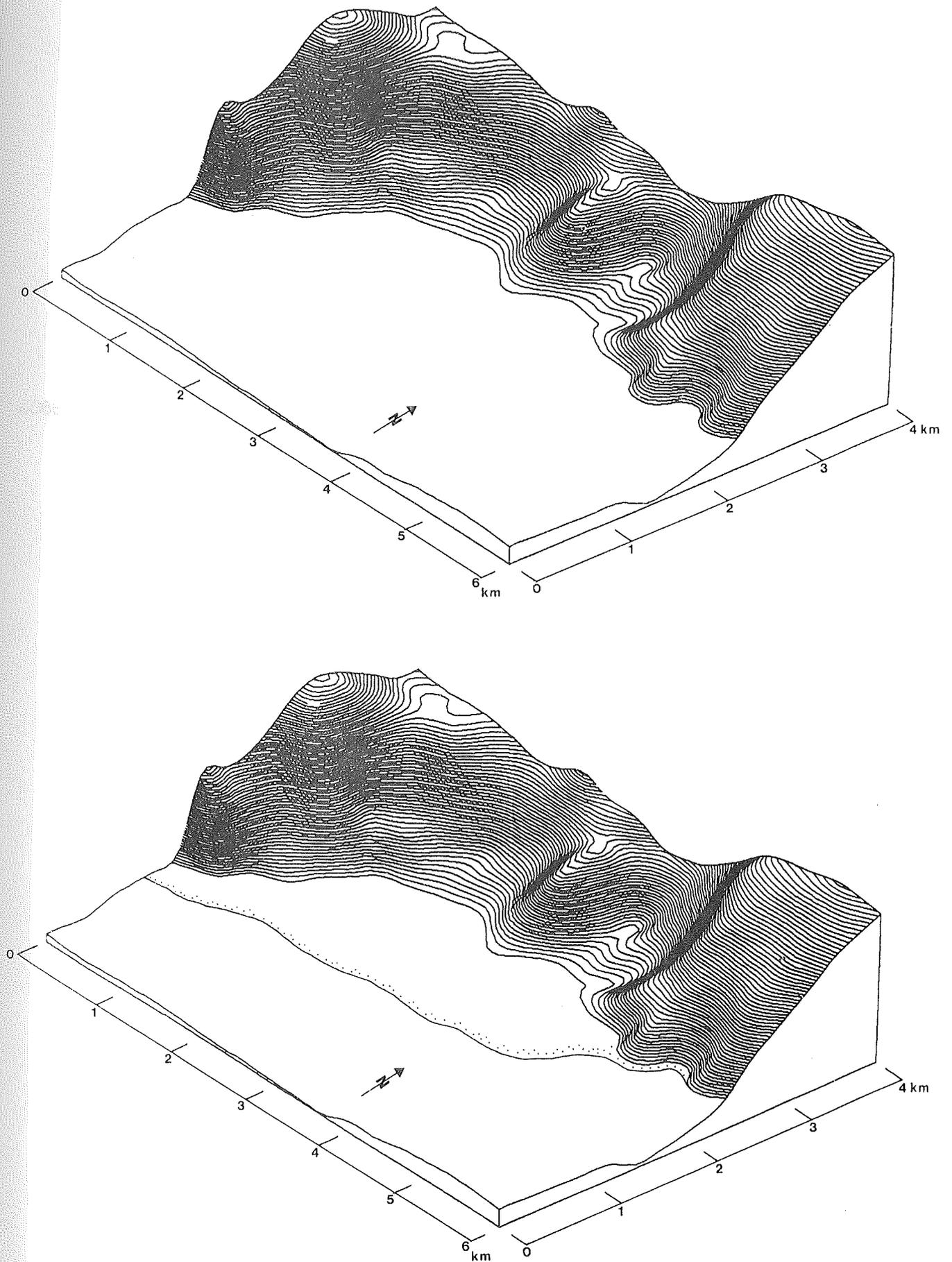


Abb. 5.14: Küstenlinienentwicklung in der Ebene von Carchuna
6000 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.12)

5.2.6 Río Verde und Río Seco (Almuñecar)

Die Stadt Almuñecar befindet sich auf einem aus paläozoischen Schiefen gebildeten Felssporn, der von den holozänen Talauen der Flüsse Río Verde im Osten und Río Seco im Westen umrahmt ist. Diese beiden Flüsse mit Lauflängen von 22 km (Río Verde) und 12 km (Río Seco) zeigen die stärksten Gefälle des gesamten Arbeitsgebietes. Der Río Verde, dessen Einzugsgebiet 96 qkm umfaßt, entspringt in 1200 m Höhe in der Sierra del Chaparral. Nur ca. 20 qkm entwässernd findet der Río Seco seine Quelle in 500 m Höhe nordwestlich von Río Seco Alto. Im Talbereich wie im Einzugsgebiet der Flüsse stehen neben paläozoischen Schiefen flächenmäßig nur sehr unbedeutende Vorkommen neogener Gesteine an. Vermutlich sind die tertiären Ablagerungen im Pleistozän erodiert worden.

5.2.6.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen

In den Tälern des Río Verde und des Río Seco wie auch im Bereich nördlich des Sporns, der ebenfalls von holozänen Ablagerungen bedeckt ist, wurden 35 Handbohrungen durchgeführt, die maximal 11 m Bohrtiefe erreichten. Die Region nördlich von Almuñecar war von besonderem Interesse, da durch die Untersuchung die Frage gelöst werden sollte, ob die Stadt zu phönizischer Zeit eine Insel oder Halbinsel gewesen ist (SCHUBART 1982). Daß eine Küstenlinienverlagerung im Tal des Río Seco stattgefunden hatte, ergab sich bereits aus der ausgegrabenen römischen Garumfabrik am östlichen Talhang (MOLINA FAJARDO 1983, ARTEAGA et al. 1987).

5.2.6.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Beide Täler sind maximal 750 m breit und weisen kurze Unterläufe auf. Aufgrund der großen Flußgefälle treten in den holozänen Schichten häufig Schotterlagen auf, die dazu führten, daß zahlreiche Bohrungen vor dem angestrebten Tiefenniveau. Als Besonderheit ist zu erwähnen, daß in allen Bohrungen Keramikfragmente erbohrt wurden.

Etwa ein Drittel aller Bohrungen konnte in die angestrebte Tiefe niedergebracht werden. Die holozäne Stratigraphie der drei Täler ähnelt sich: Auf eine Schicht hellbrauner zumeist stark sandiger Schluffe (vgl. Anhang) folgt ein farblicher Mischhorizont, in dem neben brauner Farbe zum Liegenden zunehmend graublauere Farben auftreten. Korngrößenanalytisch sind die beiden Schichten nicht unterscheidbar. In beiden Horizonten wurden Gastropodengehäuse gefunden.

Unterlagert wird dieser Mischhorizont etwa im Niveau des heutigen Meeresspiegels von schwach bis stark tonigen Schluffen graublauer Färbung, die wenige pflanzliche Reste enthalten. In den beiden westlichen Tälern und im strandnahen Bereich im Tal des Río Verde wurden Mittelsande unter dem Mischhorizont erbohrt. Die Sedimente bestehen vorwiegend aus Schiefergrus.

In der Bohrung 28 wurde ein Torfprofil von 0.7 m Mächtigkeit erbohrt. Die Torfproben werden im Botanischen Institut der Universität Hohenheim pollenanalytisch untersucht.

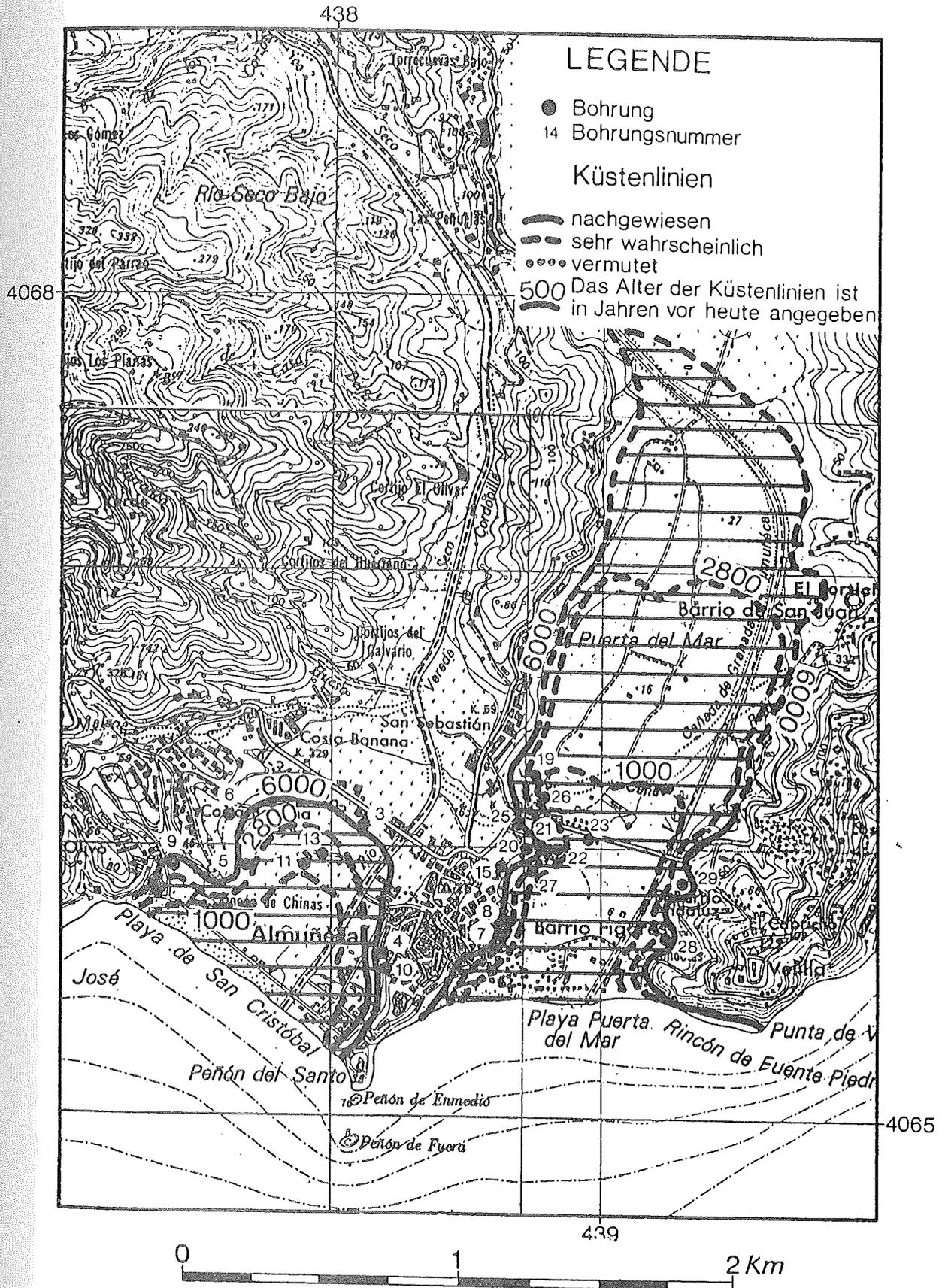


Abb. 5.15: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe in den Tälern des Río Verde und Río Seco (Almúñecar)

5.2.6.3 Ablagerungsmilieu

Die obere Schicht der holozänen Abfolge ist ein Hochflutaeulehm, der während der Überschwemmungen, häufig ausgelöst durch torrentieller Niederschläge im Hinterland, zur Ablagerung kam. Die zahlreichen grobkörnigen Lagen deuten auf im Vergleich zu den Flußtälern der Provinzen Málaga und Cádiz sehr unruhige Sedimentationsverhältnisse hin.

Der im Liegenden anstehende Horizont graublauer Färbung ist in marinem bis brackischem Milieu abgelagert worden. In den Bohrungen 8 und 22 (vgl. Anhang) wurden je zwei Exemplare von *Cerastoderma edule* angetroffen. Diese Art lebt im voll- bis randmarinen Bereich, verträgt aber auch brackische Verhältnisse, wie sie in dieser Bucht angenommen werden müssen.

Im Bereich der holozänen Ebene südlich von Almuñecar wurden 6 Bohrungen durchgeführt (vgl. Abb. 5.15, Anhang). Nach einer bis zu 7 m mächtigen Schicht braunen Schluffs mit unterschiedlichem Feinsandgehalt trafen diese auf einen Horizont, der nur aus Schieferdetritus besteht. Nach maximal 0.4 m dieses Verwitterungshorizontes konnten in einigen Bohrungen bis zu 8 cm große Schieferbrocken erbohrt werden.

Marine Sedimente des Holozän sind in dieser Region nicht abgelagert worden. Auf dem paläozoischen Schiefer wurden ausschließlich terrestrische Sedimente infolge der Hochwasser der beiden Flüsse abgelagert. Diese Bohrungen belegen, daß Almuñecar auf einer Halbinsel gelegen hat.

5.2.6.4 Datierung holozäner Sedimente

Es wurden 6 Altersbestimmungen mit der Radiokarbonmethode durchgeführt. Die Datierungen der pflanzlichen Substanz aus den Bohrungen 19, 22 und 26 (vgl. Tab. 9) ergaben Altersangaben, die auf Kontamination durch allochthones organisches Material deuten. Die Torfproben der Profilenden ergaben Alter zwischen 6720 J.v.h. und 5890 J.v.h. . Es liegt eine inverse Abfolge vor.

Für die Datierung der Sedimente sind die in 34 Bohrungen angetroffenen 59 archäologischen Keramikfragmente, besonders die Funde mittelalterlicher Keramik, von erheblicher Bedeutung.

5.2.6.5 Für die Küstenlinienentwicklung bedeutende Quellen, historische Karten und Ergebnisse der Siedlungssuche

Die Ergebnisse archäologischer Forschung (MOLINA FAJARDO 1983, 1984) und der Siedlungssuche (ARTEAGA 1988) wiesen in den Tälern zahlreiche phönizische Siedlungsplätze und Nekropolen nach. An dem Talhang des Río Seco ist eine römische Garumfabrik ausgegraben.

AREITIO (1873) berichtet von einem Schiffsfund mit Münzen aus der Zeit der Kaiser Maximilian und Diokletian im Tal des Rio Verde. Dieser Fund ist beim Bau eines Brunnens, der 200 m vom Meer entfernt liegt, in 20 m Tiefe geborgen worden.

Eine historische Karte des Jahres 1781 (vgl. Anhang) deutet auf eine sehr geringe Küstenlinienverlagerung.

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung
KIG	VERG	m	m	Jahre vor heute	
86/112	19	9.5	0.3	6500 +/-	320 P
85/51	22	10.3	-2.7	9080 +/-	500 P
86/76	26	7.5	1.8	4170 +/-	330 P
86/09	28	5.9	-1.6	5890 +/-	390 T
86/22	28	6.0-6.15	-1.70 - -1.85	4980 +/-	320 T
85/43	28	6.45-6.6	-2.15 - -2.30	6720 +/-	490 T

Tab.9 :Altersdatierungen mit der C-14 Methode an organischem Material aus den Tälern des Río Verde und Río Seco.
(P = fein verteilte, pflanzliche Substanz, T = Torf)

Bohrungs- nummer (VERG)	Teufe unter Flur (m)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung	
				Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturrepoche
3	3.0	.		5000	?
3	3.6	.	x	2800	mod.(?)
4	3.5	.	x	2600	pun./mod.
4	7.0	.	x	2800	röm.(?)
4	7.6	.	x	2600	pun./röm.
4	8.0	.	x	2800	röm.(?)
5	1.0	.	x	2800	röm.(?)
5	1.2	.	x	200	mod.
5	1.6	.	x	200	mod.
6	4.0	.	x	2600	pun./röm.
7	2.5	.	x	700	MA./mod.
7	2.8	.	x	700	MA./mod.
8	3.2	1.7	x	2800	röm.(?)
8	4.0	0.9		5000	?
10	2.5	10.4	x	2000	röm.
10	3.1	9.8	x	2000	röm.
10	3.4	9.5	x	700	MA./mod.
10	7.0	5.9	x	2200	pun./röm.
10	8.6	4.3	x	2200	pun./röm.
11	3.0	.	x	1700	spätrom.
11	3.2	.		5000	?
11	3.4	.		5000	?
12	1.5	3.3	x	200	mod.
12	2.0	2.3		5000	?
12	4.0	0.8	x	2050	röm.
13	1.4	7.6	x	200	mod.
13	2.0	7.0	x	200	mod.
13	2.5	6.5	x	400	mod.
13	4.8	4.2		5000	?

Tab.10: Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die in den Tälern des Río Verde und Río Seco erbohrt worden sind (phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.=mittelalterlich, mod.=modern)

Fortsetzung Tabelle 10:

15	2.4	7.0	x	400	mod.
15	2.6	6.8	x	400	mod.
15	2.75	6.75	x	700	med.
15	3.35	6.15	x	1950	röm.
15	3.8	5.6	x	1950	röm.
15	4.5	4.9		2050	?
19	5.5	3.4		5000	?
19	6.5	2.4		5000	?
20	2.5	.	x	200	mod.
20	3.5	.		5000	?
21	1.2	.	x	200	mod.
21	2.0	.	x	2050	röm.
21	3.5	.	x	2800	mod.
22	9.8	-1.5	x	700	MA./mod.
23	3.0	.	x	700	MA./mod.
23	3.1	.	x	700	MA./mod.
23	3.7	.	x	700	MA./mod.
25	1.0	.	x	200	mod.
25	1.5	.	x	200	mod.
26	1.0	8.1	x	700	MA./mod.
26	3.5	5.6	x	700	MA./mod.
26	7.3	1.8	x	2600	pun./mod.
27	0.9	6.1	x	700	MA./mod.
27	2.0	5.0	x	2050	röm./mod.
27	3.0	4.0	x	700	MA./mod.
27	4.1	2.9	x	700	MA./mod.
28	1.8	2.7	x	700	MA./mod.
29	2.0	.	x	2600	pun./mod.
30	0.6	.	x	700	MA./mod.
30	1.9	.	x	700	MA./mod.

5.2.6.6 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Die archäologischen Keramikfunde sind für die Rekonstruktion der Küstenlinien im Tal des Río Verde von entscheidender Relevanz. Der bedeutendste Fund ist das mittelalterliche Keramikfragment aus der Bohrung 22. Dieser Fund belegt, daß die Mündung des Río Verde vor ca. 700 Jahren etwa 0.7 km flußaufwärts der heutigen Küste gelegen hat. Daraus läßt sich eine Akkumulationsrate von ca. 14 m in 1000 Jahren errechnen.

Das Profil der Bohrung 15 (ARTEAGA 1988) wurde in einer Baugrube am zum Río Verde abfallenden Talhang von Almuñecar aufgenommen. Es belegt, daß der paläozoische Schiefer vor 2100 Jahren erst mit 1.2 m mächtigen holozänen Sedimenten bedeckt war. Eine Schicht von nur 60 cm Mächtigkeit ohne Keramikfunde deutet auf die geringe Sedimentation zwischen der römischen Epoche und dem Mittelalter hin (vgl. Bohrung 10, Anhang).

Die Küstenlinie zu phönizischer Zeit hat, wie es auch im Isochronenmodell (vgl. Abb. 5.16a) dargestellt ist, in der Nähe des 1,5 km von der Küste entfernten Barrio de San Juan (vgl. Abb. 5.15) gelegen. 6000 J.v.h dagegen reichte sie bis an den Engpaß des Tals an der Westbiegung des Flusses heran.

Im Tal des Río Seco konnte kein organisches Material zur radiometrischen Altersbestimmung gewonnen werden. Die bei den Bohrungen 11 und 13 im Sediment angetroffenen Keramikfragmente lassen sich auf 5000 J.v.h. bestimmen. Die Meeresbucht – mit einer kleinen Insel im hinteren Teil – hat sich sicher bis 5000 J.v.h. noch 400 m flußaufwärts gereicht.

Hinweise auf die Sedimentations- oder Akkumulationsverhältnisse in diesem Tal ergibt das Profil der Bohrung 10, in einer Baugrube am zum Río Seco geneigten Hang von Almuñecar flußaufwärts der römischen Garumfabrik aufgenommen (vgl. Anhang, Tab. 11, ARTEAGA 1988). Das Profil zeigt, daß die Punier vor 2150 Jahren noch den unbedeckten paläozoischen Schiefer vorgefunden haben. SCHULZ (1987) konnte im Hafenschnitt nahe Toscanos (ARTEAGA 1987) ebenfalls belegen, daß die Phönizier vor 2800 Jahren noch den felsigen Talhang des Río de Vélez betraten, auf dem heute bis zu 7 m mächtige holozäne Sedimente anstehen.

Eine geringe Sedimentationsrate zeigt sich (vgl. Bohrung 15, Anhang) für die 800 Jahre währende Epoche zwischen 500 und 1300 n. Chr. . Diese Zeitspanne ist durch einen 0.5 m mächtigen Horizont ohne Keramikfragmente repräsentiert, der zwischen keramikreichen Schichten aus römischer und mittelalterlicher Zeit liegt. Im Gegensatz hierzu wurde in den 350 Jahren zwischen 150 v. bis 200 n.Chr eine Schicht von 5.5 m Mächtigkeit sedimentiert.

Es kann von einer ähnlichen Küstenlinienentwicklung der Täler des Río Verde und Río Seco ausgegangen werden. Die als Ursache für die Verfüllung der Meeresbuchten angesehene Waldrodung im Hinterland der andalusischen Mittelmeerküste (vgl. 5.2.2) hat im Einzugsgebiet des Río Seco etwa zur gleichen Zeit wie in dem des Río Verde stattgefunden. Durch das wesentlich kleinere Einzugsgebiet und die erheblich geringere Ausdehnung der holozänen Talau des Río Seco sind kleinere Akkumulationsraten und geringere Küstenlinienverlagerungen zu erwarten. Aber auch dieses Tal wird wahrscheinlich erst im Mittelalter endgültig verfüllt worden sein, so daß die Küstenlinie vor 2800 Jahren, gestützt durch die Ergebnisse der Bohrung 10 ca. 500 m nördlich der heutigen gelegen hat.

Diese Annahme wird gestützt durch die Ergebnisse der archäologischen Forschung (MOLINA FAJARDO 1983, 1984) und der Siedlungssuche (ARTEAGA

1988), die an den Talhängen des Río Seco neben phönizischen Siedlungsplätzen und Nekropolen eine römische Garumfabrik ausweisen.

In der Bohrung 9 wurden weder organisches Material noch Keramikfragmente geborgen. Es wird angenommen, daß die Entwicklung des Río Verde-Tales sich im kleinsten Maßstab auch in dieser Bucht vollzogen hat.

Auffällig ist, daß weder der Río Verde noch der Río Seco ein Delta gebildet haben. Auch eine historische Karte der Region von 1781 zeigt fast den heutigen Küstenverlauf. Zwei Erklärungsvarianten werden für möglich gehalten: Entweder haben die Flüsse nur eine gerade ausreichende Menge an Sedimentfracht für die Verfüllung der Täler abgelagert oder ein starker Küstenparallelstrom bewirkte eine umgehende Verlagerung der ins Mittelmeer vorgeschütteten Sedimente. Die Stärke der küstenparallelen Strömung zeigt sich an der Lee-Erosion am östlichen Hang des Peñon del Santo.

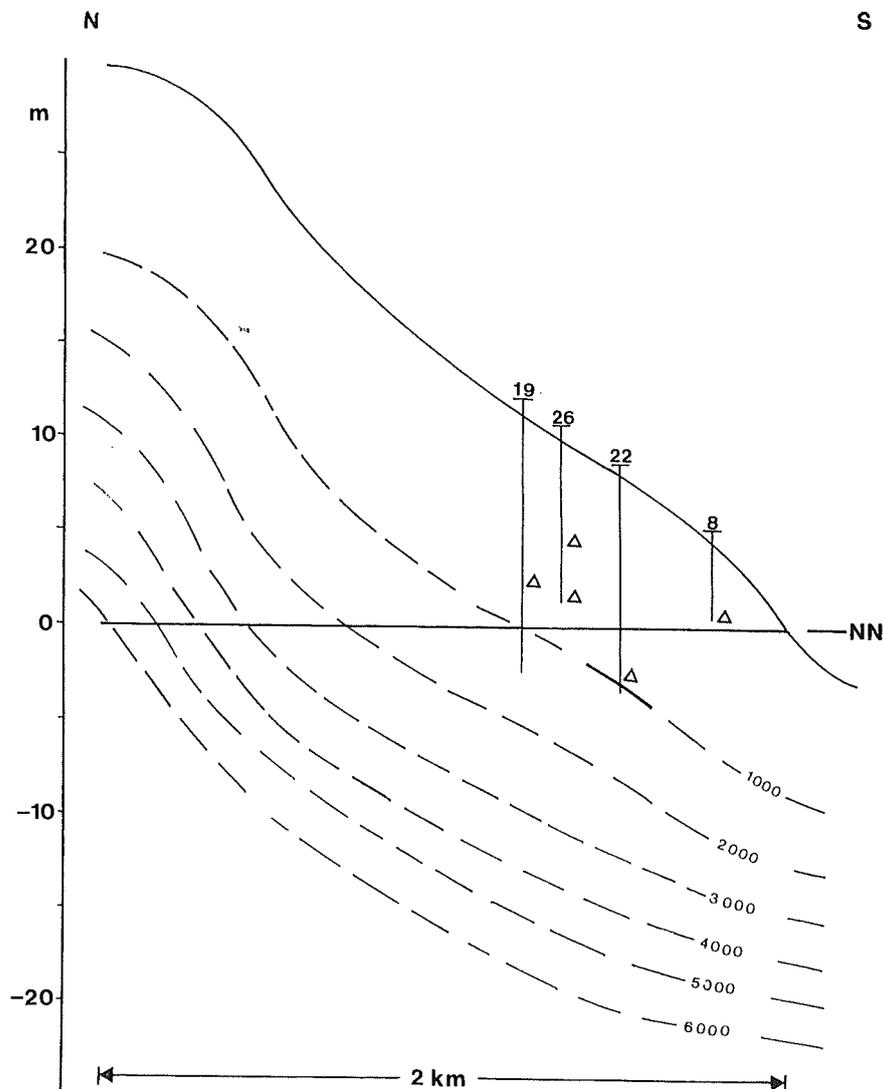


Abb. 5.16a: Modellvorstellung zum Isochronenverlauf im Tal des Río Verde (Almuñecar)

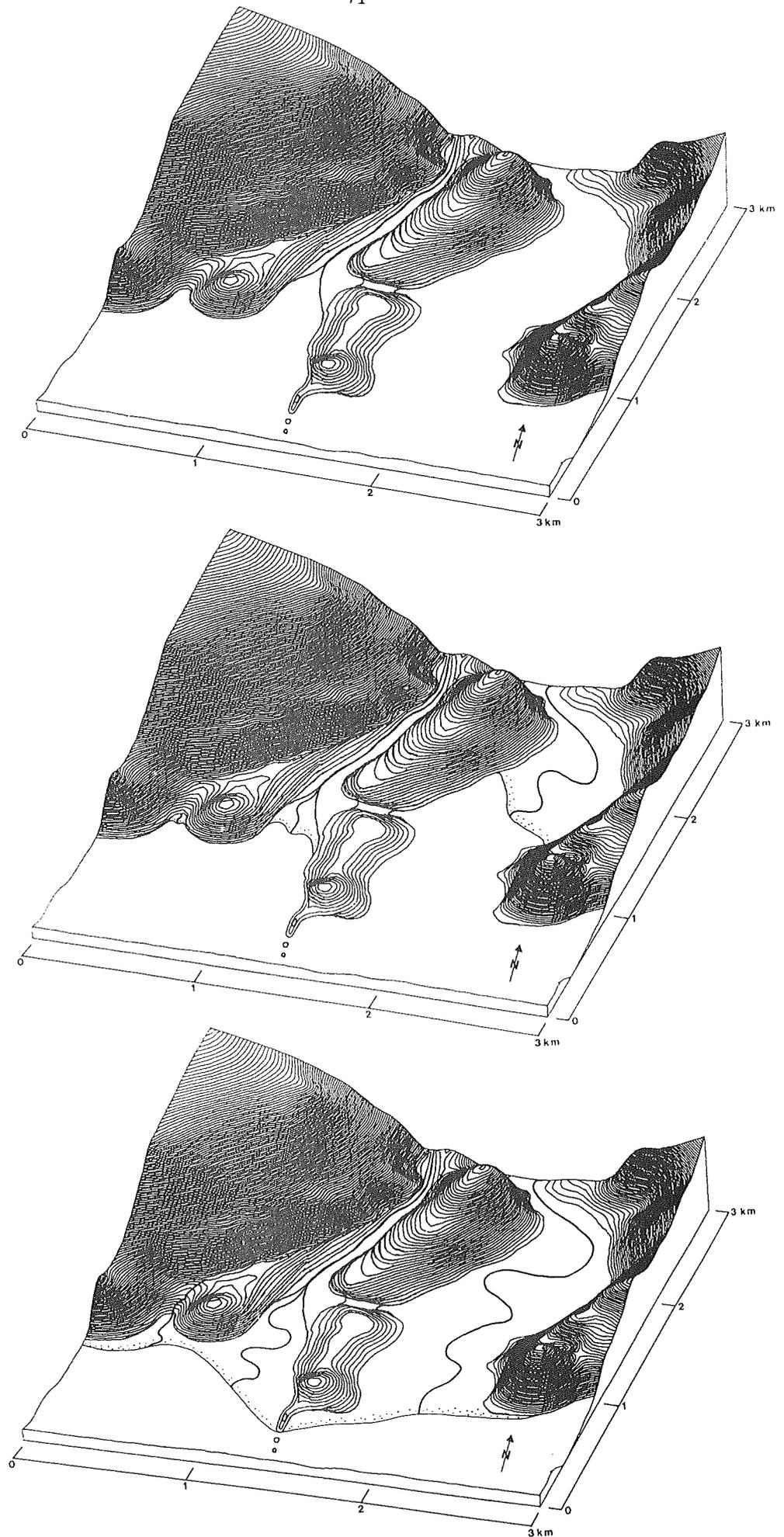


Abb. 5.16b: Küstenlinienentwicklung in den Tälern des Río Verde und Río Seco (Almuñecar) 6000 J.v.h. - 2800 J.v.h. - Gegenwart (die Darstellung entspricht der Abb. 5.15)

5.2.7 Río Jate bei La Herradura

In die Bucht von La Herradura (vgl. Abb. 5.17) mündet der Río Jate, der wie der Río Verde und Río Seco kein Delta aufweist. Das Gefälle des 20 km langen Flußlaufes ist sehr steil. Sein Einzugsgebiet umfaßt etwa 20 qkm.

Die holozänen Meeressande, die bis an die paläozoischen Schiefer heranreichen, sind mit terrestrischen Sedimenten bedeckt. Diese sandigen Schluffe gehen nahe der aus paläozoischen Schiefen bestehenden Hänge in Hangschutt-sedimente über. Das hohe Niveau der Meeressande mit 2 m ü.N.N. erklärt sich durch die offene Bucht, wodurch die Wellen die marinen Sedimente bei Sturm auftürmen können. Da die Bohrung 1 (vgl. Abb. 5.17, Anhang) keine Datierungsmöglichkeiten ergeben hat, kann nur der Küstenlinienverlauf zur Zeit des postglazialen Meeresspiegelanstiegs angegeben werden.

5.2.8 Río Higuierón und Río Torrox

Die Flüsse Río Higuierón und Río Torrox weisen mit ca. 16 km Länge und Einzugsgebietsgrößen um 20 km² bei fast gleichem, sehr steilem Gefälle sehr ähnliche morphologische Rahmenbedingungen auf. Eine weitere Parallele zwischen beiden Flußtälern ist ein im Vergleich zu allen anderen Tälern sehr enger und kurzer Unterlauf, in dem die Oberfläche der holozänen Sedimente das Relief der Talhänge nachzeichnen.

Im Unterschied zu den größeren benachbarten Tälern der Flüsse Río Verde und Río de Vélez (vgl. 5.2.10) stehen hier flächenmäßig bedeutende plio- und pleistozäne Sedimente an.

In beiden Tälern wurden je 11 Handbohrungen durchgeführt (vgl. Abb. 5.18, 5.19, Anhang), von denen aufgrund zahlreicher Schotterlagen keine in die angestrebte Tiefe niedergebracht werden konnte. Die tiefste Bohrung (Río Higuierón: Bohrung 9) erreichte 1,20 m ü.N.N. Erbohrt wurden holozäne Sande und sandige Schluffe, die mittelbraune Farbe zeigen. In diesen terrestrischen Sedimenten wurden neben kleinen pflanzlichen Partikeln bis in eine maximale Tiefe von 3,0 m ü.N.N. Keramikfragmente geborgen.

Die beiden Täler sind während des Pleistozän vermutlich nur schwach erodiert worden. Daher wird angenommen, daß das Mittelmeer 6000 J.v.h. höchstens 200 m von der heutigen Mündung in diese Täler hineinreichte.

5.2.9 Río Seco (Torre del Mar)

Das Hinterland des Río Seco wurde von DAHMKE (1984) und WEBER (1984) geologisch kartiert.

Der Río Seco ist mit 7 km Länge und einem Einzugsgebiet von ca. 10 qkm der kleinste Fluß im Arbeitsgebiet. In seinem Verlauf überwindet er einen Höhenunterschied von etwa 200 m. Im Einzugsgebiet stehen paläozoische Schiefer sowie tertiäre und pleistozäne Sedimente an.

Zur Erkundung der holozänen Sedimente wurden im Mündungsgebiet 10 Handbohrungen durchgeführt, von denen aufgrund der schotterhaltigen Sedimente nur 5 in die angestrebte Tiefe niedergebracht werden konnten (vgl. Abb. 5.20).

Auf bis zu 4,3 m mächtige sandige Schluffe und Feinsande brauner Farbe, die zahlreiche Kies- und Schotterhorizonte aufweisen, folgen dunkelgraue, vorwiegend aus Schieferdetritus bestehende, marine Mittelsande. In den marinen

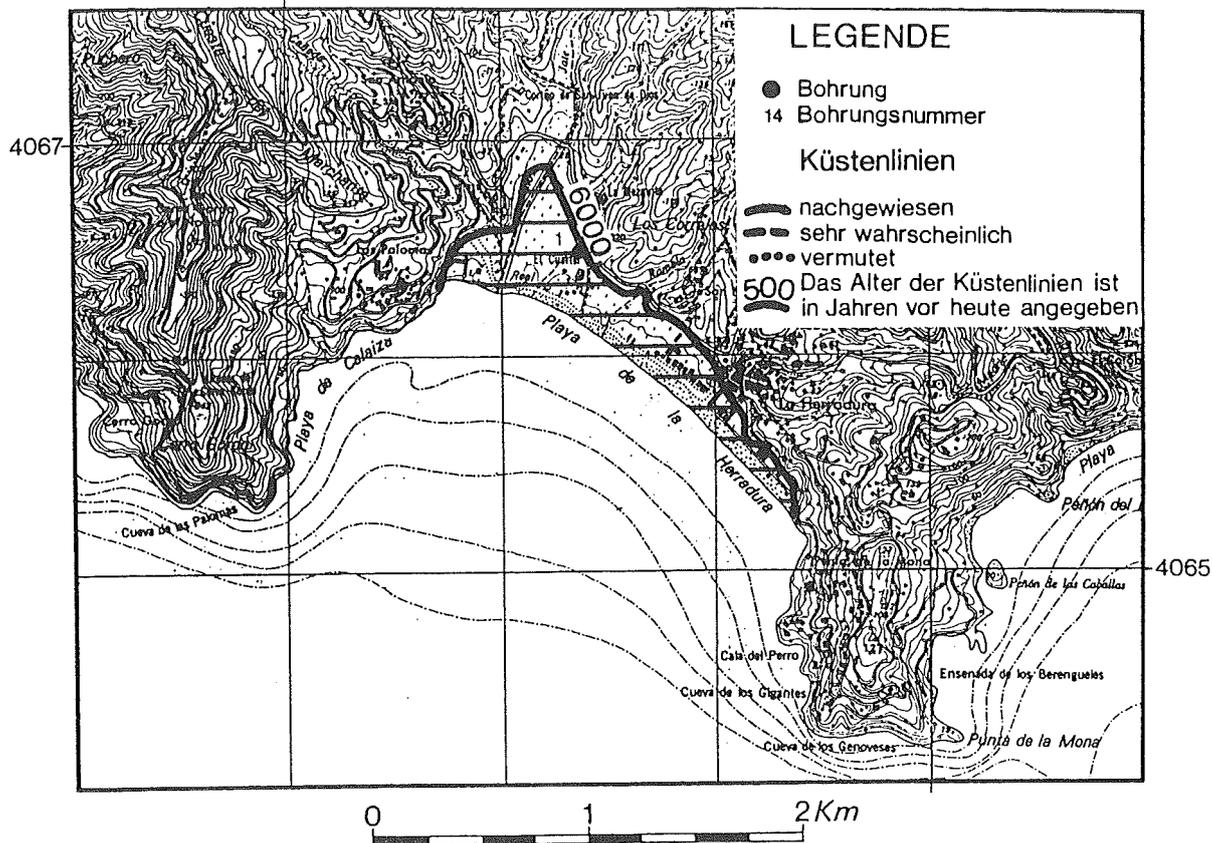


Abb. 5.17: Lage des Bohransatzpunktes und der holozänen Küstenlinienverläufe in der Ebene vor der Mündung des Río Jate (La Herradura)

Bohrungsnummer (HIG)	Tiefe unter Flur (m)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung	
				Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturepoche
3	1.0	.	x	200	mod.
6	0.6	5.7		5000	?
6	1.6	4.7		5000	?
9	0.5	4.0		5000	?
9	1.0	3.0		5000	?
(TOR)					
2	1.3	.	x	5000	?
3	0.9	8.1	x	5000	?
3	1.9	8.0	x	5000	?
(SEC)					
1	0.6	.	x	400	mod.
1	1.5	.	x	400	mod.
1	3.0	.	x	2050	röm./mod.
2	0.5	3.3	x	400	mod.
2	1.3	2.5	x	400	mod.
3	1.0	.	x	400	mod.
8	5.6	-0.8	Feuersteinklinge	10000	Neolithikum

Tab. 11: Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die in den Tälern des Río Higuierón, Río Torrox und Río Seco (Torre del Mar) erbohrt worden sind (phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.=mittelalterlich, mod.=modern).

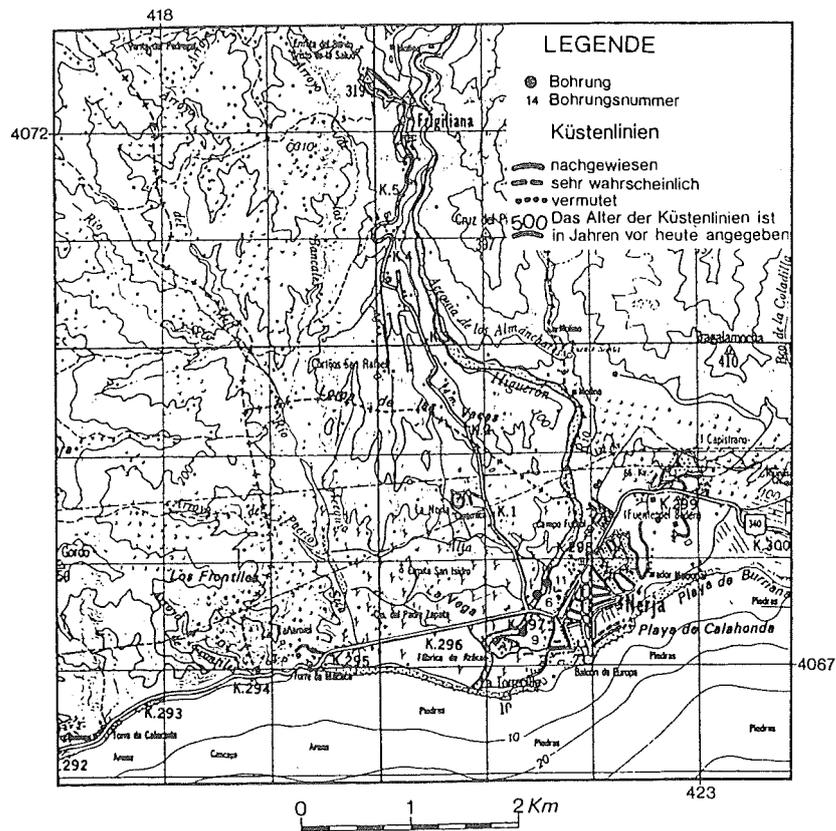


Abb. 5.18: Lage der Bohransatzpunkte im Tal des Río Higuierón

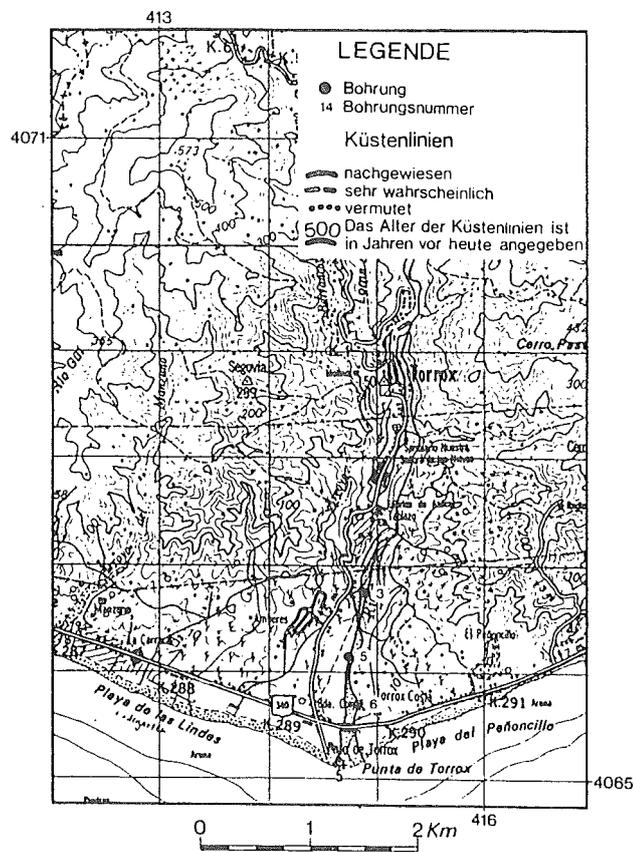


Abb. 5.19: Lage der Bohransatzpunkte im Tal des Río Torrox

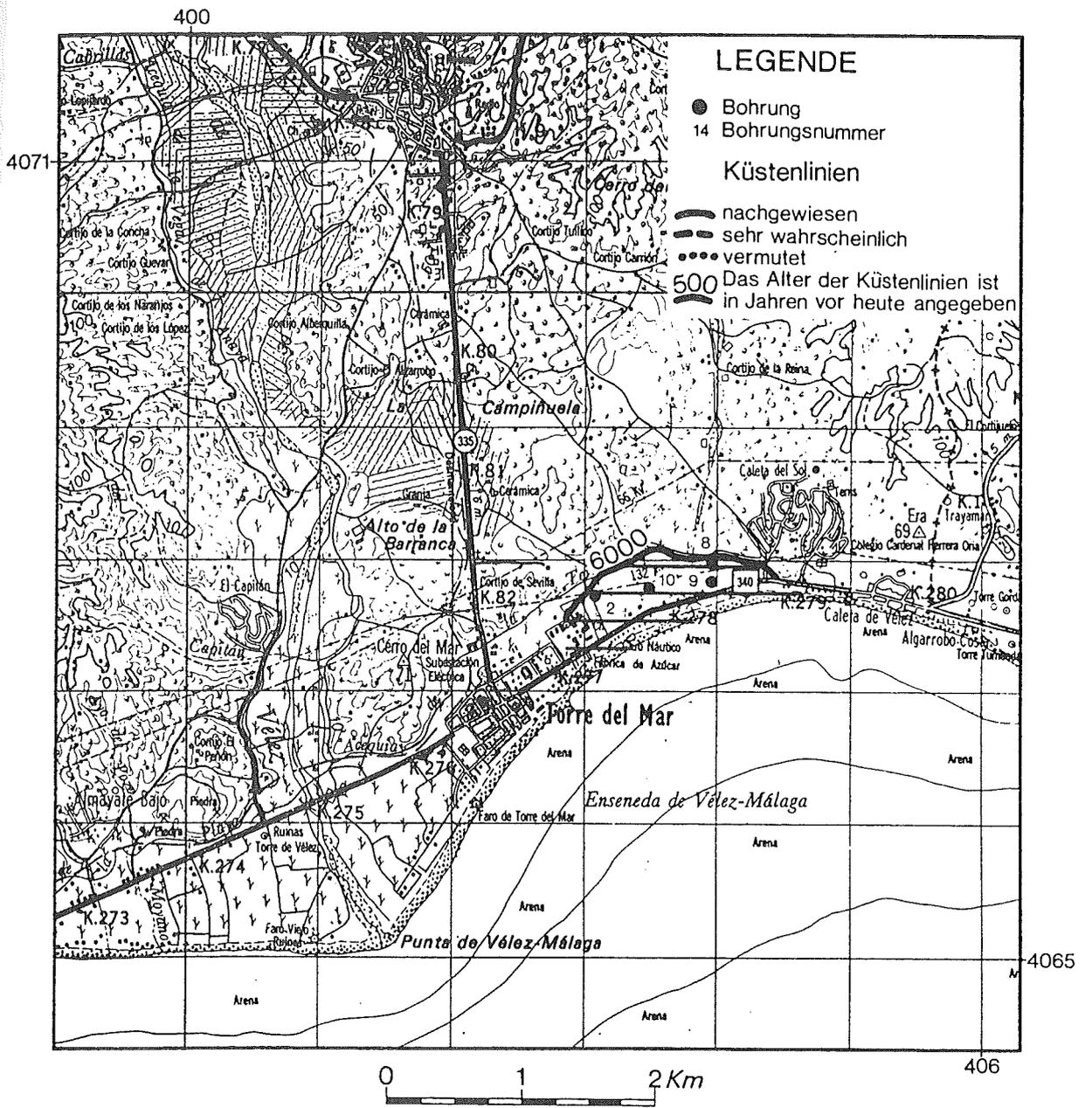


Abb. 5.20: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe in der Ebene vor der Mündung des Río Seco (Torre del Mar)

Sanden der Bohrung 8 (vgl. Anhang) wurde die einzige neolithische Klinge geborgen, die auf ca. 8000 J.v.h. (vgl. Tab. 11, ARTEAGA 1988) datiert wird. Dieser Fund stammt wahrscheinlich aus einer neolithischen Siedlung, die zur Besiedlungszeit – bei einem tiefergelegenen Meeresspiegel – nahe der Küste gelegen hat. Um 6000 J.v.h. ist dieser Küstenbereich durch den Anstieg des Meeresspiegels auf das heutige Niveau überflutet worden.

Die Entwicklung des breiten Strandstreifens vor der Mündung des Río Seco wie auch vor der Mündung des Río Algarrobo (SCHULZ 1983, DAHMKE 1987) ist infolge der W-E verlaufenden Küstenparallelströmung (vgl. 2.1.4) in Zusammenhang mit der Landschaftsgenese des Tales des Río de Vélez (vgl. 5.2.10) zu sehen. Aus der Küstenlinienentwicklung dieses Tales erscheint es wahrscheinlich, daß zu phönizischer Zeit ein schmaler Strandstreifen existiert hat, der sich nach der Reconquista erheblich verbreiterte.

5.2.10 Río de Vélez

Die geologische Untersuchung im Tal des Río de Vélez (SCHULZ 1983, SCHULZ, JORDT & WEBER 1987) und die geologische Auswertung (SCHULZ 1987) des Hafenschnittes von Toscanos (ARTEAGA 1987), ca. 1.5 km von der heutigen Küste entfernt, haben eine ca. 7 Kilometer ins Hinterland reichende Meeresbucht (Abb. 5.21) nachweisen können, die um 6000 J.v.h. geflutet worden ist. Bis in phönizische Zeit um 2800 J.v.h. ist das Innere der Bucht mit einer Sedimentationsrate von etwa 2 m in 1000 Jahren verfüllt worden. Die Talhänge am Ende der Bucht waren zu dieser Zeit noch nicht mit terrestrischen Sedimenten bedeckt (vgl. 5.2.6).

Die Bucht, inzwischen im hinteren Teil verlandet und mit einem Strandstreifen vor den Talhängen versehen, existierte bis in das 16. Jahrhundert mit einer Wassertiefe von ca. 3 m. Diese Küstenlinie wird zudem durch eine Quelle belegt, die den Angriff auf die arabische Stadt Vélez-Málaga von Schiffen aus der Vélez-Bucht um 1490 beschreibt (SCHUBART 1982).

In der Zeit der Reconquista wurde fast der gesamte Waldbestand im Hinterland des Río de Vélez gerodet und abgebrannt (vgl. 5.2.2, ARTEAGA 1988). Mit einem zeitlichen Verzug gelangten die zur Erosion freigelegten Böden in den Unterlauf des Flusses und verfüllten die wahrscheinlich brackige Bucht innerhalb von 300 Jahren. Die Dimension dieses anthropogenen Eingriffs in die Natur zeigt sich an der Akkumulationsrate von 13 m in 1000 Jahren.

Die Mächtigkeit der holozänen Ablagerungen im Mündungsbereich des Río de Vélez ist durch refraktionsseismische Untersuchungen (STÜMPEL, RABELL & SCHADE 1987) mit ca. 30 m bestimmt worden.

Ergänzt werden die Ergebnisse der geologischen Untersuchung durch eine historische Karte, die den Mündungsbereich des Río de Vélez um 1785 zeigt (vgl. Anhang). Wahrscheinlich hat sich das Delta bald auf die heutige Größe ausgedehnt. In der Legende der Karte wird auf den großen Deltazuwachs zwischen 1750 und 1785 hingewiesen. Im Delta ist eine Lagune erkennbar, die sich laut Kartenlegende aufgrund des sich ständig verlagernden Flußlaufes bei dem hohen Sedimenteintrag gebildet hat (vgl. 5.2.3, 5.2.4).

Heute ist am westlichen Rand und an der Spitze des Deltas eine starke Erosion durch den E-W verlaufenden Küstenparallelstrom zu beobachten (vgl. 2.1.4). Die Ruine des "alten Leuchtturms" (Faro Viejo) von Torre del Mar westlich der Mündung ist sicherlich – wahrscheinlich im späten Mittelalter – in einiger Entfernung von der Küste erbaut worden. Heute dagegen steht er zur Hälfte im Mittelmeer.

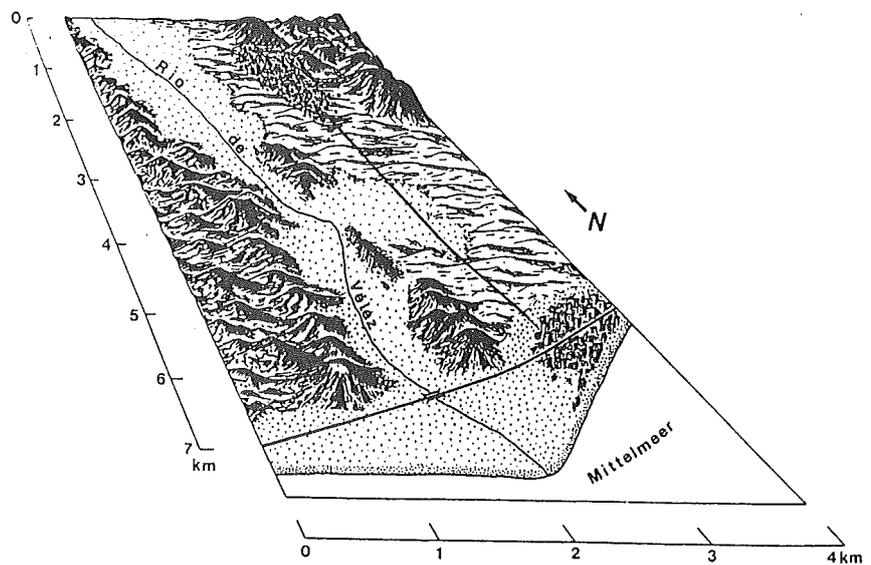
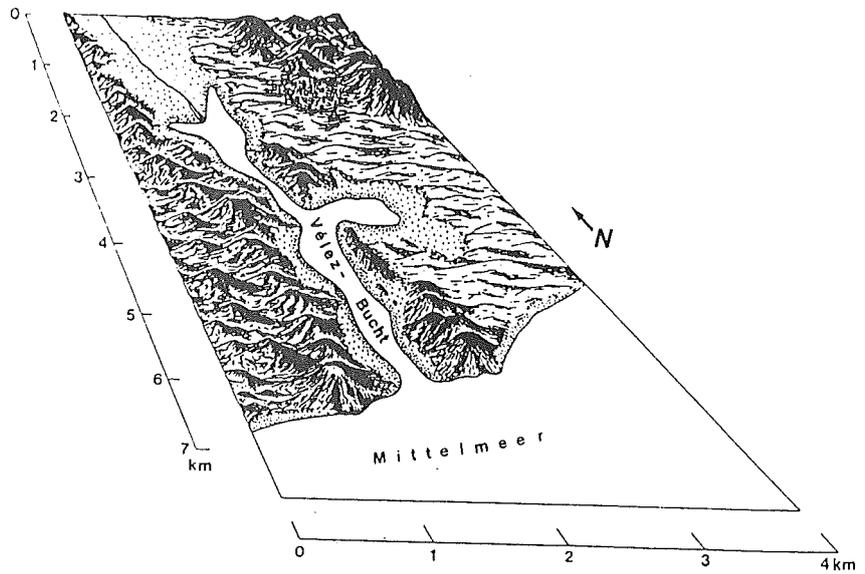
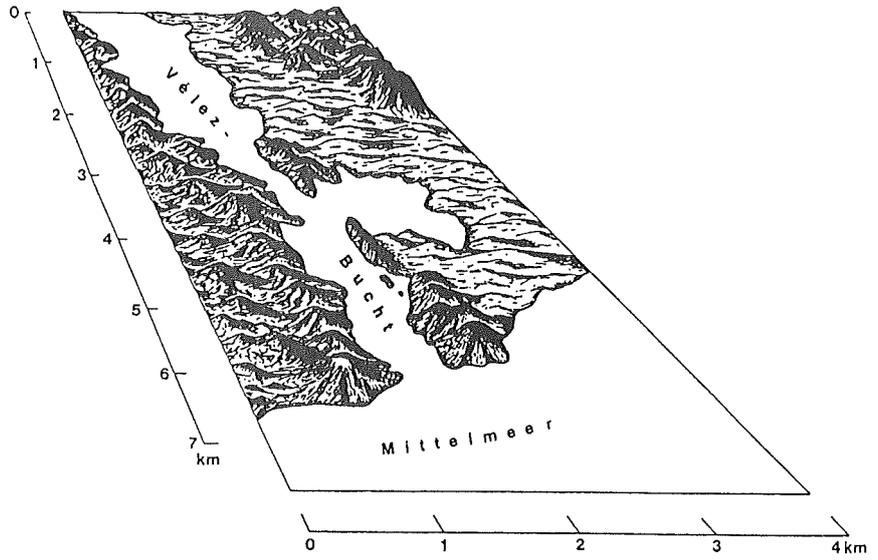


Abb. 5.21: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río de Vélez
6000 J.v.h. - 500 J.v.h. - Gegenwart
(aus SCHULZ, JORDT & WEBER 1987)

5.2.11 Río Guadalmedina

Der Río Guadalmedina entwässert ein Einzugsgebiet von 397 qkm. Sein 51 km langer Lauf bewältigt bis zur Mündung einen Höhenunterschied von 1300 m und zeigt damit ein starkes Gefälle, das etwa dem des Río Andarax (vgl. 5.2.3) entspricht. Im Einzugsgebiet stehen paläozoische und mesozoische Schiefer, Kalksteine sowie tertiäre und pleistozäne Sedimentgesteine an. Besonders die im tiefergelegenen Talbereich anstehenden kleineren Vorkommen tertiärer Sedimente weisen eine geringe Erosionsresistenz auf.

Großen Einfluß auf die Erosionskraft des Flußes übt die Impermeabilität der anstehenden Gesteine aus, die den überwiegend oberirdischen Abfluß der Niederschläge bedingt. Der Einfluß des anstehenden Gesteins wird durch das weitgehende Fehlen von Vegetation und Böden im Hinterland des Flußes bedingt. Im Tal des Río Guadalmedina wird durch groß angelegte Aufforstungsmaßnahmen die Bildung einer wasserhaltenden Bodendecke angestrebt (DOMINGUEZ 1977).

Die gesamte Fläche des unteren Bereichs der holozänen Talauie außerhalb des kanalisierten Flußes ist von der Stadt Málaga überbaut. Sämtliche Bohrversuche sind am schuttreichen Untergrund der Stadt gescheitert. Die Aussagen zur Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Guadalmedina stützen sich auf die Erfahrungen in den Nachbartälern, auf Ergebnisse der Siedlungssuche (ARTEAGA 1988) und auf historische Karten (vgl. 3.3).

Die Ausdehnung der vom Meer relativ steil ansteigenden holozänen Talauie ist der "MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA", 1:50000 (1978) und die "MAPA GEOTECNICO PARA ORDENACION TERRITORIAL Y URBANA DE MALAGA", 1:25000 (1984) entnommen (Abb. 5.22). In der geotechnischen Karte ist nur die maximale Mächtigkeit der holozänen Sedimente beider Flußauen, des Río Guadalmedina und des Río Guadalhorce (vgl. 5.2.12), mit 40 m angegeben. Dieser Wert bezieht sich mit Sicherheit auf den Mündungsbereich des Río Guadalhorce, da die Holozänmächtigkeit an der Puente del Rey bereits >20 m beträgt (vgl. 5.2.12). Im Tal des Río de Vélez, der ein noch steileres Flußgefälle und ein wesentlich größeres Einzugsgebiet hat, haben die geophysikalischen Untersuchungen eine Holozänmächtigkeit von ca. 30 m ergeben. Aus diesen Vergleichen läßt sich für den Río Guadalmedina auf ein ca. 20 m u.N.N. im Talzentrum nahe der heutigen Mündung erodiertes Tal schließen. Aufgrund einer ähnlichen Talauenmorphologie, Lithologie und vergleichbarer Flußgefälle können zur Rekonstruktion des frühholozänen Talgefälles die Ergebnisse des Río Guadalfeo-Tales herangezogen werden (vgl. 5.2.5).

Aus diesen vergleichenden Untersuchungen ergibt sich, daß die Meeresbucht des Río Guadalmedina 6000 J.v.h. ca. 3 km ins Hinterland gereicht hat (vgl. Abb. 5.28). Wie bei den benachbarten Tälern des Río de Vélez und des Río Guadalhorce wird die Bucht bis 2800 J.v.h. nur wenig verfüllt worden sein, so daß die Phönizier ihre Siedlungen (ARTEAGA 1988) direkt mit dem Schiff anlaufen konnten. Daß auch die Römer die Alcazaba mit dem Schiff erreichen konnten, belegt die dort ausgegrabene Garumfabrik (RODRIGUEZ OLIVA, 1983).

SCHARENBERG (1854) weist bereits auf die Küstenlinienverlagerung in Málaga mit dem Argument hin, daß der arabische Hafen der Stadt dort gelegen habe, wo sich die "Puerta del Mar" befindet (ca. 300 m vom Meer entfernt).

LEGENDE

- Bohrung
- 14 Bohrungsnummer

Küstenlinien

- nachgewiesen
- - - sehr wahrscheinlich
- vermutet

500 Das Alter der Küstenlinien ist in Jahren vor heute angegeben

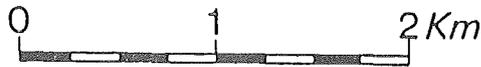
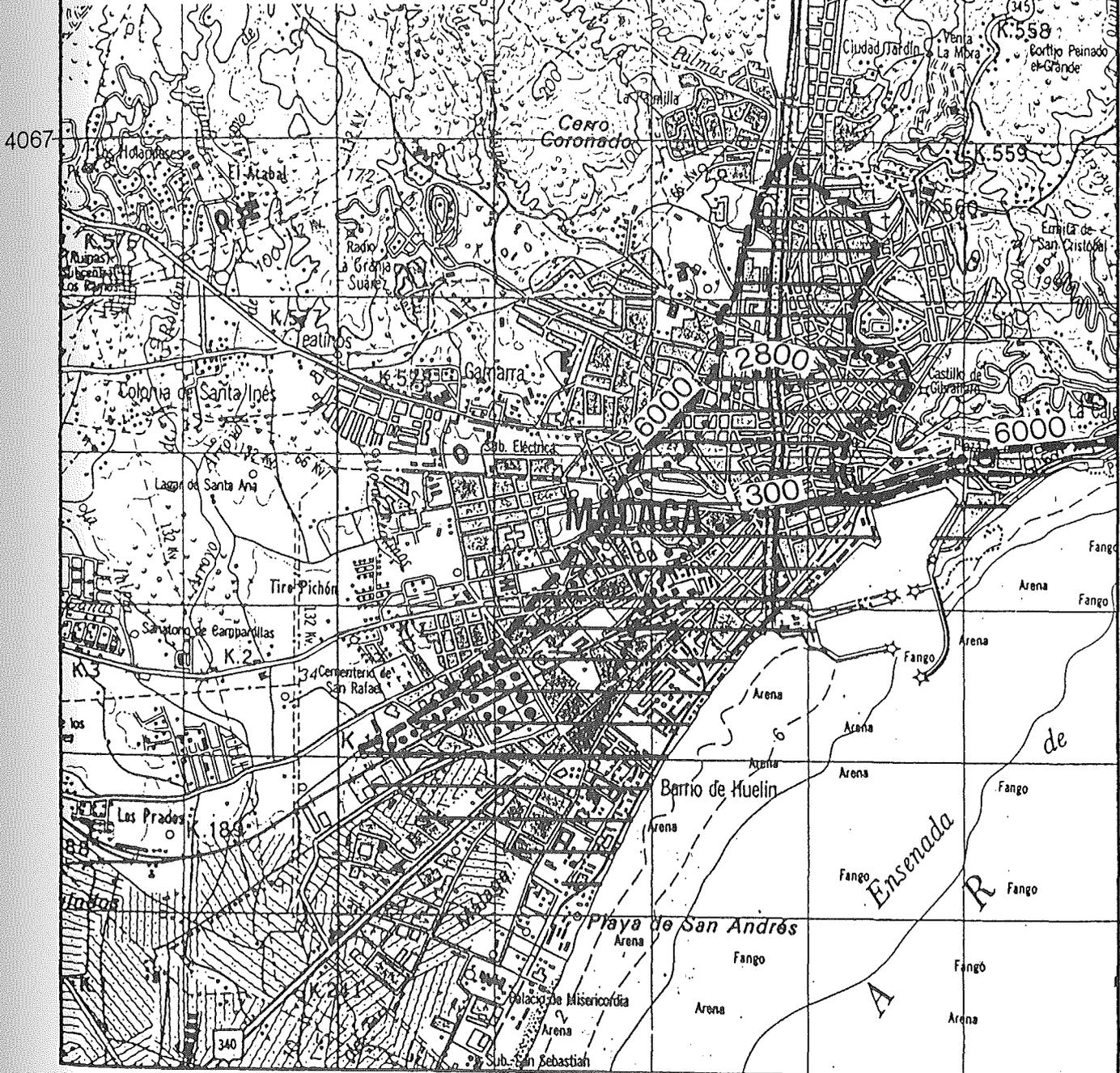


Abb. 5.22: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Guadalupe

Jüngere Küstenlinienverläufe ergeben sich aus historischen Quellen und Karten (vgl. 3.3):

- Mehrere Karten im Museo Naval (vgl. Anhang) zeigen, daß der Hafen von Málaga auch 1772, als die Bucht bereits vollständig verfüllt war, direkt unterhalb der Alcazaba lag.

- Zwischen 1544 und 1802 haben sich in Málaga neben zahlreichen kleineren Überschwemmungen 26 Hochwasser - überwiegend im Monat September - mit katastrophalen Folgen ereignet (GUILLEN ROBLES 1874, DIAZ DE ESCOBAR 1919 zitiert nach DOMINGUEZ 1977) ereignet. In diesem Zeitraum hat sich im Durchschnitt ein Katastrophenhochwasser in 10 Jahren ereignet (vgl. 2.1.3, 5.2.4). Als Ursache für die katastrophalen Ereignisse nennt GUILLEN ROBLES (1874) die Abholzung der Eichenwälder im Einzugsgebiet des Flusses. In den 116 Jahren zwischen 1802 und 1918 nur 6 große Überschwemmungen ereignet.

- Zwei Stadtansichten von Málaga (CARTER 1777) belegen einen Küstenverlauf nahe der Kathedrale und zeigen das Tal mit der wenige Jahre zuvor (GUILLEN ROBLES 1874) kanalisierten Fluß (vgl. Anhang).

- SERMET (1935) verweist darauf, daß die durch die Hochwasser des um 1760 kanalisierten Río Guadalmedina 1792, 1796 und 1797 entstandenen Strände sehr schnell erodiert wurden. Diese Tatsache deutet auf die Stärke der Küstenparallelströmung hin.

Im Tal des Río Guadalmedina kann für die Zeit etwa 6000 J.v.h. eine sich ca. 3 km von der rezenten Küste ins Hinterland erstreckende Meeresbucht angenommen werden, die wenig verändert bis in phönizische Zeit um 2800 J.v.h. bestanden hat (vgl. Abb. 5.22). Deutlich verlagert hat sich die Küstenlinie infolge der Abholzung und der Häufung torrentieller Niederschläge im Zeitraum zwischen 1544 und 1802. Der in der historischen Stadtansicht von 1777 noch als Hafen erkennbare Bereich südlich der Alcazaba ist inzwischen Festland. Nach der MAPA LITHOLOGICO (IGME 1984) stehen dort anthropogene Aufschüttungen an.

5.2.12 Río Guadalhorce

Der Río Guadalhorce weist mit 3157 qkm das größte Einzugsgebiet der Flüsse im Arbeitsgebietes auf. Mit 157 km Lauflänge liegt er ebenfalls an erster Stelle, zeigt aber zugleich das im Vergleich geringste Gefälle. Er entspringt am Fuße der Sierra de Gibalto, etwa 30 km westlich von Antequera in einer Höhe von etwa 1000 m. Das Flußlängsprofil zeigt nach kurzem steilen Gefälle einen 100 km langen flachen Lauf unterhalb der 100 m - Isohypse.

Im Einzugsgebiet stehen neben Schiefen, Phylliten, Marmoren Grauwacken, Quarziten, Sandsteinen, Kalken, Konglomeraten, Dolomiten des Paläozoikum und Mesozoikum bedeutende Vorkommen tertiärer Sandsteine, Konglomerate, Mergel und Kalksteine sowie pliozäne und pleistozäne Sedimentgesteine an.

Die holozäne Talaue des Unterlaufes erstreckt sich ca. 25 km von der heutigen Mündung flußaufwärts und verengt sich von 3,5 km Breite am Talende auf 2 km nahe Alhaurin el Grande. Der Fluß führt ganzjährig Wasser.

5.2.12.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Bohrungen

In der Talaue des Río Guadalhorce wurden 66 Handbohrungen durchgeführt. Durch den langen Unterlauf bedingt treten im Talbereich unterhalb der Puente del Rey vorwiegend gut bohrbare Sedimente auf, so daß fast alle Bohrungen in die angestrebte Tiefe niedergebracht werden konnten. Oberhalb der Puente del Rey stehen unter einer aus feinsandigen Schluffen bestehenden Schicht beiderseits des Flusses grobsandige und kiesige Sedimente an. Da sich dieser Horizont bereits im Grundwasserniveau befindet, konnten in dem Talbereich oberhalb des Talengpasses an der Brückenruine der Puente del Rey keine Bohrungen ins erstrebte Niveau durchgeführt werden (vgl. 3.1.2.1).

Die Profile der Tiefbohrungen (Bohrung 80, 85, 88, 92, 87, 86, vgl. Anhang) wurden freundlicherweise von Dipl.-Geol. L. Linares Girela (Málaga) zur Verfügung gestellt. Die Bohrung 64 (vgl. Anhang) konnte durch die freundliche Unterstützung von Frau Dipl.-Geol. L. Alvarez Moreno (Málaga) während der Bohrung aufgenommen werden.

Bei der Kartierung der holozänen Talaue ergaben sich in der südlichen Talhälfte deutliche Unterschiede zu der MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA, 1:50000 (ESTEVEZ GONZALEZ & CHAMON COBOS 1978) und zur MAPA GEOTECNICO PARA ORDENACION TERRITORIAL Y URBANA DE MALAGA, 1:25000 (IGME, 1984).

Der Flughafenbereich ist in beiden Karten mit der Signatur alluvialer Sedimente gekennzeichnet, befindet sich aber auf tertiärem und pleistozänem Gestein, wahrscheinlich auf einer pleistozänen Terrasse. Da auf dem Flughafenbereich keine Untersuchungen möglich waren, stützen sich diese Aussagen auf Bohrungen und Profile in den öffentlich zugänglichen Randbereichen des Flugplatzes.

Westlich des Flughafens unterhalb von Churriana wurden zahlreiche Bohrungen in Tiefenlagen zwischen 1-2 m abgebrochen, da fluviatile Schotterbänke nicht zu durchteufen waren. Vermutlich erstreckt sich hier ein ehemaliger Flußlauf. Leider durfte hier nicht nivelliert werden, so daß weitere Aussagen über diesen Bereich nicht möglich sind. Auf einen sich auf dem Areal des Flughafens oder der sich südöstlich anschließenden Pilotenschule verlaufenden Flußlauf deuten ebenfalls die beiden schmalen SE - NW verlaufenden Niederungen im Osten des Flughafens hin.

In der Region zwischen Flughafen und Mittelmeer ergeben sich ebenfalls Unterschiede in der Kartierung zu den geologischen Karten der IGME (1978, 1984), in denen dieser Bereich mit dem Raster für Alluvionen versehen ist. Zutreffend ist diese Ansprache nur für den südlichen Teil (vgl. Abb. 5.23) bis zu den Dünen, für die Niederungen südlich von Los Paseros und südlich der Ortschaft San Julián. Im verbleibenden sich an die Flugplatzregion anschließenden Gebiet stehen ebenfalls tertiäre und pleistozäne Sedimente an. Zwei isolierte tertiäre Vorkommen beiderseits des Río Guadalhorce sind in den Karten ebenfalls nicht verzeichnet. Es sind die Areale der Finca la Isla nördlich und des ehemaligen Eisenbahndammes südlich des Flusses.

5.2.12.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

In der Talaue meerwärts der Puente del Rey stehen bis zu 13 m mächtige schluffige Feinsande und feinsandige Schluffe an, die selten zwischengelagerte Horizonte von Mittel- oder Grobsanden aufweisen. Neben geringen pflanzlichen Komponenten wurden häufig Gastropodengehäuse und seltener Keramikfragmente und Holzkohle geborgen. Die Sedimente sind mittel- bis gelbbraun gefärbt und weisen nach 1 - 5 m Bohrtiefe graublaue bis hellblaue Lagen und Linsen auf. Der Anteil der reduzierten Sedimentfärbung nimmt mit der Tiefe kontinuierlich zu (vgl. Abb. 5.24)

Diese Schicht terrestrischen Materials wurde während der Überflutungen infolge der Río Guadalfeo-Hochwasser sedimentiert. Die zum Liegenden dokumentierte Zunahme der reduziert gefärbten Bereiche in diesem Hochflutaeulehm wurde durch längere Wasserbedeckung in der Flußtaue verursacht.

In einer Distanz von ca. 0.5 km beiderseits des Flußlaufes wurden häufig gut sortierte hellbraune Feinsande im Liegenden einer Schicht von 4 - 6 m mächtigem Schluff unterhalb des Grundwasserspiegels erbohrt, die zu durchteufen unmöglich war. Bei einigen Bohrungen in der Nähe der Talhänge wurden im Liegenden der Hochflutaeulehme tertiäre Sandsteine gelbbrauner Färbung erbohrt (vgl. Anhang).

Unterlagert wird dieser Horizont mit überwiegend auf oxidierende Verhältnisse deutenden Sedimentfarben von einer Schicht tonigen Schluffs und Feinsandes, deren rein graue oder graublaue Farbe reduzierende Bedingungen während der Ablagerung belegt. Der Übergang zu dieser Schicht findet etwa im Niveau des rezenten Meeresspiegels statt. In großer Nähe zur Küste wurden anstelle der feinkörnigen Sedimente gut sortierte Fein- und Mittelsande grauer Färbung erbohrt. An makroskopisch erkennbaren biogenen Bestandteilen wurden im Tal feinverteilte pflanzliche Partikel und sehr selten kleine Holzkohlefragmente geborgen. In zwei Bohrungen (Bohrung 5, 63, vgl. Anhang) wurden kleine Muschelschalen registriert, die die Ansprache dieses Horizontes als marines Sediment belegen.

Die Region westlich des Ortes San Julián weist mehrere Besonderheiten auf. Zum einen wurden in den Bohrungen, die in den beiden nach Norden weisenden Niederungen (vgl. Abb. 5.29) durchgeführt wurden, feinstkörnige Sedimente, schluffige Tone, im Niveau unterhalb des Meeresspiegel erbohrt. Zum anderen konnte in der sich westlich von Los Paseros erstreckenden Geländedepression ein Torfprofil von 2.1 m Mächtigkeit erbohrt werden. Die Torfproben werden im Botanischen Institut der Universität Hohenheim pollenanalytisch untersucht.

Hinter den rezenten Strandsanden an der Küste zwischen Torremolinos und Málaga zieht sich ein Dünengürtel von ca. 10 km Länge und maximal 1 km

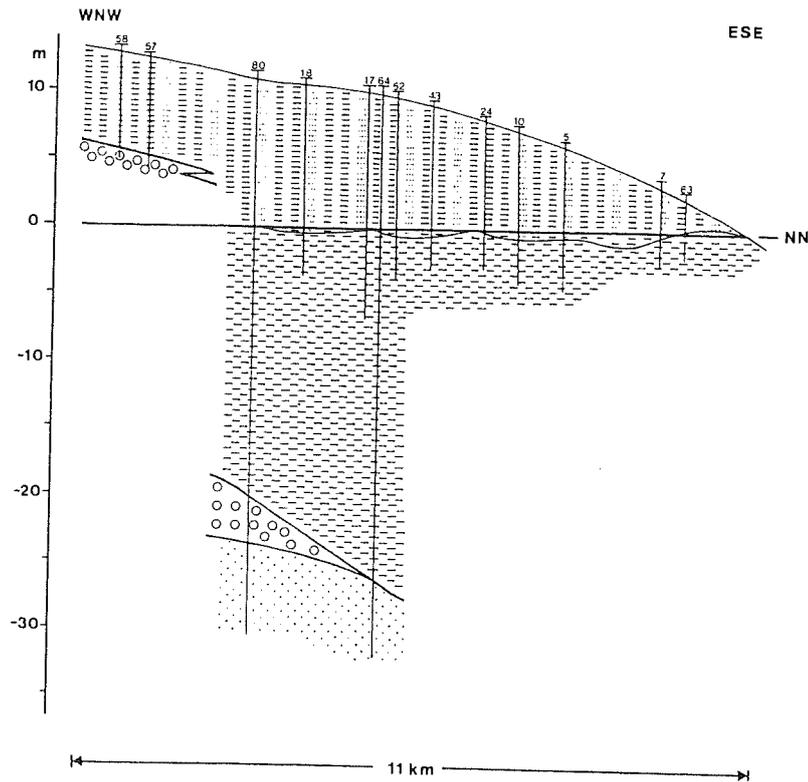


Abb. 5.24: Geologisches Längsprofil in der Talau des Río Guadalhorce

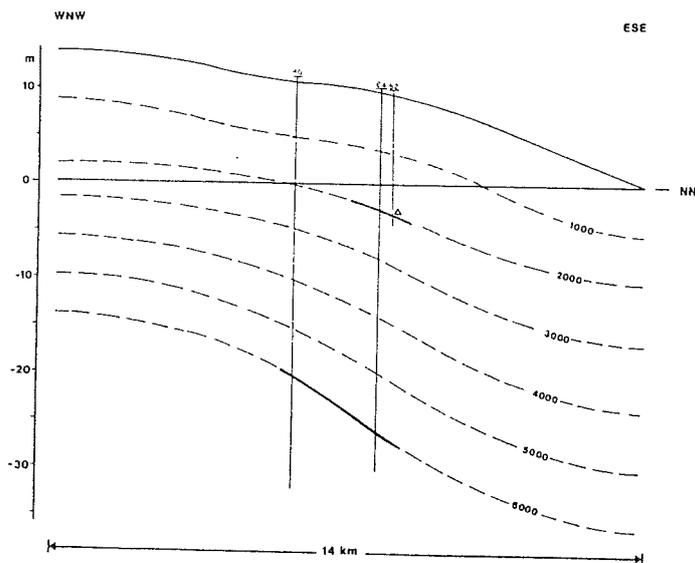


Abb. 5.25: Modellvorstellung zum Isochronenverlauf im Tal des Río Guadalhorce

Breite nahe der Mündung des Río Guadalhorce hin. Die gut sortierten Feinsande haben eine maximale Mächtigkeit von 3.8 m. Im Liegenden der Dünen- sände stehen mittelsandige marine Ablagerungen an. (vgl. Bohrung 23, Anhang).

Zu den Bohrsäulen der nahe der Puente del Rey abgeteufte Tiefbohrungen (vgl. Anhang) stehen sehr spärliche Informationen über die erbohrten Sedimenten zur Verfügung. Sie beschränken sich auf die Korngröße der Sedimente und teilweise auf die Farbansprache. Da die Tiefbohrungen die einzigen konkreten Informationen über die Mächtigkeit der holozänen Sedimente im Tal des Río Guadalhorce darstellen, werden sie im folgenden interpretiert. Die im Hangenden der pliozänen Sedimente anstehenden Ablagerungen werden im Bohrprotokoll als "Quartär" eingestuft.

Im oberen Teil der Bohrungen wurden Teile der Brücke erbohrt, die bis in eine Bohrtiefe von maximal 8 m auftraten. Diese Artefakte sind in braunen Hochflutaeulehm eingebettet, der teilweise sandige und kiesige Horizonte enthält, die ebenfalls vom Fluß sedimentiert worden sind. Diese Schicht terrestrischer Sedimente hat eine Mächtigkeit von bis zu 12 m. Bei der Mehrzahl der Bohrungen endet diese Schicht im Niveau des heutigen Meeresspiegels. Nur bei den Bohrungen 85 - 92 (vgl. Anhang) reichen die fluviatilen Sedimente bis auf ein Niveau von 3 - 1 m u.N.N. Hier hat sich der Río Guadalhorce in die marinen Ablagerungen eingeschnitten und die entstandene Rinne anschließend mit den mitgeführten Kiesen und Sanden verfüllt (vgl. 5.2.5).

Im Liegenden dieser Schicht schließt sich ein bis zu 19 m (Bohrung 80) mächtiger Horizont an, der als Meeressediment des Holozän gedeutet wird. Diese These beruht auf 2 gesicherten Erkenntnissen:

- 300 m östlich der Puente del Rey wurden beiderseits des Flusses die Bohrungen 28 und 18 mit dem Handbohrgerät bis in Tiefenlagen von 3.0 und 3.8 m u.N.N. abgeteuft.

- 2000 m östlich der Puente del Rey konnte die Tiefbohrung Bohrung 64 bis auf 29 m u.N.N. aufgenommen werden, und es liegen die Ergebnisse der Handbohrung 17 vor, die bis auf 7 m u.N.N. niedergebracht wurde. Beide Bohrungen wurden nahe des nördlichen Talhanges durchgeführt.

Diese 4 Bohrungen können zur Interpretation der Puente del Rey-Bohrungen herangezogen werden, da sie, in geringer Entfernung durchgeführt, das Niveau des rezenten Meeresspiegels deutlich durchteufen. Zudem liegen von den entnommenen Sedimentproben Untersuchungsergebnisse vor, die auf marine bis brackische Ablagerungsverhältnisse schließen lassen.

Die in den Bohrungen 80 - 85 als holozänes Meeressediment interpretierte Schicht unterscheidet sich von den 4 beprobten Bohrungen durch das häufige Auftreten grober Korngrößen - Kiesen und Mittelsanden - und die geringe Mächtigkeit feinkörniger Sedimente von grauer oder graublauer Farbe, die ein anoxisches Sedimentationsmilieu belegt. Hier ist zu berücksichtigen, daß die hydrogeologischen Bohrungen an der Puente del Rey in der Talmitte abgeteuft wurden, um möglichst grobkörnige Sedimente für die Wasserentnahme anzutreffen. In der Situation dieser Bohrpunkte ist im Gegensatz zu den hangnahen Punkten für die Handbohrungen (vgl. 3.1.2.1) davon auszugehen, daß stets unruhige Strömungsverhältnisse mit konstant höheren Strömungsgeschwindigkeiten als am Talhang geherrscht haben.

Aus der Stratigraphie sind zwei Sedimentationsmilieus rekonstruierbar:

- Zum einen sind die geringmächtigen grauen Schluffhorizonte als Relikt einer ehemals bis ins rezente Meeresspiegelniveau reichenden Schicht zu interpretieren, in die sich der Fluß bei starker Strömung mit grober Schotterführung, vielleicht nach torrentiellen Niederschlägen im Hinterland, die marinen Sedimente erodierend eingetieft hat.

- Zum anderen ist eine Situation vorstellbar, in der der Río Guadalhorce nahe der Puente del Rey seine Mündung hatte (vgl. 5.2.12.6) und alternierend marine und terrestrische vom Fluß eingetragene Sedimente zur Ablagerung gelangten, wie es heute an der rezenten Mündung geschieht.

Im Liegenden der holozänen Sedimente stehen bis zu 30 m mächtige Schluffe, Sande und Kiese an. Für die Stratifizierung dieses Horizontes sind die Bohrungen 85 und 92 von entscheidender Bedeutung, da zu der Korngrößenansprache dieser Bohrsäulen eine Farbangabe der Sedimente vorliegt. Die Schluffhorizonte der Bohrung 88, 14 - 19 m u.N.N. und 23 - 36 m u.N.N. sowie der Bohrung 92, 22 - 23 m u.N.N. sind von brauner Farbe. Diese Schichten werden als pleistozäne Sedimente gedeutet.

Die liegende Schicht graublauer Mergel, die in der Talmitte (Bohrung 80) bei 49 m u.N.N. einsetzt, ist im Bohrprotokoll als pliozänes Sediment eingestuft. Nur 300 m nördlich stehen die pliozänen Mergel schon bei 30 m u.N.N. an. Diese beiden Werte zeichnen die Steilheit des V-Tales im Pleistozän vor der Ablagerung von jüngeren Sedimenten nach.

5.2.12.3 Ablagerungsmilieu

Die im Talhangbereich überwiegend feinkörnigen, zur Talmitte grobkörniger werdenden Sedimente brauner und braun-grauer Farbe werden als Hochflutaelem des Río Guadalhorce gedeutet. Die im Vergleich zum Río Guadalfeo (vgl. 5.2.5) relativ hellen Sedimente mit einem höheren Kalkgehalt deuten auf die im Einzugsgebiet anstehenden kalkigen Sedimente des Tertiär und des Mesozoikum hin, die als ursprüngliche Sedimentlieferanten dieser terrestrischen Ablagerungen angesehen werden. Durch das geringe Flußgefälle und die große Flächenausdehnung der holozänen Talaue kamen in ihrem untersten Abschnitt fast ausschließlich feinkörnige Sedimente zur Ablagerung.

Die Ablagerungen im Liegenden der terrestrischen Sedimente enthielten in den Bohrungen 5 und 63 (vgl. Anhang) Muscheln der Art *Macoma cumana*, die sandig-schlickige Oberflächen geringer Salzgehalte bevorzugt. In den Proben der Bohrung 17 (3 m u.N.N) und 64 (7 m u.N.N.) wurden zahlreiche Exemplare der Foraminiferengattungen *Nonion depressulus*, *Ammonia beccarii* und der Ostracodenarten *Loxoconcha sp.* und *Krithe sp.* bestimmt (vgl. 3.2.3). Die Zusammensetzung der Makro- und Mikrofauna deutet auf ein brackisches Milieu während der Ablagerung der Sedimente hin (vgl. Abb. 5.24).

In den schmalen Buchten im südwestlichen Abschnitt des Tales herrschten extrem ruhige Sedimentationsverhältnisse, wie an der Feinkörnigkeit der Sedimente zu ersehen ist. Die Einbuchtung südlich Los Paseros (vgl. Abb. 5.23) ist zunächst vom Meer geflutet worden und bald darauf, wahrscheinlich durch einen Strandwall, vom Meer abgetrennt worden, so daß sich dort ein Moor bilden konnte.

5.2.12.4 Datierung der holozänen Sedimente

An pflanzlichem Material aus fünf Bohrungen sind radiometrische Altersbestimmungen vorgenommen worden. Alle an feinverteilter pflanzlicher Substanz durchgeführten Bestimmungen zeigen Alter, die auf Kontamination mit altem Kohlenstoff deuten. Wenn man von gleichmäßigen Sedimentationsverhältnissen ausgeht und damit eine gleichmäßige Kontamination der Sedimente durch organische Substanz voraussetzt, läßt sich aus den beiden Datierungen der Bohrung 17 (vgl. Tab.14) eine Sedimentationsrate von ca. 1 m in 1000 Jahren berechnen. Dieser Wert stimmt gut mit Ergebnissen in anderen Tälern überein.

Die Datierungen der Torfe (vgl. Bohrung 8, Tab. 14) ergaben eine kontinuierliche Abfolge von 5710 +/- 370, 4660 +/- 290 und 3660 +/- 280 Jahren vor heute.

Für die Datierung der holozänen Sedimentation in diesem Tal sind die archäologischen Keramikfunde in den erbohrten Sedimenten von entscheidender Bedeutung (vgl. Tab. 14). Besondere Erwähnung sollen hier die Keramikfunde in den marinen Sedimenten finden. In der Bohrung 63 wurde mit den Muschelklappen ein Fragment phönizischer Keramik in 0.4 m u.N.N. und in der Bohrung 52, > mehr als 4 km von der heutigen Küste entfernt, in 0.9 m u.N.N. ein Bruchstück römischer Keramik erbohrt. In der Bohrung 31, südwestlich des Flughafens (vgl. Abb. 5.23) wurden mehrere Keramikfunde direkt auf tertiärem Sandstein erbohrt. Dieser Fund, mit 2600 J.v.h. datiert (ARTEAGA 1988), belegt, daß die Punier oder Phönizier hier noch den unbedeckten Fels, frei von Lockersedimenten, vorgefunden haben. Auffallend an den Keramikfunden ist, daß von den insgesamt 41 Fragmenten >90% der römischen oder älteren Epochen entstammen. Nur 3 Funde, alle in der Nähe der heutigen Küste südlich von San Julián erbohrt, sind im Mittelalter oder danach gefertigt worden.

Durch Keramikfunde auf den Dünen nahe der Mündung des Río Guadalhorce wird belegt, daß der Dünengürtel bereits vor 1800 Jahren bestanden hat. Die Dünen sind heute inaktiv und von Vegetation bedeckt.

5.2.12.5 Für die Küstenlinienforschung bedeutende Erkenntnisse aus der Siedlungssuche und historische Karten

ARTEAGA (1988) beschreibt 4 Fundplätze phönizischer Keramik, von denen 3 nach den Ergebnissen der geologischen Untersuchungen direkt am Meer gelegen haben. Ungeklärt ist die Lage zum Meer der Fundplätze Churriana und Las Pedrizas südlich des Flughafens zum (vgl. 5.2.12.3, 5.2.12.4).

Die historische Karte aus dem Jahr 1772 (vgl. Anhang) zeigt ein kleines Delta des Río Guadalhorce mit mehreren Altarmen. Die Küstenlinie ist der heutigen sehr ähnlich.

5.2.12.6 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Im frühen Holozän, ca. 6000 J.v.h. ist die im Mündungsbereich bis auf etwa 40 m u.N.N. im Pleistozän erodierte Hohlform des Río Guadalhorce-Tales geflutet worden. Die Meeresbucht hat sich zu dieser Zeit nachweislich 6 km, vermutlich mehr als 10 km ins Hinterland erstreckt (vgl. Abb. 5.26). Im Süden des Haupttales wurden zwei schmale Meeresarme geflutet, die - ebenfalls im Pleistozän erodiert - vielleicht den heutigen Flughafenbereich und die heutige

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J. v. h.	Standard- Abweichung	
KIG	HOR	m	m	Jahre vor heute		
86/72	17	10.5-11.9	-1.1 - -2.5	8840 +/-	570	P
85/46	17	16.0-16.7	-6.6 - -7.3	14620 +/-	950	P
86/14	9	2.0-2.9	0.5 - -0.4	6240 +/-	350	P
85/48	8	1.3-1.4	0.3 - 0.2	3660 +/-	280	T
86/26	8	2.2-2.4	-0.6 - -0.8	4660 +/-	290	T
85/39	8	3.0-3.2	-1.4 - -1.6	6440 +/-	470	T
87/07	12	11.6	-2.1	9820 +/-	510	P
86/107	19	9.5	-0.7	8050 +/-	400	P
85/26	23 Düne	0.4	3.6	2640 +/-	190	M
85/27	23	0.4	3.6	2880 +/-	200	M

Tab.12: Altersdatierungen mit der ^{14}C Methode an organischem Material aus dem Tal des Río Guadalhorce
(P = fein verteilte, pflanzliche Substanz, T = Torf, M = Muschel).

Bohrungs- nummer (HOR)	Teufe unter Flur (m)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung Maximalalter (Jahre v. h.)	Kulturrepoche
3	0.6	.	x	2800	?
3	1.0	.	x	2050	röm./mod.
4	1.1	5.6	x	700	MA.
5	4.1	2.0		5000	?
6	1.0	7.0	x	700	MA./mod.
7	2.0	1.0	x	2800	phön./röm.
11	1.0	6.0	x	2050	röm./mod.
12	1.1	8.0	x	2050	röm./mod.
18	1.5	9.3	x	2050	röm.
19	0.9	8.2	x	2600	pun./mod.
23	0.6	4.2		5000	?
24	6.2	1.8	x	2800	röm.(?)
28	2.0	9.1	x	2800	röm.(?)
29	2.3	4.3		5000	?
30	0.5	2.5	x	2600	pun./röm.
30	1.5	2.0	x	2800	röm.(?)
31	1.5	10.0	x	2050	röm.
31	7.8	3.7	x	2600	pun./mod.
40	1.4	3.4	x	2800	röm.(?)
41	0.5	1.8	x	2800	röm.(?)
42	3.0	0.7		5000	Kupferzeit/röm.
44	1.5	2.3	x	2600	pun./röm.
47	2.8	10.2	x	2800	phön./röm.
50	1.5	.	x	2800	phön./röm.
51	0.8	.	x	2050	röm./mod.
51	1.4	.		2800	röm.(?)

Tab. 13: Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die im Tal des Río Guadalhorce erbohrt worden sind
(phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.=mittelalterlich, mod.=modern).

Fortsetzung Tabelle 13:

52	0.5	9.5	x	2050	röm.
52	1.5	8.5	x	2800	phön./röm.
52	4.6	5.4	x	2800	phön./röm.
52	7.5	2.3	x	2800	phön./mod.
52	10.7	-0.9	x	2050	röm./mod.
54	1.5	6.5	x	2800	phön.
54	2.0	6.0		5000	?
55	2.5	11.2	x	2800	phön./röm.
55	3.5	10.2	x	2050	röm./mod.
56	1.0	1.9	x	200	mod.
57	1.0	12.2	x	2800	phön./röm.
57	1.3	11.9	x	2800	röm.(?)
58	1.0	10.8	x	2800	phön./röm.
58	2.0	11.8	x	2800	phön./röm.
63	4.0	-0.4	x	2800	phön.

Ortschaft San Julián zur Insel machten. Der weitere Verlauf der beiden pleistozänen Altarme des Río Guadalhorce – Vorläufers konnte nicht geklärt werden (vgl. 5.2.12.3). Der schmale Niederungsbereich südlich Los Paseros ist bald nach der Transgression des Mittelmeeres abgetrennt worden, so daß sich dort ein Moor bilden konnte. Infolge der marinen Sedimentation und besonders des Eintrags terrestrischen Materials durch den Fluß verlandete der hintere Bereich der Bucht.

Die Mündung des Río Guadalhorce befand sich zu phönizischer und römischer Zeit (2800 – 2000 J.v.h.) nahe der Puente del Rey, belegt durch Keramikfunde aus den Bohrungen 52 und 31 (vgl. Abb. 5.33, 5.31, Tab. 13, Anhang). Es ist zu vermuten, daß eine kleine Bucht auch im Mittelalter noch bestanden hat und daß diese infolge der anthropogenen Eingriffe im Hinterland (vgl. 5.2.2, ARTEAGA 1988) sehr schnell mit den erodierten Böden des Hinterlandes verfüllt worden ist. Die Auswirkungen der Eingriffe im Hinterland erreichten im Unterlauf des Río Guadalhorce sicher nicht die Ausmaße, die Málaga zu ertragen hatte, denn ein Großteil der Sedimente ist sicher auf dem Weg durch den langen Unterlauf sedimentiert worden. Die historische Karte aus dem Jahr 1772 zeigt immerhin noch eine Lagune, die sich wahrscheinlich wie im Tal des Río de Vélez und Río Grande de Adra infolge der ständigen Flußbettverlegung durch den großen Sedimenteintrag gebildet hat.

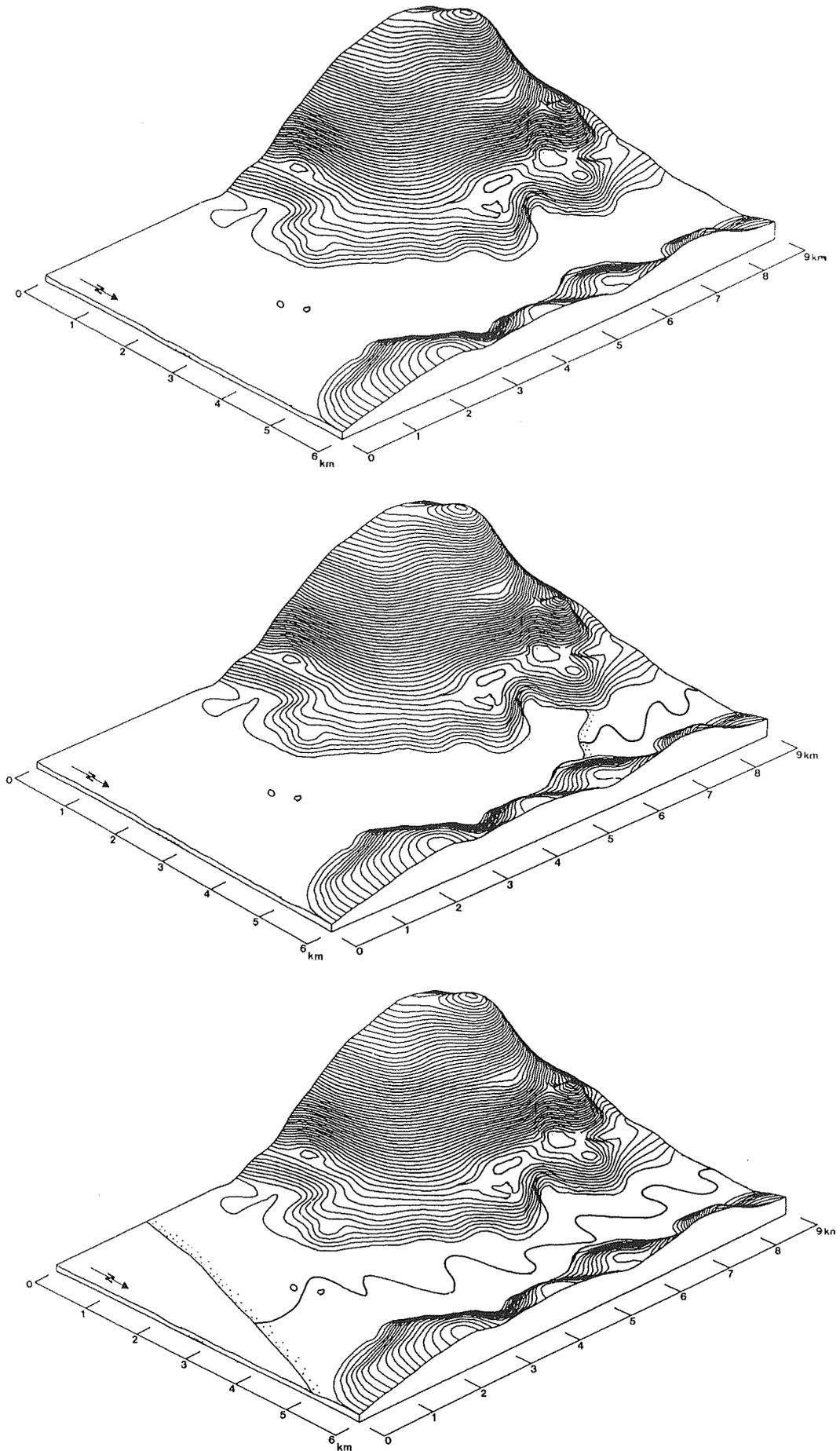


Abb. 5.26: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Guadalhorce
6000 J.v.h. - 2800 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.23)

5.2.13 Río Fuengirola

Im Vergleich zum Río Guadalhorce ist der Río Fuengirola von der Länge seines Laufes mit 20 km und seiner Einzugsgebietsgröße von 118 qkm ein sehr kleiner Fluß. Die holozäne Talaue erstreckt sich etwa 6 km ins Hinterland, wobei sie sich von 1 km Breite nahe der Mündung auf 0.5 km Breite am Zusammenfluß des Río de Ojén mit dem Cañas de las Pasados verengt.

Der in der Sierra de Alpujata entspringende Fluß zeigt ein relativ starkes Gefälle (vgl. Abb. 9.1). Im Einzugsgebiet stehen paläozoische Schiefer, Gneise und untergeordnet ebenfalls paläozoische Kalke, Grauwacken, Phyllite und Sandsteine an (PILES MATEO et al. 1978). Vorkommen unterpliozäner Sandsteine und Mergel sowie pleistozäner Terrassen beschränken sich auf den Unterlauf des Flusses.

Die Stadt Fuengirola, wahrscheinlich z.T. auf einer pleistozänen Terrasse und vorgelagerten holozänen Strandsanden erbaut, liegt nördlich der Talaue des gleichnamigen Flusses. Im zentralen und im nördlichen Stadtgebiet münden die Bäche Arroyo Real und Arroyo Pajares, die in der Sierra de Mijas entspringen. Auch in diesen Einzugsgebieten stehen überwiegend paläozoischem Schiefer und im Unterlauf unterpliozäne Sandsteine und Mergel an. Die Bäche bewältigen auf ihrem ca. 6 km langen Lauf etwa 300 m Höhenunterschied.

5.2.13.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Bohrungen

Im Tal des Río Fuengirola wurden 36 Handbohrungen bis in eine maximale Tiefe von 12.6 m durchgeführt. Die Bohrungen mußten, um das Auftreffen auf fluviatile Schotter zu vermeiden, in extremer Talhangnähe oder in besonderen Strömungsschattenpositionen (vgl. Bohrung 33, Abb. 5.27) durchgeführt werden. Flußaufwärts der leichten Talverengung am Cortijo de Ahogadero konnte nur die Bohrung 33 ein tieferes Niveau erreichen, da außerhalb dieses Bereiches unter feinkörnigen Sedimenten Fein- und Mittelsande im Grundwasserbereich anstehen.

Im Tal des Arroyo Real konnte eine baugelogeische Bohrung aufgenommen werden (vgl. Bohrung 29, Anhang). Mit dem Handbohrgerät wäre es unmöglich gewesen, die mächtigen Schotterlagen zu durchteufen.

5.2.13.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

In der Talaue des Río Fuengirola wurden bis zu 10.4 m mächtige Feinsand- und Schluffablagerungen brauner Farbe erbohrt, in denen ab 0.5 bis 6.5 m Bohrtiefe blaugraue Lagen oder Linsen auftreten. Der Anteil reduziert gefärbter Bereiche im Bohrgut nimmt mit der Tiefe kontinuierlich zu. Die Korngrößenzusammensetzung der Schicht wird mit zunehmender Nähe der Bohrpunkte zur heutigen Küste feinkörniger. Während im hinteren Teil des Tales Sande dominieren, wurden in Küstennähe überwiegend Schluffe erbohrt. Außer feinverteilter pflanzlicher Substanz, Schneckengehäusen und wenigen kleinen Holzkohlebruchstücken wurden archäologische Keramikfragmente geborgen (vgl. Anhang, Tab. 16). Die Sedimente haben einen hohen Anteil von gerundeten Quarzkörnern und kalkigen Komponenten. Schieferdetritus ist in geringer Menge in der Schicht vertreten

Etwa im Niveau des heutigen Meeresspiegels treten Ablagerungen von einer rein blaugrauen oder graublauen Farbe auf. Einige durch hohen Schieferdetritusanteil grauschwarz gefärbte Horizonte wurden registriert. Im überwiegenden Teil der Bohrungen wurde in diesem Horizont feinsandiger und toniger

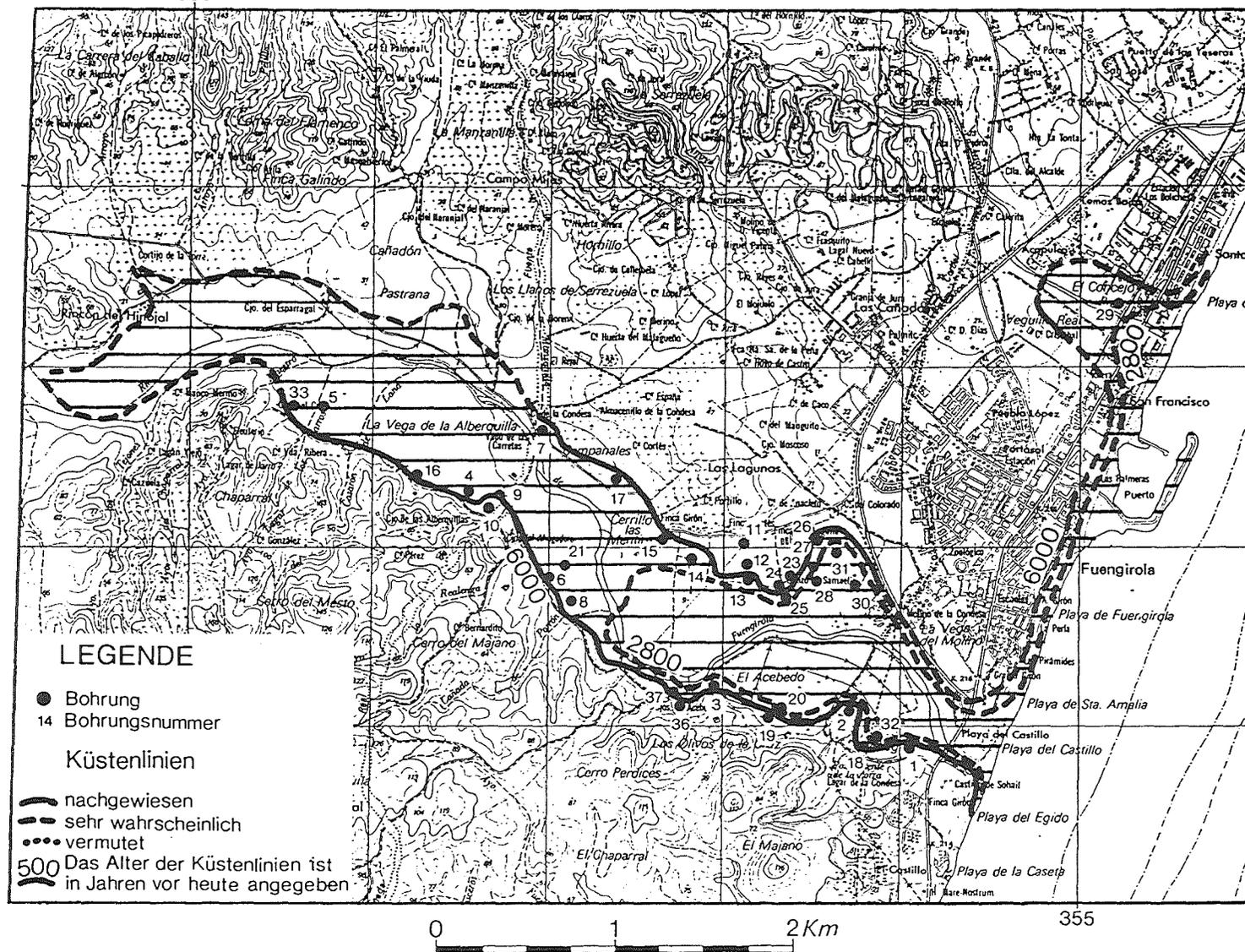


Abb. 5.27: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Río Fuengirola

Schluff, seltener Feinsand erbohrt. Neben wenigen Keramikfunden wurde vereinzelt pflanzliches Material und in drei Bohrungen wurden Muschelschalen aus dem Bohrgut geborgen. Das Sediment dieser Schicht entstammt hauptsächlich verwitterten tertiären Sandsteinen und zu geringem Anteil dem Verwitterungsmaterial der paläozoischen Schiefer.

In einigen Bohrungen wurden unter braun gefärbten Schluffen gelbe bis gelbbraune Sandsteine des Pliozän erbohrt.

5.2.13.3 Ablagerungsmilieu

Bei der oberen Schicht brauner und braun-grauer Farbe handelt es sich um Auelehme, die während der Überschwemmungen des Río Fuengirola abgelagert wurden. Während dieser Hochwasserereignisse kommen die schwereren - kiesigen und sandigen - Komponenten eher zur Ablagerung. Somit wurden diese beim Eintritt des sedimentbeladenen Flusses in den oberen Talbereich, abgelagert während die feinkörnigere Sedimente weiter talabwärts sedimentiert wurden. Der Mischbereich brauner und blaugrauer Sedimentfarbe kommt durch bereichsweise langandauernde Wasserbedeckung in der Talaua zustande.

Die im Liegenden dieser überwiegend braun gefärbten Schicht angetroffenen blaugrauen Ablagerungen sind in anoxischem Milieu sedimentiert worden. Die überwiegend erbohrte Feinfraktion in diesem Horizont belegt ruhige Strömungs- und damit auch Ablagerungsbedingungen.

Entscheidend für die nähere Bestimmung des aquatischen Sedimentationsraumes sind die Muschelfunde in den Bohrungen 17, 18 und 20 (vgl. Anhang).

In den Bohrungen 18 und 22 wurden je 2 - 3 Exemplare der folgenden Spezies bestimmt:

Cerastoderma edule
Scrobicularia plana
Macoma cumana
Loripes (L.) lucinalis (Lam.)
Venerupis decussata (Lam.)

In der Bohrung 17 wurden nur zwei Exemplare der Art

Cerastoderma edule geborgen.

Die identifizierte Muschelpopulation lebt vorwiegend im rand- bis vollmarinen Bereich, verträgt aber auch brackiges Wasser in Ästuarbereichen. Als Untergrund bevorzugen die verschiedenen Arten schlickiges oder sandiges Substrat. Alle angetroffenen Spezies kommen bevorzugt im Litoralbereich vor.

Durch die Bestimmung der in den 3 Bohrungen vorkommenden Muschelspezies kann das Milieu der Ablagerungsbedingungen dieser Sedimente als marin bis brackig angesprochen werden, was für eine Meeresbucht mit einem einmündenden Fluß gut verständlich ist.

Auch in dem kleinen Tal des Arroyo Real wurden in der Bohrung 29 unter 8.4 m mächtigen Sand-, Kies und Schotterablagerungen graublaue Feinsande guter Sortierung erbohrt, in denen eine Probe pflanzlichen Materials zur ¹⁴C Altersdatierung gewonnen werden konnte.

5.2.13.4 Datierung der holozänen Sedimente

Es wurden an sieben Proben feinverteilter organischer Substanz und an einer Holzprobe Altersbestimmungen mit der ^{14}C Methode vorgenommen (vgl. Tab. 15). Die erhaltenen Alter zwischen 7100 und 8390 J.v.h. deuten auf Kontamination mit altem Kohlenstoff. Auffallend ist die inverse Altersabfolge der Datierungen der Bohrung 8 (vgl. Tab. 15, 7.11.6). Somit können diese Datierungen aufgrund der Allochthonität des organischen Materials nicht für die Datierung der holozänen Sedimentation herangezogen werden.

Die Datierung des pflanzlichen Materials aus der Bohrung am Arroyo Real ergab das höchste Alter in diesem Tal mit 9380 \pm 810 J.v.h.. Auch hier liegt eine Kontamination mit altem Kohlenstoff vor. Die ^{14}C Datierungen der Muschelschalen aus den Bohrungen 20 und 18 ergaben mit 5210 \pm 290 J.v.h. und 4210 \pm 460 J.v.h.. glaubwürdige Daten.

Neben den Datierungen der Mollusken ergeben die 23 Funde archäologischer Keramikfragmente aufschlußreiche Datierungen zum Sedimentationsverlauf (vgl. Tab. 15). Den Funden in den Bohrungen 1, 17 und 33 kommt bei der Datierung der Küstenlinien und bei der Konstruktion der Isochronen-Modellvorstellung (vgl. Abb. 5.28) entscheidende Bedeutung zu.

5.2.13.5 Für die Küstenlinienentwicklung bedeutende historische Karten und Ergebnisse der Siedlungsforschung

Eine Karte des Mündungsbereiches des Río Fuengirola aus dem Jahr 1786 zeigt bereits den heutigen Küstenverlauf.

Die Ergebnisse der Küstenforschung (ARTEAGA 1988) ergaben phönizische Fundplätze am Castillo de Sohail, am Talhang der El Lagar genannten Talabucht und am Cortijo Ahogadero, das ca. 3 km von der heutigen Küste entfernt liegt. Zudem wurde ein phönizischer Fundplatz am südlichen Hang des Arroyo Pajares im nördlichen Stadtgebiet von Fuengirola identifiziert (vgl. Abb. 5.33).

5.2.13.6 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Das im Pleistozän im Mündungsbereich vielleicht auf 20 m u.N.N. erodierte Tal wurde etwa 6000 J.v.h. vom ansteigenden Mittelmeer geflutet (vgl. Abb. 5.29). Die Meeresbucht im Tal des Río Fuengirola hat sich zu dieser Zeit ca. 5 km ins Hinterland erstreckt. Parallel zu dieser Bucht existierten 2 und 3 km weiter nördlich zwei weitere kleine Meeresbuchten mit einer Ausdehnung von ca. 1 bis 1,5 km ins Landesinnere. Somit haben damals 2 kleine Halbinseln existiert, die heute von der Stadt Fuengirola überbaut sind.

Die Bucht hat sich danach infolge mariner und brackischer Sedimentation wie auch natürlicher Erosion im Hinterland und anschließender fluviatiler Sedimentation langsam verkleinert, was durch die Muschelfunde der Bohrungen 18 und 20 (vgl. Anhang) belegbar ist. Holozäne Lockersedimente stehen an den Hängen der beiden ersten nach Süden gerichteten Ausbuchtungen der Bucht ca. 5210 J.v.h. bis 1,8 m, ca. 4210 J.v.h. bis 1,0 m unter dem Meeresspiegel an und bilden das Substrat für Muschelfaunen.

Durch die Funde datierbarer archäologischer Keramikfragmente in den erbohrten Sedimenten läßt sich die Küstenlinie zu phönizischer Zeit ca. 2800 J.v.h. in der Nähe des Cortijo Ahogadero lokalisieren. Es liegt zwar kein Fund phönizischer Keramik in marinen Sedimenten in der Nähe des Cortijos vor,

Labor- nummer	Bohrungs- nummer	Teufe unter Flur	Höhe über N.N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung	
KIG	FUE	m	m	Jahre vor heute		
86/115	8	8.5	-0.1	7440 +/-	370	P
86/114	8	10.5	-2.0	7100 +/-	490	P
86/70	15	9.6-9.7	-2.6 - -2.5	7470 +/-	490	P
86/113	17	10.0-10.5	-1.3 - -0.8	8390 +/-	460	P
86/100	18	6.5	-1.3	7680 +/-	380	H
87/62	29	9.0	-0.2	9380 +/-	810	P
87/61	30	4.2	-0.3	7880 +/-	670	P
87/39	33	12.2	2.1	7440 +/-	490	P
87/66	18	6.2-6.8	-1.0 - -1.6	4210 +/-	460	M
87/15	20	7.2-8.0	-1.8 - -2.6	5210 +/-	290	M

Tab. 14: Altersbestimmungen mit der ^{14}C Methode an organischem Material aus dem Tal des Río Fuengirola (P= fein verteilte pflanzliche Substanz, T= Torf, H= Holz, M= Muscheln (Ms:Sorbicularia, Mc:Cerastoderma, Mo:Ostrea))

Bohrungs- nummer	Teufe unter Flur (FUE)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturrepoche
1	0.5	2.2	x	700	MA./mod.
1	1.0	1.7	x	2600	pun./mod.
1	4.0	-1.3	x	2600	pun./mod.
2	1.6	2.3	x	2600	pun./mod.
4	1.6	7.6	x	700	MA./mod.
5	4.0	9.1	x	2600	pun./mod.
6	1.2	7.8	x	2600	pun./mod.
6	1.9	7.1	x	2050	röm./mod.
7	2.2	7.6	x	2600	pun./mod.
8	3.9	4.4		5000	?
11	1.0	4.5	x	2050	röm.
16	1.2	8.3	x	1700	spätrom.
17	6.8	2.1	x	2050	röm./MA.
18	3.0	2.1	x	2050	röm.
18	3.2	1.9	x	2800	röm.(?)
19	0.5	5.2	x	2150	spätpun./röm.
19	1.5	4.2	x	2150	spätpun./röm.
26	0.9	.	x	2050	röm.
27	2.0	4.0		5000	?
33	7.2	7.4	x	2800	phön./mod.
35	1.0	.	x	2050	röm./mod.
36	1.0	5.3	x	2050	röm.
36	2.3	4.0	x	700	MA./mod.

Tab. 15 : Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die im Tal des Río Fuengirola erbohrt worden sind (phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.= mittelalterlich, mod.= modern).

aber mit Hilfe der Funde aus den Bohrungen 33, 17 und 1 läßt sich die Geländeoberfläche des Tales für die Zeit um 2800 J.v.h. rekonstruieren (vgl. Abb. 5.27).

In der Folgezeit ist die Bucht, wahrscheinlich mit einem geringen Anstieg der Sedimentationsrate zu römischer Zeit und einem deutlichen Anstieg zur Zeit der Reconquista verfüllt worden. Die historische Karte aus dem Museo Naval zeigt, daß bereits im Jahr 1786 der heutige Küstenlinienverlauf erreicht war.

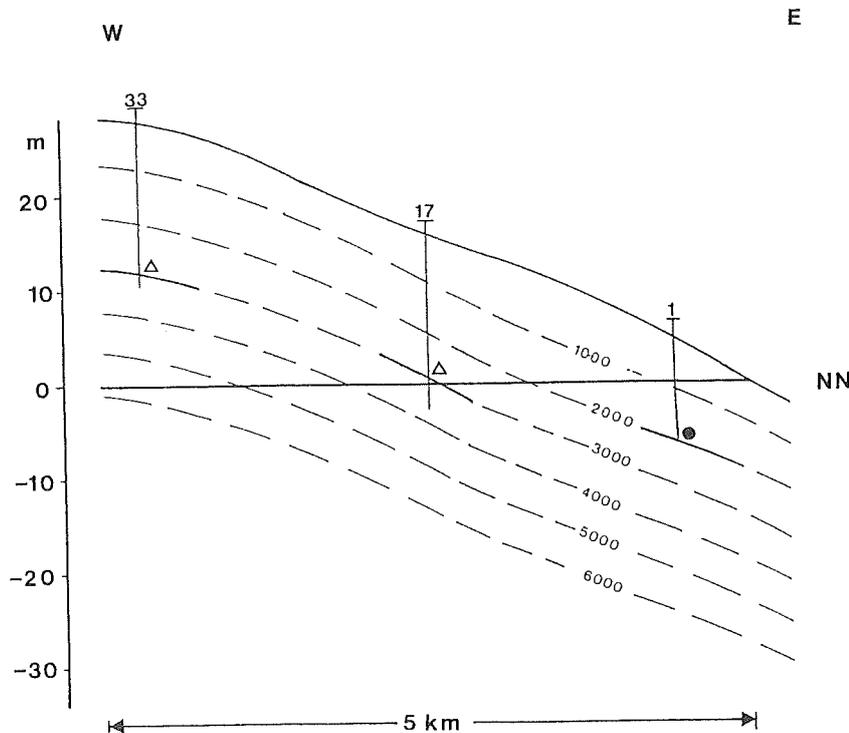


Abb. 5.28: Modellvorstellung zum Isochronenverlauf im Tal des Río Fuengirola

7.12 Río Verde (Marbella), Río Guadalmina und Río Guadalmanza

Die drei Flüsse mit Lauflängen zwischen 20 und 40 km entspringen in ca. 600 - 1000 m Höhe in der Sierra Bermeja. Sie weisen ein dem Río Fuengirola (vgl. 7.11, Abb. 9.1) vergleichbares Gefälle auf. Im höher gelegenen Teil der Einzugsgebiete stehen vorwiegend Peridotite und Glimmerschiefer an. Nur im küstennahen Bereich werden die Talhänge von pliozänen Sandsteinen und Mergeln gebildet.

Aufgrund der schmalen Unterläufe der drei Flüsse und des relativ steilen Hinterlandreliefs treten in den holozänen Sedimenten der Talauen zahlreiche Kies- und Schotterlagen auf. Diese hatten zur Folge, daß keine Handbohrung das angestrebte Tiefenniveau erreichte. Erbohrt wurden in den Tälern maximal 3.4 m mächtige Hochflutaelehme, die zahlreiche Sand, Kies- und Schotterhorizonte aufweisen.

Die geologischen Untersuchungsergebnisse der Nachbartäler lassen darauf schließen, daß auch die Täler des Río Verde von Marbella, des Río Guadalmina und des Río Guadalmanza ausreichend tief während des Pleistozän erodiert worden sind, daß 6000 J.v.h. auch hier ca. 2 km ins Hinterland reichende Meeresbuchten existiert haben. Es ist anzunehmen, daß diese Buchten eine dem Río Fuengirola ähnliche holozäne Küstenlinienentwicklung zeigen.

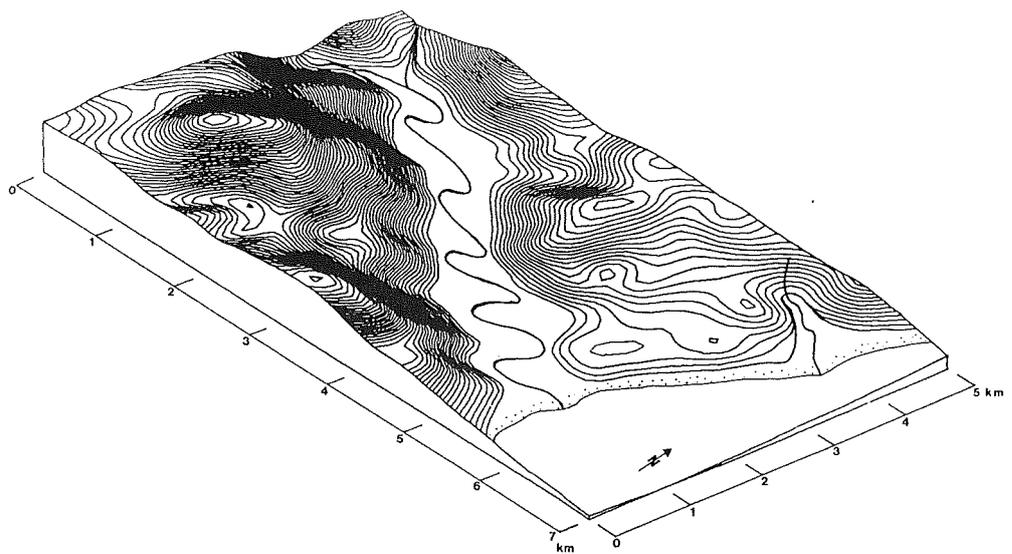
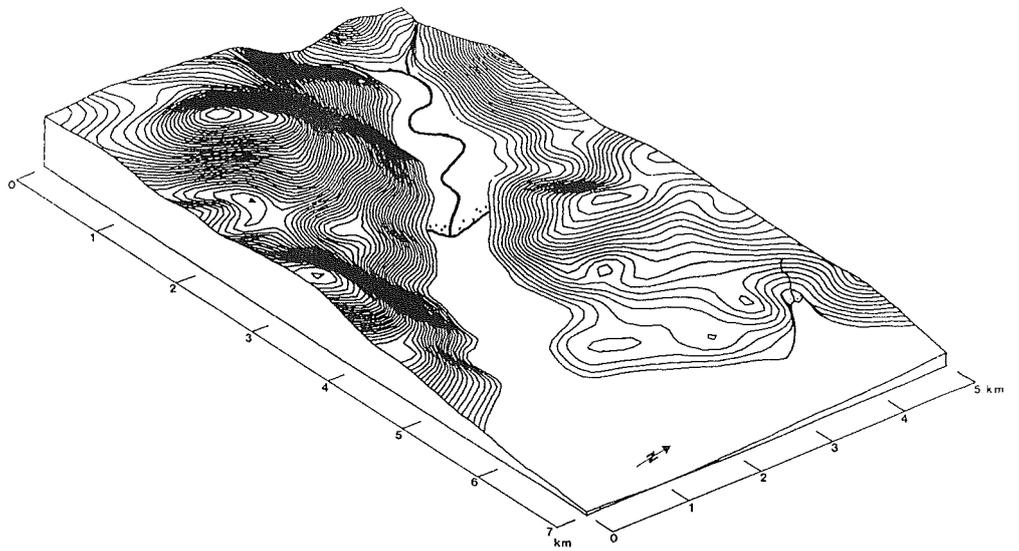
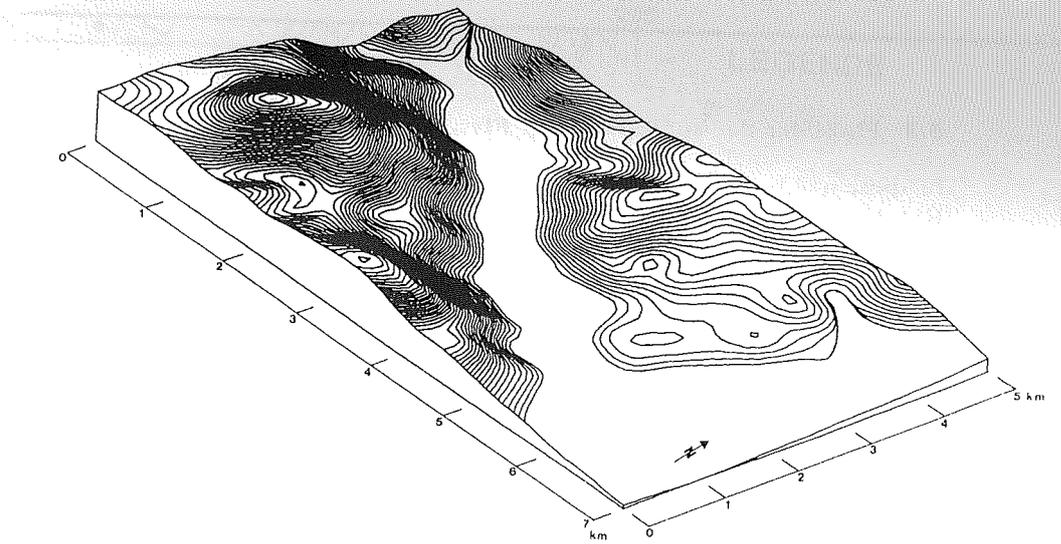


Abb. 5.29: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Fuengirola
6000 J.v.h. - 2800 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.27)

5.3 Flußtäler der südspanischen Flyschregion

In diesem Abschnitt werden die Untersuchungsergebnisse der beiden Täler des Río Guadiaro und Río Guadarranque behandelt, da ihre Einzugsgebiete und auch ihre Mündungsregionen aus geologischer (vgl. 4.1), morphologischer (vgl. 2.1.2), klimatischer Hinsicht (vgl. 2.1.3) zusammenfaßbar scheinen und deutlich von den anderen Gruppen abweichen.

5.3.1 Lithologie, Relief und Klima der Einzugsgebiete

Die Flyschregion mit ihren im Vergleich sehr jungen Sedimenten ist lithologisch und morphologisch deutlich vom Hauptteil der Betischen Kordillere zu unterscheiden (vgl. 4.1). Einerseits erscheinen die anstehenden Gesteinsserien weniger resistent als z.B. die paläozoischen Schiefer, andererseits weist diese Region eine geringe Reliefenergie auf. Diesem Kriterium kommt in der vorliegenden Untersuchung entscheidende Bedeutung zu.

Neben den Unterschieden in Geologie und Morphologie zeigt diese Region deutlich andere Verhältnisse in Bezug auf Klima und Vegetation (vgl. 2.1.3, 2.1.5). Durch die größere Niederschlagsmenge und ihre gleichmäßigere Verteilung sowie durch das weichere Relief finden sich hier wenige vegetationslose Gebiete. Die Folgen anthropogener Eingriffe in den Naturhaushalt erreichen bei weitem nicht die Dimensionen, die z.B. am Küstenstreifen der Sierra Nevada zu beobachten sind. Ob und wie häufig torrentielle Niederschläge in dieser Region zu beobachten sind, konnte nicht geklärt werden.

5.3.2 Río Guadiaro

Der Río Guadiaro, der viertgrößte Fluß des Arbeitsgebietes, weist ein geringes Gefälle auf, ähnlich dem des Río Guadalhorce. Er entspringt südöstlich der Sierra de las Salinas in etwa 800 m Höhe. Auf seinem 100 km langen Lauf erreicht er bereits 35 km vor der Mittelmeerküste die 100 m Isohypse und mündet nach weiteren 15 km in eine ca. 20 km lange zwischen 1 und 3 km breite holozäne Talaue.

In seinem 1500 km² umfassenden Einzugsgebiet stehen vorwiegend tertiäre Sedimente der Flyschregion an. Die Tone und Sandsteine, Mergel, Kalke und Konglomerate zeigen keine große Erosionsresistenz. Der Río Guadiaro hat mit dem Río Genal und dem Río Hozgarganta zwei bedeutende Nebenflüsse, die einen erheblichen Beitrag zur ganzjährigen Wasserführung und zum Sedimenteintrag des Flusses leisten. Auffallend an der holozänen Talaue des Río Guadiaro ist der, im Vergleich zum östlich anschließenden Flüssen, sehr breite Fluß, der sein Tal im Mündungsbereich noch nicht vollständig mit Sedimenten aufgefüllt hat.

5.3.2.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen

Im Tal des Río Guadiaro wurden 59 Handbohrungen bis in eine maximale Tiefe von 12.3 m durchgeführt. Ein Untersuchungsschwerpunkt lag am nördlichen Talhang. Dort wurde die bei Bohrarbeiten 1985 entdeckte Siedlung Montilla im Jahr 1986 Gegenstand einer archäologischen Ausgrabung (SCHUBART 1988). Zeitgleich mit der Ausgrabung wurde im vermuteten Küstenbereich der Siedlung eine kleinräumige geologische Untersuchung durchgeführt (HOFFMANN 1988).

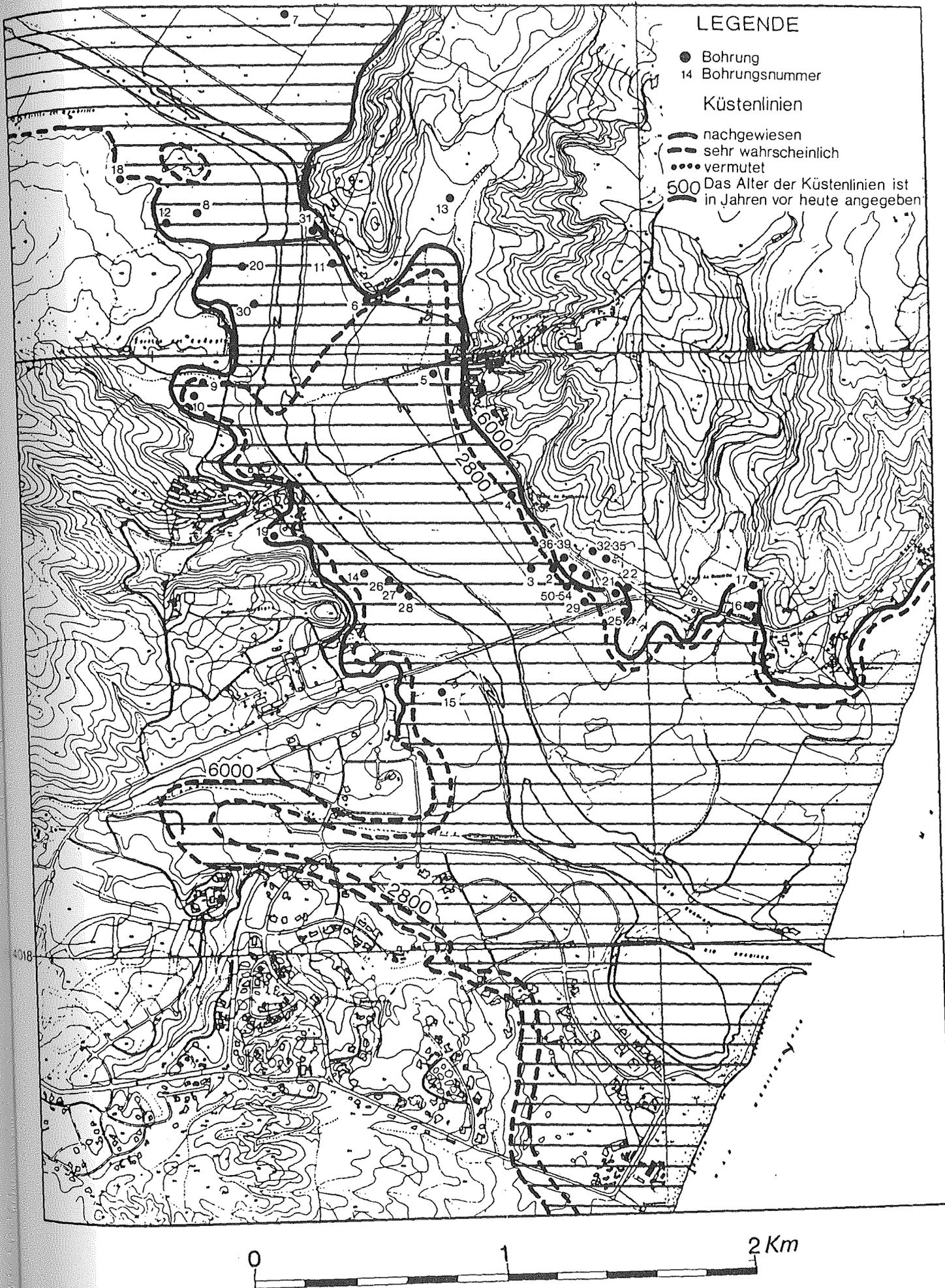


Abb. 5.30: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Río Guadiaro

Leider konnte der südwestliche Mündungsbereich des Tales nicht geologisch bearbeitet werden, da von der Urbanización Sotogrande die Bohrgenehmigung verweigert wurde. In der oberen Talaue nördlich der Puente de Hierro konnten nur wenige Bohrungen bis in die angestrebte Tiefe niedergebracht werden, da dort in geringem Abstand zur Geländeoberfläche Sande im Grundwasserniveau anstehen (vgl. Anhang, 5.2.12, 5.2.13).

5.3.2.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Im Tal des Río Guadiaro stehen bis zu 8 m mächtige Schluffe und untergeordnet Feinsande brauner Farbe an, die ab 0.5 – 3 m Bohrtiefe graublau Linien und Lagen aufweisen. Der Anteil der Bereiche reduzierter Färbung wächst mit zunehmender Bohrtiefe. In dem Sediment wurden neben feinverteilter organischer Substanz Gastropodengehäuse, kleine Holzkohlebruchstücke und archäologische Keramikfragmente erbohrt. Die Sedimente weisen einen hohen Anteil gerundeter Quarzkörner und kalkiger Komponenten auf.

Im Liegenden der Schicht treten etwa im Niveau des rezenten Meeresspiegels graublau gefärbte tonige Schluffe, seltener Feinsande auf. Aus dem Bohrgut der Sedimente wurden zahlreiche archäologische Keramikfragmente geborgen, besonders talwärts der Siedlung Montilla. Seltener wurden Holzkohlestücke und Pflanzenreste im Bohrgut registriert. In einigen Bohrungen (vgl. Anhang) wurde tertiärer Sandstein im Liegenden der braunen Schluffe erbohrt.

In der Bohrung 21 wurde das fünfte zuvor nicht bekannte Torfprofil der andalusischen Mittelmeerküste entdeckt. Unter einer Schicht von 5 m mächtigen feinsandigen Schluffen brauner und braun-blauer Farbe wurde ein Profil von 1.8 m Mächtigkeit erschlossen. Die Torfproben werden im Botanischen Institut der Universität Hohenheim pollenanalytisch untersucht.

5.3.2.3 Ablagerungsmilieu

Die obere Schicht brauner und braun-graublauer Farbe ist ein Hochflutaeulehm, der während der Überschwemmungen des Río Guadiaro abgelagert wird. Die reduziert gefärbten Bereiche resultieren aus längerwährender Wasserbedeckung einer sehr reliefarmen, aber nicht vollkommen ebenen Talauenlandschaft. Begünstigt wird die Bildung dieser wahrscheinlich maximal Dezimeter tiefen Wasserflächen durch die als Wasserstauer fungierenden Schluffe. Die Feinkörnigkeit des Auelehms spiegelt die sehr ruhigen Sedimentationsbedingungen im Unterlauf des Flusses wider. Am Sediment lassen sich keine für Hochfluten infolge torrentieller Niederschläge typische Horizonte größerer Kornfraktionen beobachten.

Näher zum Flußlauf stehen anstelle der feinkörnigen Schluffe ebenfalls vom Fluß abgelagerte Fein- und Mittelsande an (vgl. Bohrung 30, 8, Anhang).

Im Liegenden dieser Schicht terrestrischen Sediments stehen, etwa im Niveau des heutigen Meeresspiegels, tonige und feinsandige Schluffe graublauer Färbung an, aus denen in der Bohrung 30 im Niveau von 0.1 m u.N.N. (vgl. Abb. 5.30, Anhang) je 6 Exemplare folgender Muschelarten geborgen wurden:

Cerastoderma edule
Scrobicularia plana

In derselben Sedimentprobe wurden zahlreiche Ostracoden der folgenden Arten bestimmt:

Cyprideis torosa
Candona sp.

Die beiden Muschelarten sind ein Anzeichen für rand- bis vollmarine Sedimentationsbedingungen im Flachwasser. Die Ostracode *Cyprideis torosa* kommt vom Pliozän bis heute in Süß- und Salzwasser bis 60 Promille vor, während *Candona* im Süßwasser lebt.

Die Fauna ist typisch für Ästuarbereiche. Sämtliche Organismen mit Ausnahme der Ostracode *Candona* leben im Salz- und Brackwasser. Je nach Windverhältnissen im Küstenbereich und nach der Wasserführung des Río Guadiaro werden unterschiedliche Salzgehalte in der Bucht geherrscht haben. Die Ostracoden der im Süßwasser vorkommenden *Candona* sp. sind wahrscheinlich vom Fluß in die Bucht eingetragen worden.

Die Korngrößenverteilung dieser in marinem bis brackigem Milieu abgelagerten Sedimente deuten auf gleichbleibend ruhige Sedimentationsbedingungen in dieser Bucht hin. Größere Ablagerungen wurden nicht angetroffen.

Im küstennahen nordwestlichen Talhangbereich ist eine kleine Talerweiterung nach Nordosten vom restlichen Tal abgetrennt und es konnte sich ein Moor bilden. Später wurden die Torfe von holozänen Meeressedimenten und anschließend von Hochwassersedimenten des Río Guadiaro überlagert.

5.3.2.4 Datierung der holozänen Sedimente

An feinverteilten Pflanzenresten wurden Altersbestimmungen mit der ^{14}C Methode durchgeführt. Die hohen ermittelten Alter weisen auf Kontamination mit altem Kohlenstoff (vgl. Tab. 17) hin.

Die ^{14}C Alter der Torfproben (vgl. Bohrung 21, Tab. 17) legen dar, daß das Moor am NE-Hang des Tales bereits vor dem Anstieg des Meeresspiegels auf das rezente Niveau existiert hat. Kurz nach dem Erreichen des heutigen Niveaus ist das Meer über dieses Moor transgrediert und in der Folge von Hochflutaeulehm überlagert worden.

Die in der Bohrung 30 geborgenen Muschelschalen konnten mit 4280 ± 250 J.v.h. datiert werden.

In diesem Tal wurde nach dem Río Verde von Almuñecar mit 56 Funden die zweitgrößte Anzahl archäologischer Keramikfragmente geborgen, wobei die zahlreichen Bohrungen nahe der Siedlung Montilla einen erheblichen Anteil ausmachen. Es wurden mit einer Ausnahme nur Keramikfragmente aus der römischen und älteren Kulturepochen im Bohrgut angetroffen.

5.3.2.5 Für die Küstenlinienentwicklung bedeutende Ergebnisse der Siedlungssuche

Im Mündungsbereich des Río Guadiaro wurden an beiden Talhängen phönizische punische Fundplätze und der römische Hafen von Barbesula kartiert (ARTEAGA, HOFFMANN, SCHUBART & SCHULZ 1987, ARTEAGA 1988). Die im Herbst 1986 am NE-Hang des Tales durchgeführten archäologischen und geologischen Untersuchungen erbrachten weitere Erkenntnisse zum Küstenlinienverlauf (SCHUBART 1988, HOFFMANN 1988).

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung	
KIG	DIA	m	m	Jahre vor heute		
86/05	6	6.1-6.3	0.1 - -0.2	6310 +/-	520	P
86/28	10	10.5-10.7	-1.6 - -1.8	6240 +/-	370	P
86/101	15	3.0	- 0.5	4090 +/-	250	P
86/83	21	5.0-5.1	-0.8 - -0.9	5770 +/-	400	T
86/82	21	6.6-6.8	-2.4 - -2.6	7730 +/-	530	T
87/10	30	5.0	-0.1	4280 +/-	250	Ms

Tab. 16 :Altersdatierungen mit der ^{14}C Methode an organischem Material aus dem Tal des Río Guadiaro
(P = fein verteilte pflanzliche Substanz, T = Torf,
H = Holz M = Muschel (Ms:Scrobicularia,
Mc:Cerastoderma, Mo:Ostrea).

Bohrungs- nummer	Teufe unter Flur (DIA)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturrepoche
1	0.9	5.2	x	2600	pun./röm
2	1.0	5.0		5000	?
3	1.5	2.2	x	2600	pun./röm.
4	1.0	2.3	x	2050	röm./mod.
5	2.5	3.0		5000	?
9	1.0	8.4	x	2600	pun./röm.
11	2.0	3.9	x	2050	röm./mod.
15	1.0	1.3	x	2050	röm.
15	1.6	0.7		5000	?
15	2.0	0.3	x	2800	röm.(?)
16	1.2	3.3	x	700	MA./mod.
19	1.0	4.0	x	2050	röm.(?)
19	1.5	3.5	x	2800	phön./röm.
21	1.7	3.1	x	2050	röm./mod.
22	2.6	1.9	x	2800	phön./röm.
23	0.5	5.0	x	2050	röm.
23	1.0	4.5	x	2050	röm./mod.
23	1.5	4.0	x	2800	röm.(?)
24	1.0	3.4	x	2800	phön./röm.
24	1.5	2.9		2800	?
26	2.0	3.6	x	2050	röm.
27	0.3	3.3	x	2050	röm.
27	0.6	3.0	x	2050	röm.
27	1.0	2.6	x	1800	röm.
27	1.6	2.0	x	2800	phön./röm.
27	2.0	1.6	x	2050	röm.
27	2.3	1.3	x	2800	röm.(?)

Tab. 17: Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten,
die im Tal des Río Guadiaro erbohrt worden sind
(phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch,
MA.=mittelalterlich, mod.=modern).

Fortsetzung Tabelle 17:

28	0.6	0.3	x	2800	röm. (?)
29	1.0	2.2	x	2800	phön./röm.
29	1.6	1.6	x	2800	phön./röm.
29	2.0	1.2	x	2800	phön./röm.
29	2.6	0.6	x	2050	röm./mod.
31	0.5	5.8	x	2050	röm./mod.
31	2.0	4.3	x	2800	röm. (?)
32	0.9	8.2	x	2800	röm. (?)
32	1.8	7,3	x	2150	spätpun./röm.
32	1.9	7.2	x	2800	phön./röm.
35	0.3	7.4	x	2600	pun./mod.
36	0.4	4.9		2800	röm. (?)
37	1.0	3.2	x	2800	phön./röm.
38	1.0	2.8	x	2800	röm. (?)
39	1.0	2.6	x	2800	röm. (?)
39	1.4	2.2	x	2600	pun./röm.
39	2.0	1.6	x	2600	pun./röm.
39	2.2	1.4	x	2600	pun./röm.
39	3.0	0.6	x	2600	pun./röm.
39	3.5	0.1	x	2800	phön.
39	3.8	-0.2	x	2800	phön.
39	5.2	-1.6	x	2800	phön.
40	0.7	4.2	x	2800	phön.
51	1.0	4.0	x	2800	phön.
52	0.3	4.0	x	2800	phön.
53	1.9	1.7	x	2800	phön.
54	0.4	2.8	x	2800	phön.
55	1.3	3.8	x	2800	phön.
56	1.6	3.3	x	2800	phön.

5.3.2.6 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Zur Zeit des postglazialen Meeresspiegelanstiegs auf das heutige Niveau um 6000 J.v.h. wurde die pleistozäne Hohlform des Río Guadiaro geflutet. Die Meeresbucht hat sich zu dieser Zeit nachweislich 6 km, vermutlich 9 km ins Hinterland erstreckt (vgl. Abb. 5.31, SCHULZ 1987).

Infolge mariner und terrestrischer Sedimentation verflachte die Bucht allmählich. Auf eine geringe Sedimentationsrate in der Bucht lassen die Untersuchungsergebnisse der Grabung Montilla schließen (HOFFMANN 1988, SCHUBART 1988). In den archäologischen Schnitten zeigte sich, daß sich zur späten Bronzezeit und Phönizierzeit, ca. 2800 J.v.h., eine geringmächtige Bodendecke auf dem pliozänen Sandstein befand.

Die Küstenlinie in diesem Bereich konnte durch zahlreiche Bohrungen (Bohrungen 36 - 40, 50 - 54, 20, 21, Anhang) sehr detailliert rekonstruiert werden. Auch hier konnte nachgewiesen werden, daß die Phönizier ihre Siedlungen mit dem Schiff erreichen konnten. Zur Datierung konnten die in großer Zahl im Bohrgut geborgenen Keramikfragmente herangezogen werden (vgl. Tab. 17). Außer der Datierung dieser Küstenlinie - direkt unterhalb des archäologischen Siedlungsplatzes verlaufend - mit 2800 J.v.h. konnte zudem eine Mindestwasertiefe von 1.6 m zu dieser Zeit ermittelt werden (Bohrung 39, Anhang).

Die Mündung des Río Guadiaro in die noch weit offene Bucht hat um 2800 J.v.h. etwa unterhalb des Ortes Nueva Guadiaro gelegen, ca. 3 km von der heutige Küste entfernt (vgl. Abb. 5.31)

Durch den zunehmenden anthropogenen Eingriff in den Naturhaushalt, insbesondere in Form von Waldrodung, ist für die nachphönizische Zeit mit einem Steigerungen der Sedimentationsrate zu rechnen. Deutliche Anstiege sind für die römische Periode und für die Zeit der Reconquista anzunehmen,, so daß die Bucht im ausgehenden 17. Jahrhundert vielleicht schon aufgefüllt war.

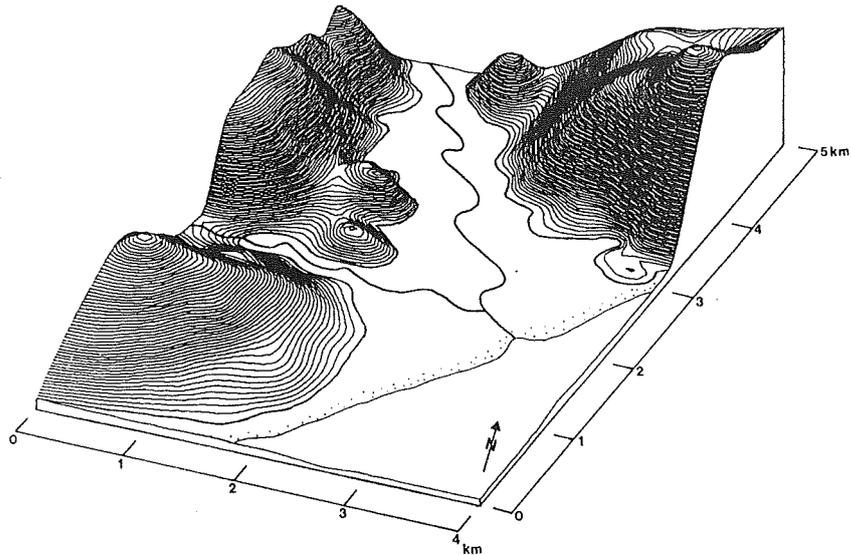
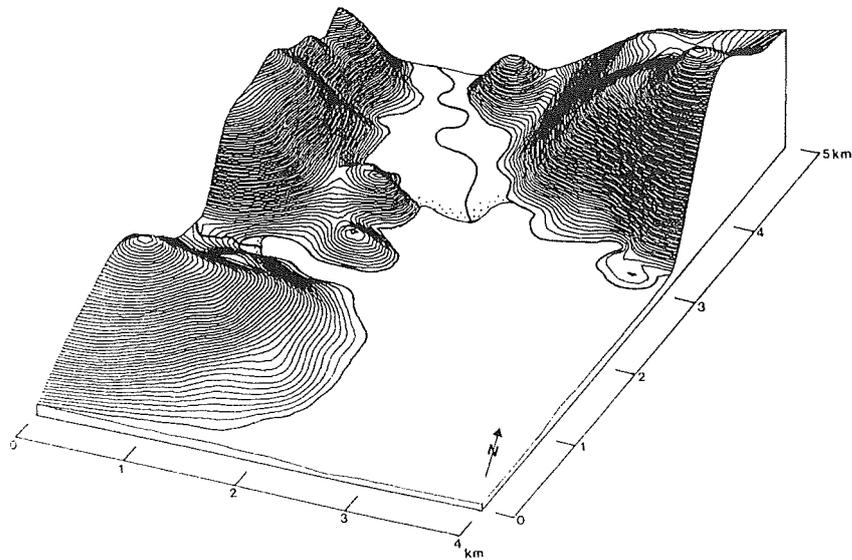
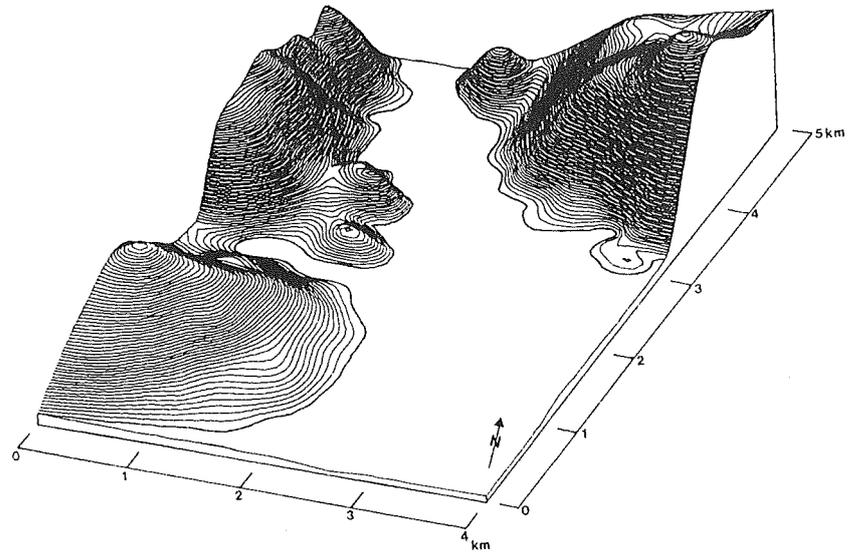


Abb. 5.31: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Guadiaro
6000 J.v.h. - 2800 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.30)

5.3.3 Río Guadarranque

Der Río Guadarranque gehört mit einer Lauflänge von 41 km und einer Einzugsgebietsgröße von 264 km² zu den kleineren Flüssen des Arbeitsgebietes. Er entspringt nahe der Loma Maldía in einer Höhe von nur 300 m und zeigt daher ein geringes Gefälle. Im Einzugsgebiet stehen ausschließlich tertiäre Kalke, Konglomerate und Sandsteine an, die eine geringe Erosionsresistenz zeigen.

Nachdem der Río Guadarranque sein relativ schmalen Tal von 750 bis 1000 m Breite verlassen hat, durchfließt er eine ca. 1.5 km breite Ebene und mündet in die Bucht von Algeciras. Diese Ebene wird neben dem Río Guadarranque vom Río Palmones und von dem Arroyo de la Madre (San Roque) durchflossen.

Neben dem Río Antas, dem Río de Aguas und dem Río Guadalfeo ist auch im Sublitoralbereich des Río Guadarranque die Fortsetzung des im Pleistozän erodierten Tales zu erkennen (vgl. 2.1.2). Die große Tiefe dieses Tales – am südlichen Ende der Bucht von Algeciras verläuft die 500 m Isobathe – ist zum einen auf die geringe Erosionsresistenz der tertiären Sedimente zurückzuführen. Zum anderen wurde dieses Tal von den pleistozänen Vorläufern der Flüsse Río Guadarranque, Río Palmones, Arroyo de la Madre und Arroyo de la Miel (Algeciras) gemeinsam erodiert.

In der Bucht ist heute am Verlauf der Isobathen nur noch ein großes, steiles Tal im zentralen Bereich der Bucht von Algeciras zu erkennen, da die in dieses mündenden kleineren Täler im küstennahen Sublitoralbereich von holozänen Sedimenten verfüllt sind.

5.3.3.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Handbohrungen

In der holozänen Talaue des Río Guadarranque und des ca. 1 km westlich verlaufenden Arroyo de la Madre sowie in der Ebene vor der Bucht von Algeciras wurden 26 Handbohrungen niedergebracht (vgl. Abb. 5.32). Von besonderem Interesse in diesem Tal war die Untersuchung der Küstenlinie nahe der bereits bekannten phönizischen Siedlung am östlichen Ende des Haupttales des Río Guadarranque (PELLICER et al. 1977, ARTEAGA et al. 1987).

5.3.3.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Aufgrund des langen gefällsarmen Unterlaufes und der Lithologie des Hinterlandes konnten fast alle Bohrungen in die angestrebte Tiefe niedergebracht werden. Schotter- und Kieslagen traten, wie schon im Tal des Río Guadiaro, nicht auf (vgl. Anhang).

Im oberen Teil der holozänen Abfolge im Tal stehen bis zu 11.5 m mächtige feinsandige, schwach tonige Schluffe an, die Zwischenlagen von Feinsand aufweisen. Die Sedimente haben zunächst eine mittelbraune Farbe, die ab 0.5 bis 6 m Bohrtiefe zum Liegenden zunehmend graublauere Lagen und Linsen zeigen. Im Bohrgut wurden wenige feinverteilte Pflanzenreste, Schneckengehäuse und selten Holzkohlestücke und Keramikfragmente registriert.

Im Liegenden dieser Schicht treten feinsandige und tonige Schluffe sowie Feinsande rein graublauer Färbung auf, in denen neben drei Muschelfunden kleine Pflanzenreste beobachtet wurden. Dieser Horizont beginnt etwa im Niveau des heutigen Meeresspiegels.

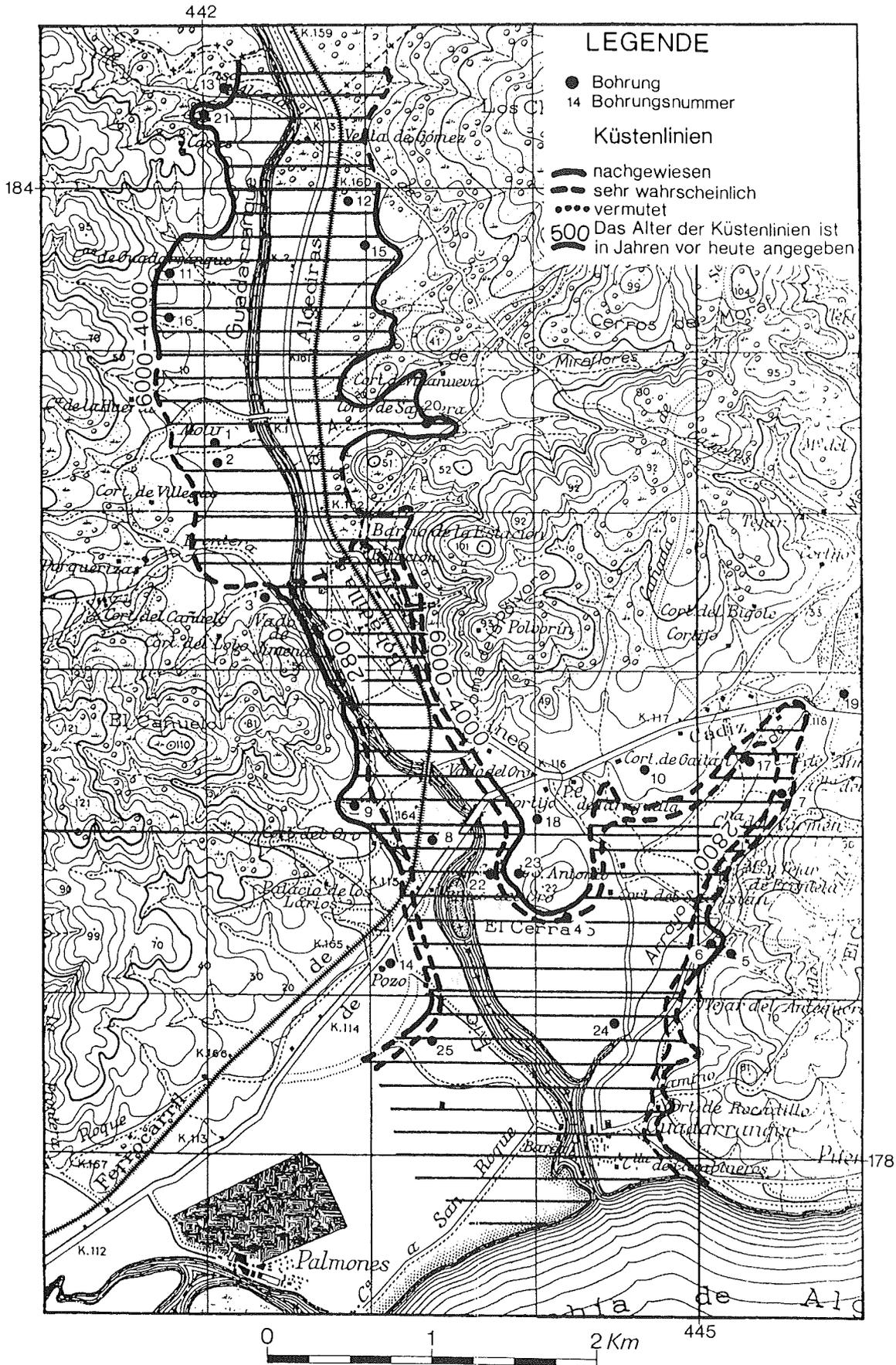


Abb. 5.32: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Río Guadarranque

In einigen Bohrungen wurde im Liegenden des braunen Schluffs und Feinsandes tertiärer Feinsand gelber Färbung erbohrt.

5.3.3.3 Ablagerungsmilieu

Die obere Schicht brauner sowie braun-graublauer Farbe ist ein Hochflutauelehm, der während der Hochwasser des Río Guadarranque abgelagert worden ist. Der farbliche Mischbereich hat sich während längerandauernder Wasserbedeckung einzelner Bereiche der Talaue gebildet. Ein schnelles Versickern des Wassers ist wegen der Feinkörnigkeit der Sedimente nicht möglich. Die Feinkörnigkeit der Ablagerungen erklärt sich durch sehr ruhige Strömungsverhältnisse im Bereich der Talhänge, die wiederum durch das geringe Flußgefälle bedingt sind.

Die im Liegenden des Auelehmes anstehende Schicht ist in anoxischem Milieu abgelagert worden. Durch die Muschelfunde in den Bohrungen 8 (0.8 m u.N.N.), 11 (1.3 m u.N.N.) und 21 (0.2 - 0.3 m u.N.N.) kann das Milieu näher bestimmt werden (vgl. Anhang). Folgende Arten wurden bestimmt:

Bohrung 8 : *Cerastoderma edule*
 Scrobicularia plana
 Ostrea ? edulis

Bohrung 11: *Cerastoderma edule*
 Ostrea sp.

Bohrung 21: *Cerastoderma edule*
 Ostrea sp.

Der Biotop dieser Muschelfaunen ist der voll- bis randmarine Bereich, sie vertragen aber auch niedere Salzgehalte, wie sie in Ästuaren vorkommen. Als Untergrund bevorzugen sie sandiges oder schlickiges Substrat.

Durch die Bestimmung der Muscheln, die bei der Bohrung 21 in ca. 6 km Entfernung von der heutigen Küste erbohrt wurden, kann ein marin bis brakisches Sedimentationsmilieu für diese Schicht nachgewiesen werden.

5.3.3.4 Datierung der holozänen Sedimente

An feinverteiltem Pflanzenmaterial und an einer Holzprobe wurden Altersbestimmungen mit der ^{14}C Methode durchgeführt (vgl. Tab. 18). Es wurden Alter zwischen 9130 \pm 800 J.v.h. und 3690 \pm 260 J.v.h. ermittelt. Da sich bei den Altersbestimmungen einige sehr hohe Altersangaben ergeben haben, die mit Sicherheit auf Kontamination der Proben mit altem Kohlenstoff schließen lassen, wurden weder diese noch die jüngeren Datierungen, die eventuell an nicht kontaminierten Proben bestimmt wurden, zur Küstenlinien-datierung herangezogen.

Die mit der ^{14}C Methode ermittelten Alter der Muschelschalen ergaben Alter, die zwischen 6660 \pm 350 J.v.h. und 2190 \pm 200 J.v.h. schwanken. Diese wurden zur Konstruktion des Isochronen-Modells herangezogen (vgl. Abb. 5.33).

Aus organischem Material der Bohrung 8 konnten zwei Proben aus demselben Tiefenniveau altersdatiert werden:

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung	
KIG	DAR	m	m	Jahre vor heute		
86/84	6	4.1-4.2	-0.9 - 1.0	4810 +/-	380	P
87/68	8	2.5	-0.8	4850 +/-	450	P
86/110	9	4.1	0.5	3690 +/-	260	P
87/04	11	8.4	-2.2	6880 +/-	360	P
87/59	16	5.0-6.0	5.5 - 6.5	7030 +/-	600	P
87/60	16	12.1	-0.9	9130 +/-	800	P
87/63	21	5.6	0.3	4210 +/-	420	H
87/16	8	2.5	-0.8	2190 +/-	200	Mo
87/12	11	7.5	-1.3	5200 +/-	280	M
87/13	21	6.0-6.1	-0.2 - -0.3	6660 +/-	350	M

Tab. 18 : Altersdatierungen mit der ^{14}C Methode an organischem Material aus dem Tal des Río Guadarranque
(P = fein verteilte pflanzliche Substanz, H = Holz
M = Muschel (Mo : Ostrea).

Bohrungs- nummer (DAR)	Teufe unter Flur (m)	Höhe über N.N. (m)	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung	
				Maximalalter (Jahre v.h.)	Kulturepoche
3	1.0	3.3	x	2050	röm.
5	2.5	2.4	x	2050	röm./mod.
10	1.1	6.0	x	2800	röm.(?)
10	1.2	5.9	x	2050	röm./mod.
10	1.9	5.2	x	2600	pun./mod.
16	2.5	9.5	x	2600	pun./mod.
18	1.5	2.5	x	700	MA./mod.
20	2.4	3.6	x	2600	pun./mod.
20	2.8	3.2	x	2800	phön./röm.
21	1.7	3.8		5000	?

Tab. 19: Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die im Tal des Río Guadarranque erbohrt worden sind (phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.=mittelalterlich, mod.=modern).

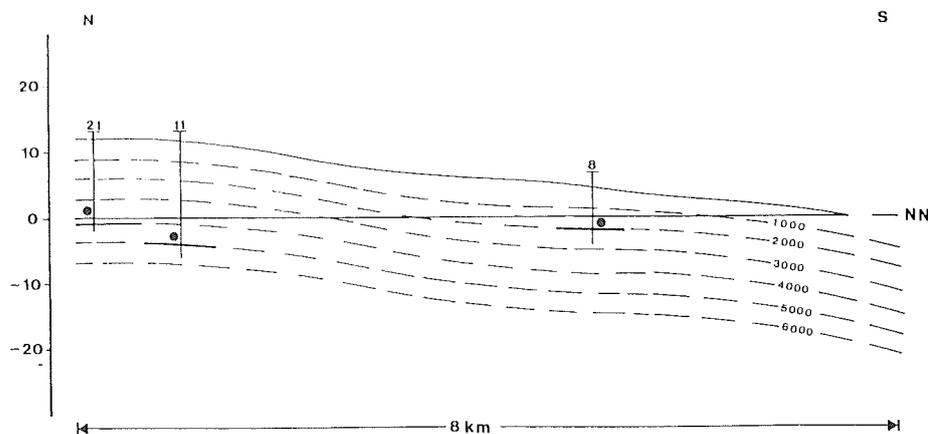


Abb. 5.33: Modellvorstellung zum Isochronenverlauf im Tal des Río Guadarranque

-2.5 m , feinverteilt pflanzliches Material: 4850 +/- 450 J.v.h.
 -2,5 m , Muschelschale von *Ostrea* sp. : 2190 +/- 200 J.v.h.

Die Differenz von 2660 Jahren zwischen beiden Datierungen gibt den Grad der Kontamination der Proben durch organisches Material aus dem Hinterland wieder.

Archäologische Keramikfragmente treten nur im terrestrischen Material der Auelehme und auch dort nur in vergleichsweise geringen Tiefen auf (vgl. Tab. 20).

5.3.3.5 Für die Küstenforschung bedeutende historische Karten und Erkenntnisse aus der Siedlungsforschung

An den Talhängen des Río Guadarranque wurden neben der bekannten phönizischen Siedlung mehrere punische Fundplätze kartiert (ARTEAGA, HOFFMANN, SCHUBART & SCHULZ 1987, ARTEAGA 1988).

Drei historische Karten der Bucht von Algeciras aus den Jahren 1727, 1743 und 1761 zeigen, daß die Täler der Flüsse Río Guadarranque, Río Palmones und des Arroyo de la Madre um diese Zeit bereits verfüllt sind. Nur die älteste Karte zeigt noch Trichtermündungen. Deutlich ablesbar ist aber ein Zuwachs der Küstenebene vor den Tälern zwischen 1727 und 1761. Erkennbar ist zudem die Wirkung eines E-W gerichteten Küstenparallelstroms sowie deutliche Veränderungen an der Küstenlinie am westlichen Ufer der Bucht von Algeciras.

5.3.3.6 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Zur Rekonstruktion der Landschaftsgenese der Täler des Río Guadarranque und des Arroyo de la Madre wurde eine Isochronen-Modellvorstellung entwickelt. Die Basis der holozänen Schichtfolge wurde entsprechend den Flußgefällen und im Vergleich mit anderen Tälern abgeschätzt. Für die Darstellung der jüngeren Isochronen wurden die ¹⁴C Datierungen der aus dem Bohrgut gewonnenen Muscheln herangezogen (vgl. Abb. 5.33).

Das im Pleistozän erodierte Tal wurde ca. 6000 J.v.h. vom Mittelmeer überflutet. Es entstand eine schmale Meeresbucht (SCHULZ 1987), die sich vermutlich etwa 10 km ins Landesinnere erstreckte (vgl. Abb. 5.34). Zu phönizischer Zeit war das Tal mit marinen und terrestrischen Sedimenten teilweise verfüllt, so daß der Río Guadarranque nahe des Cortijo Lobo in einer Entfernung von ca. 4 km zur rezenten Küste in die marine bis brackige Bucht mündete. Die in einer Entfernung von 1,5 km zum Strand gelegene phönizische Siedlung konnte in dieser Epoche mit dem Schiff direkt angelaufen werden.

Für den weiteren Verlauf der Verlandung der Bucht liegen aus der geologischen Untersuchung keine Ergebnisse vor. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann auch hier von erhöhten Akkumulationsraten während der römischen Besiedlung und der Folgezeit der Reconquista ausgegangen werden. Die historischen Karten deuten den Sedimentationsschub nach der Reconquista an. Für die ausgeglichene Form der Küste in der Bucht von Algeciras ist ein hier E-W verlaufender Küstenparallelstrom als Ursache anzusehen.

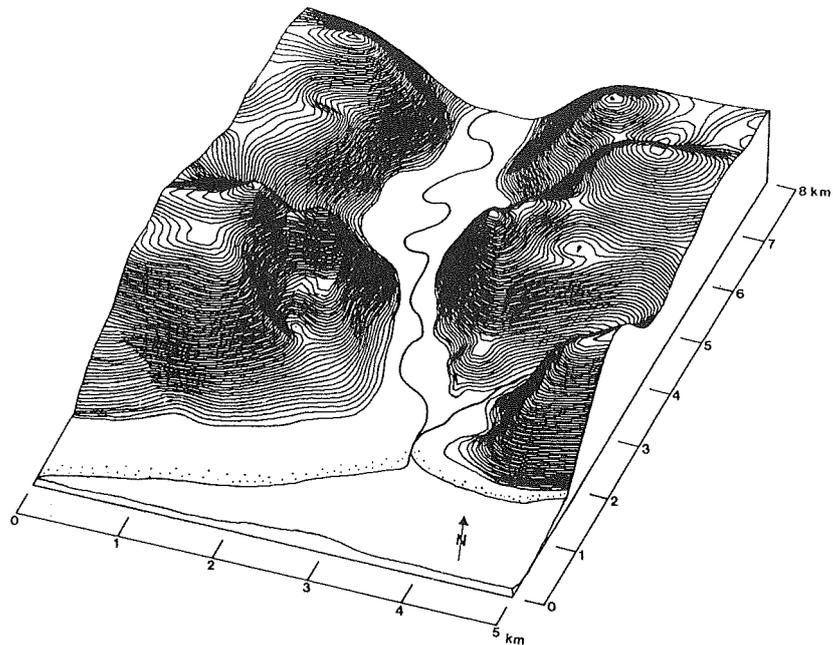
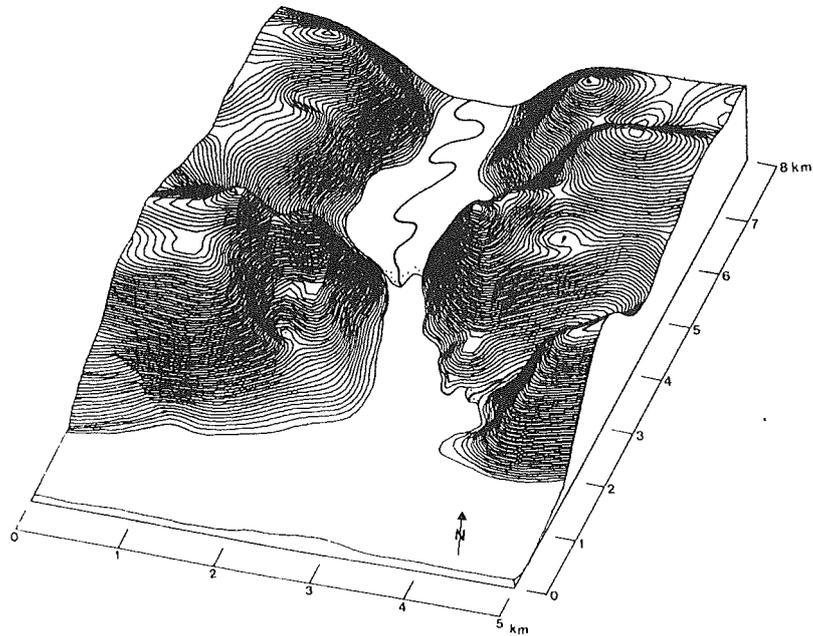
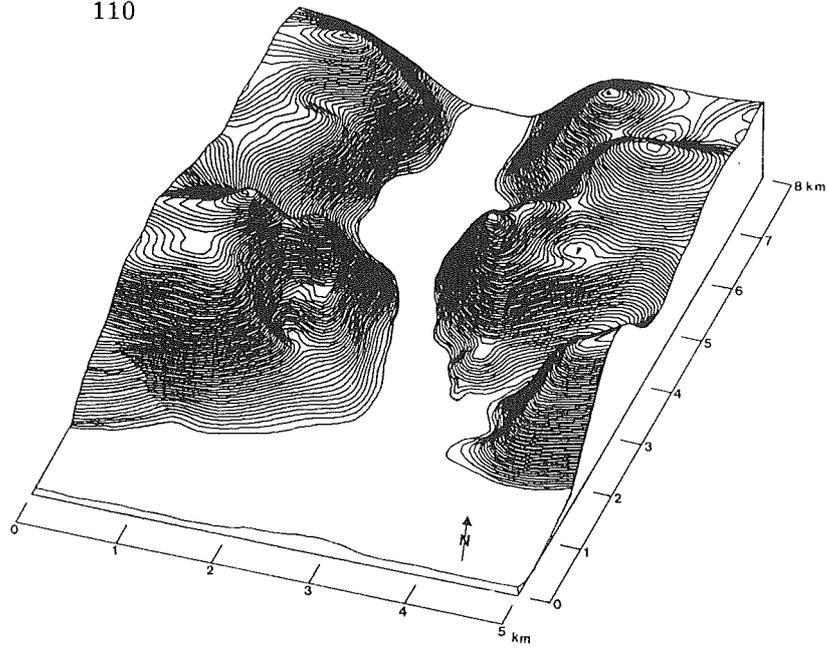


Abb. 5.34: Küstenlinienentwicklung im Tal des Río Guadarranque
6000 J.v.h. - 2800 J.v.h. - Gegenwart
(die Darstellung entspricht der Abb. 5.32)

5.4 Die Küstenregion Mittelportugals

Im Hinterland der portugiesischen Küste befindet sich das im Mesozoikum entstandene Lusitanische Becken, welches sich von Porto bis Setubal erstreckt (vgl. 4.2). Neben mesozoischen Kalken, Sandsteinen und Mergeln stehen in dieser Region flächenmäßig bedeutende känozoische Sedimentgesteine an.

Die weich geformte Landschaft von Estremadura ist im Arbeitsgebiet nur der Flyschregion im andalusischen Südosten vergleichbar. Eine große Anzahl kleiner Hügel, in der Regel um 200 m hoch, bestimmen die Morphologie. Die maximalen Höhen erreichen in der Serra de Montejunto 666 m. Das Gebiet weist eine mittlere Reliefenergie auf.

Die Entwässerung des südlichen und östlichen Bereichs erfolgt über zahllose Flüsse und Bäche, die in den Tejo münden. Der westliche Bereich wird von einer Vielzahl kleinerer Flußläufe drainiert, zu denen auch der Rio Sizandro gehört. Das Entwässerungsnetz ist während des Pleistozän angelegt worden

Ein für das Thema dieser Forschung wichtiger klimatischer Faktor ist die erheblich höhere Niederschlagsmenge als in Andalusien sowie die hier ebenfalls auftretenden torrentiellen Niederschläge.

Das Tal des Rio Sizandro wurde erst während der zwei Geländekampagnen 1986 geologisch bearbeitet (HOFFMANN & SCHULZ 1988). Für die zusätzliche Bearbeitung dieses Tales sprachen geologische wie archäologische Gründe:

- Aus geologischer Sicht war es sinnvoll, einen Vergleich der Mittelmeerküste der Iberischen Halbinsel mit der des Atlantik anstellen zu können.

- Die Entscheidung zugunsten des Rio Sizandro-Tales unter den vielen atlantischen Flußtälern fiel aufgrund archäologischen Interesses. Etwa 15 km oberhalb der Mündung des Rio Sizandro befindet sich an einem Nebenfluß, der Ribeira do Pedrulhos, die kupferzeitliche Siedlung Zambujal, die vom Deutschen Archäologischen Institut Madrid mit dem Institut für Vor- und Frühgeschichte der Universität Freiburg ausgegraben wurde (SANGMEISTER & SCHUBART 1981, KUNST 1987). In welcher Beziehung die kupferzeitlichen Siedlung zum Meer gelegen hat, war ein Forschungsanliegen der Prähistoriker.

5.4.1 Rio Sizandro

Der Rio Sizandro weist mit einer Lauflänge von 39 km und einer Einzugsgebietsgröße von ca. 220 km² durchschnittliche Werte im Vergleich zu den Flüssen dieser Region auf. Im Gesamtvergleich des Arbeitsgebietes ist er einer der kleineren Flüsse. Mit seiner Quelle in ca. 200 m Höhe besitzt er ein relativ geringes Gefälle, vergleichbar mit dem des Río Guadiaro und Río Guadarranque und führt wie diese ganzjährig Wasser.

In seinem Einzugsgebiet stehen vorwiegend jurassische Sandsteine und Mergel, kretazische Sandsteine und pleistozäne Sedimente an, die eine geringe Erosionsresistenz zeigen. Das gesamte Einzugsgebiet wird landwirtschaftlich genutzt, an den Hängen vor allem durch Weinbau. Vegetationsfreie Flächen sind selten.

Die holozäne Talaue erstreckt sich in einer Breite von 0.5 - 1.1 km etwa 25 km flußaufwärts. Im krassen Unterschied zu den mediterranen Tälern der Betsischen Kordillere zeigt dieses Tal - entsprechend der Geologie und Morphologie - einen mäandrierenden Verlauf.

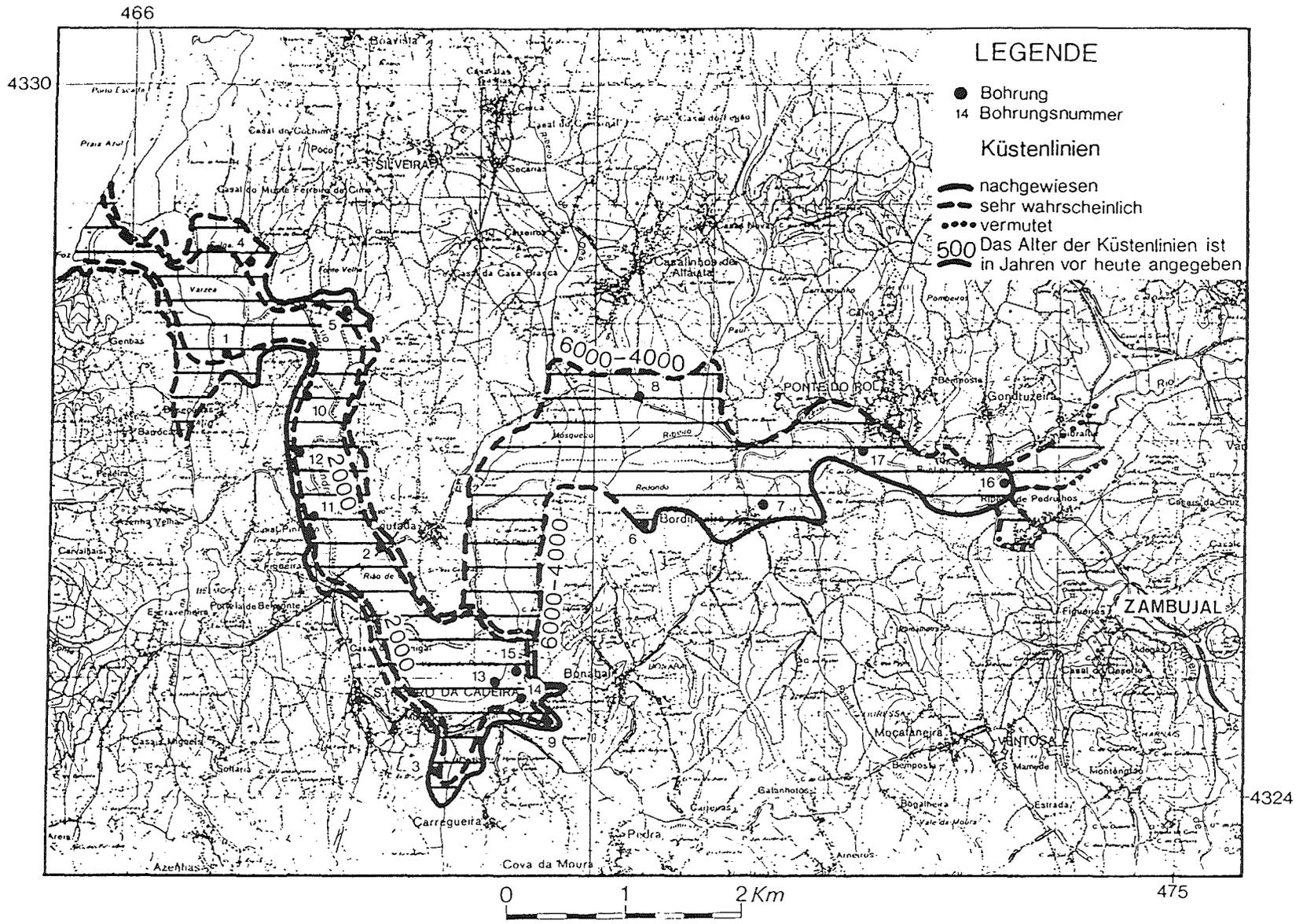


Abb. 5.35: Lage der Bohransatzpunkte und der holozänen Küstenlinienverläufe im Tal des Rio Sizandro

5.4.1.1 Untersuchung der holozänen Sedimente mit Bohrungen

Im Tal des Rio Sizandro wurden 11 Handbohrungen bis in eine maximale Tiefe von 11.6 m durchgeführt. Die Hälfte der Bohrungen konnte aufgrund des großen Sandanteiles in den Schichten und des hohen Grundwasserstandes nicht bis in die angestrebte Tiefe niedergebracht werden.

Im Talauenbereich flußaufwärts des Ortes S. Pedro da Cadeira konnten mit dem Handbohrgerät somit keine Ergebnisse zur Küstenlinienentwicklung gewonnen werden. Zur Erkundung der holozänen Stratigraphie in dem oberen Talbereich wurden zwei maschinelle Rammbohrungen auf 15 und 20 m Tiefe durchgeführt (Bohrung 16, 17, Anhang). Freundlicherweise wurde von der Camara Municipal de Torres Vedras drei Bohrprofile von Wasserbohrungen (Bohrung 13 - 15, Anhang und Abb. 5.35) zur Verfügung gestellt.

5.4.1.2 Stratigraphie der holozänen Sedimente

Im oberen Teil der holozänen Schichtfolge im Tal des Rio Sizandro wurden bis zu 17.4 m mächtige terrestrische Sedimente erbohrt, die aus einer Wechsellagerung schluffiger und feinsandiger Horizonte aufgebaut sind. Die Ablagerungen sind von brauner und gelbbrauner Farbe, die nach 1 - 10 m Bohrtiefe graublaue Linsen und Lagen aufweisen, deren Anteil zum Liegenden der Schicht zunehmen. Im Sediment wurden neben feinverteilter pflanzlicher Substanz Gastropodengehäuse, kleine Holzkohlestücke und wenige archäologische Keramikfragmente (vgl. Tab. 21) beobachtet.

In den Bohrungen 16 und 17 (vgl. Anhang) wurde in dieser Schicht oxidierter Färbung im Niveau von 5 m ü.N.N. ein Horizont rein reduzierter, graublauer Färbung erbohrt (vgl. Abb. 9.2). Dieser bis 1 m mächtige Horizont tonigen Schluffes enthielt neben wenigen Pflanzenresten Gastropodengehäuse.

Im mündungsnahen Bereich treten etwa im Niveau des rezenten Meeresspiegels neben tonigen und feinsandigen Schluffen auch Feinsande auf. Die Sedimente zeigen graublaue Färbung und enthalten neben Muschelklappen spärliche Pflanzenreste.

In den Bohrungen 13, 14, 15 wurde im Liegenden der hier 26 m mächtigen holozänen Schichtfolge ein schluffiger Sandhorizont mit Kalksteinen im unteren Teil erbohrt, der als Transgressionskonglomerat gedeutet werden kann. Da außer den Bohrprofilen keine weiteren Informationen vorliegen, kann die Schicht nicht eindeutig stratifiziert werden. Mit Sicherheit sind diese Sedimente holozänen oder pleistozänen Alters. Bei der Konstruktion des Isochronen-Modells wurde diese Schicht dem Pleistozän zugerechnet (vgl. Abb. 5.45).

In einer Tiefe von 12 m u.N.N. (Bohrung 15) bis 25 m u.N.N. (Bohrung 13) wurde mit jurassischen Kalken die quartäre Basis des Tales erbohrt. Die sehr unterschiedlichen Niveaus des Auftretens jurassischer Gesteine in den engständigen Bohrungen zeichnen den steilen Südhang des pleistozänen V-Tales deutlich nach (vgl. 2.2.2, 2.1.2).

5.4.1.3 Ablagerungsmilieu

Die Schicht brauner und braun-graublauer Färbung ist ein Hochflutaelem des Rio Sizandro. Die Sedimente sind während der Talüberflutungen durch den Rio Sizandro zur Ablagerung gekommen. Die reduzierte Färbung ist auf längerwährende Wasserbedeckung einzelner Talbereiche zurückzuführen. Das häufige Auftreten von sandigen Horizonten deutet auf zeitweise unruhige Se-

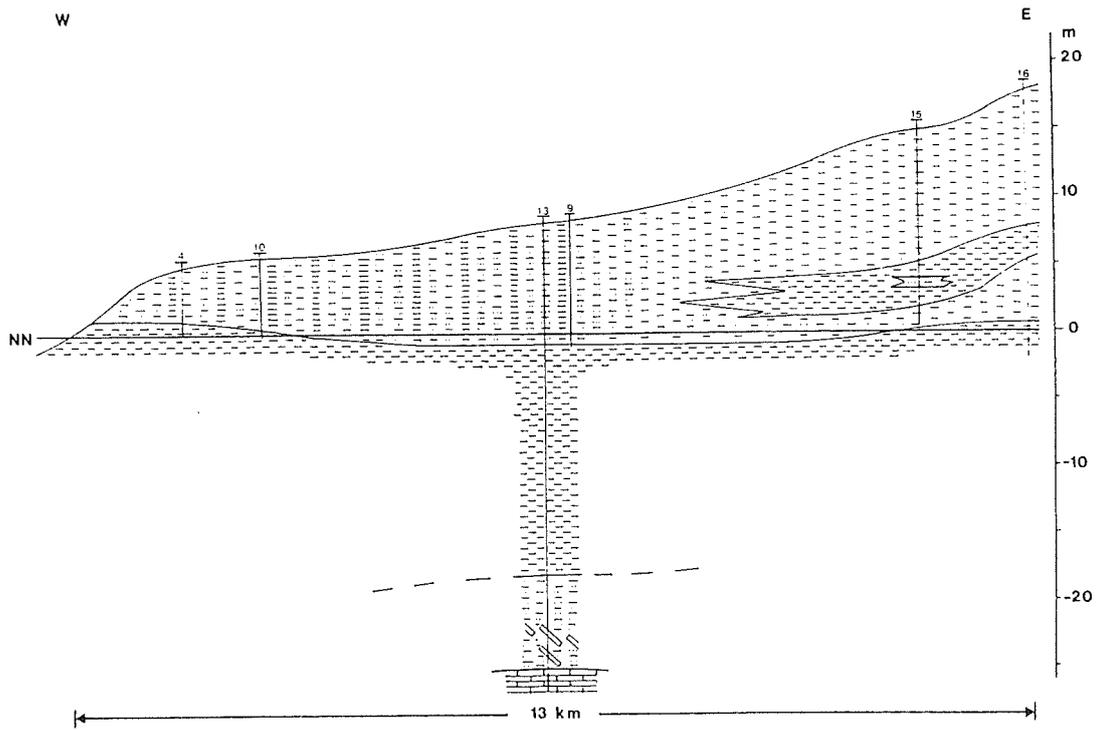


Abb. 5.36: Geologisches Längsprofil in der Talaue des Rio Sizandro

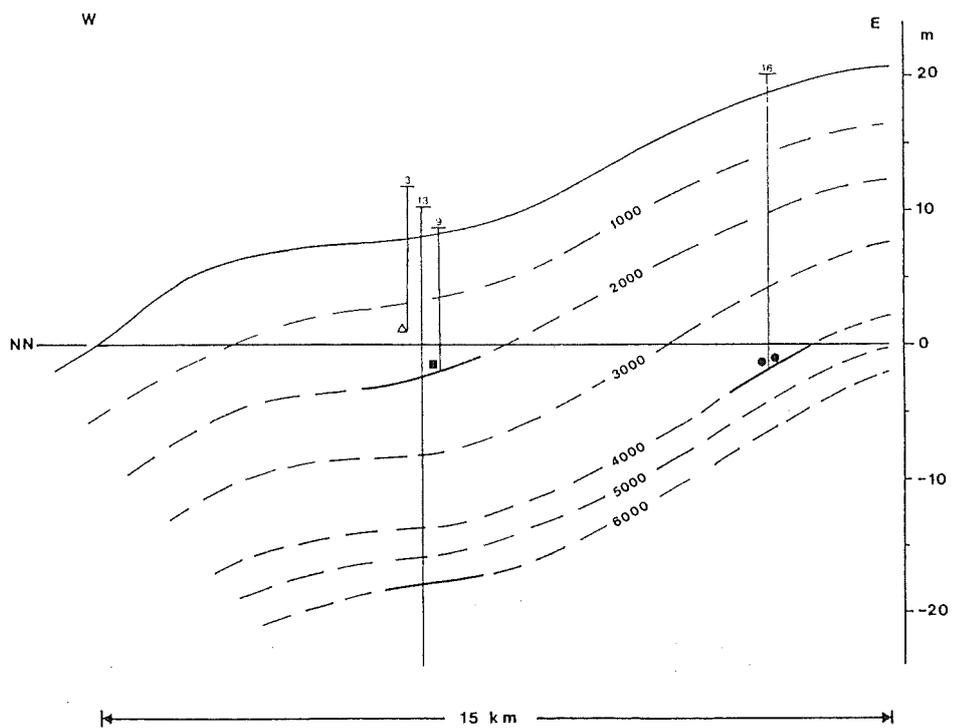


Abb. 5.37: Modellvorstellung zum Isochronenverlauf im Tal des Rio Sizandro

dimentationsverhältnisse in der Talaue, die möglicherweise auf torrentielle Niederschläge im Hinterland zurückzuführen sind.

In dem Horizont reduzierter Färbung innerhalb der Auelehmbabfolge, der in den Bohrungen 16 und 17 auftritt (vgl. Anhang), konnten außer einer Schneckenart (8 Exemplare) und eine Characeae (3 Exemplare) eine Ostracodenart (5 Exemplare) in 150 g Sedimentprobe bestimmt werden:

Gastropoda: *Theodoxus* sp.
Operculum von *Bithymia*

Ostracoda : *Glyocypris gibba*

Characeae sp.

Die Gastropoden leben in Süßwasser bis 5 Promille Salzgehalt, die Characeen in Wasser bis 6 Promille Salzgehalt und die Ostracodenart bevorzugt Wasser bis 15 Promille Salzgehalt. Aus der Bestimmung der Makro- und Mikrofauna kann geschlossen werden, daß das Sediment in einem limnischen Milieu mit einem maximalen Salzgehalt von 5 Promille abgelagert wurde. Vermutlich hat sich der Rio Sizandro - eventuell infolge hohen Schwebfrachtanteiles zeitweise selbst aufgestaut und es hat sich ein etwa 1 m tiefer See gebildet, in dem dieses Sediment zur Ablagerung kam.

Aus der im Liegenden des Auelehms anstehenden graublauer Schicht konnten in den Bohrungen 1, 4, 10 und 16 z.T. mehrere Exemplare folgender Muscheln geborgen werden:

Cerastoderma edule
Scrobicularia plana
Ostrea sp.

Die aufgeführten Muschelarten sind in allen 4 Bohrungen angetroffen worden. Die an Muschelexemplaren häufigste Bohrung ist die Bohrung 16. In den übrigen Proben wurden je 1 - 2 Exemplare oder nur Bruchstücke der einzelnen Arten geborgen. Die Muschelfauna deutet auf die Ablagerung dieser Schicht in rand- bis vollmarinem Milieu. Auch in für Ästuarbereiche typischem Brackwasser kommt diese Fauna, die sandiges bis schlickiges Substrat bevorzugt, vor. Die Anzahl der Muscheln in den Bohrungen 1, 4 und 10 war zu gering für die Datierung mit der ^{14}C Methode. An der Muschelfauna der Bohrung 16 konnten zwei Bestimmungen durchgeführt werden.

5.4.1.4 Datierung der holozänen Sedimente

Insgesamt wurden an organischem Material aus den holozänen Sedimenten des Rio Sizandro fünf Altersbestimmungen mit der ^{14}C Methode durchgeführt (vgl. Tab. 20).

Die für die Küstenlinienentwicklung zur Kupferzeit (4700 - 3600 J.v.h.) bedeutendsten Datierungen entstammen den beiden Altersbestimmungen an den Muscheln der Bohrung 16, 1.0 - 1.5 m u.N.N. : 3650 +/- 230 J.v.h.

4130 +/- 340 J.v.h..

Diese beiden Altersbestimmungen lassen sich zusammenfassen zu:

3900 +/- 190 J.v.h.

Aus demselben Horizont wurde fein verteilte pflanzliche Substanz mit 7050 +/- 350 J.v.h. datiert. Die Differenz der erhaltenen Alter von >3000 Jahren deutet auf eine Kontamination mit altem organischen Material des Sediments.

Die Datierung der feinverteilten organischen Substanz des Süßwasser-Horizontes der Bohrung 16, 10.5 m u.N.N. ergab ein Alter von 5050 +/- 290 J.v..

Geht man von einer gleichmäßigen Kontamination der Sedimente durch allochthones organisches Material aus, so wäre der Süßwasserhorizont ca. 2000 Jahre nach der marinen Schicht sedimentiert worden, also etwa um 2000 J.v.h.. Diese Hypothese muß aufgrund der ungleichmäßigen Sedimentationsbedingungen der in diesem Tal anstehenden Sedimente jedoch mit großer Vorsicht betrachtet werden.

In den Sedimenten wurden nur 3 archäologische Keramikfragmente angetroffen.

5.4.1.5 Holozäne Küstenlinienentwicklung

Zur Rekonstruktion der Landschaftsgenese im Tal des Rio Sizandro wurde ein Isochronen-Modell entwickelt (vgl. Abb. 5.45)). Es basiert auf den stratigraphischen Ergebnissen der Bohrung 13 sowie auf den Altersdatierungen der Bohrungen 9 und 16. Ergänzend wurde der archäologische Keramikfund der Bohrung 3 verwendet.

Die geologische Untersuchung ergab, daß ca. 6000 J.v.h. die pleistozäne Hohlform des Tales vom ansteigenden Atlantik geflutet wurde. Diese Meeresbucht erstreckte sich vermutlich 16 - 18 km ins Hinterland. Die ¹⁴C Datierungen der Muscheln der Bohrung 16 zeigen, daß die Bucht zur Kupferzeit immer noch eine Längsausdehnung von 15 km hatte. Das Ende der Bucht hatte zu dieser Zeit eine Wassertiefe von ca. 1 m vgl. (Abb. 5.38).

Durch die wie in der Provinz Almería auch hier schon zur Kupferzeit bestehende Hochkultur kann von einer erhöhten Erosions- und Sedimentationsrate durch anthropogene Einflüsse ausgegangen werden, infolge der die Bucht in 2000 Jahren etwa zur Hälfte ihrer Längserstreckung verfüllt worden ist.

Die Datierung des anscheinend autochthonen pflanzlichen Materials der Bohrung 9 und des archäologischen Keramikfundes der Bohrung 3 belegen die Lage der Mündung des Rio Sizandro in die Bucht nahe des Ortes S. Pedro da Cadeira zu römischer Zeit.

Für die römische Epoche wird von einem erneuten Anstieg der Sedimentationsrate ausgegangen, so daß sich die Küstenlinie vermutlich relativ schnell in Richtung Atlantik verschob.

Wie in Andalusien kann auch hier für die Zeit der Reconquista von einschneidenden Landschaftsveränderungen ausgegangen werden. Infolge der erheblich geringen Reliefenergie des Hinterlandes und der daraus ableitbaren potentiellen Transportenergie des Rio Sizandro wie auch der humiden Klimaverhältnisse muß mit einem erheblich größeren zeitlichen Verzug zwischen Waldrodungen im Hinterland und Küstenlinienverschiebung gerechnet werden. Laut FONT TULLOT (1986) hatte die "kleine Eiszeit" am Atlantik stärkere, katastrophaler Auswirkungen als an der mediterranen Küste der Iberischen Halbinsel. Aus diesen Erkenntnissen kann die endgültige Verfüllung der Bucht des Rio Sizandro im 17. oder 18. Jahrhundert vermutet werden.

Labor- nummer	Bohrungs- numer	Teufe unter Flur	Höhe über N. N.	Alter J.v.h.	Standard- Abweichung	
KIG	SI	m	m	Jahre vor heute		
86/73	9	10.4	0.1	1770	+/- 250	P
86/99	16	10.5	7.5	5050	+/- 290	P
86/111	16	19.5	-1.5	7050	+/- 350	P
87/14	16	19.5	-1.0 - -1.5	3650	+/- 230	Mc
87/37	16	19.5	-1.0 - -1.5	4130	+/- 340	M

Tab. 20 : Altersdatierungen mit der C-14 Methode an organischem Material aus dem Tal des Rio Sizandro (P = fein verteilte, pflanzliche Substanz, M = Muschel, Mc= Cerastoderma).

Bohrungs- nummer	Teufe unter Flur	Höhe über N.N.	auf der Drehscheibe gefertigt	Datierung	
				Maximalalter	Kulturepoche
(SI)	(m)	(m)		(Jahre v.h.)	
3	8.2	3.1	x	2100	?
12	3.0	4.2	x	5000	?
12	5.5	1.7	x	5000	?

Tab. 21 : Verzeichnis datierter Artefakte-Funde aus Sedimenten, die im Tal des Rio Sizandro erbohrt worden sind (phön.=phönizisch, pun.=punisch, röm.=römisch, MA.= mittelalterlich, mod.= modern).

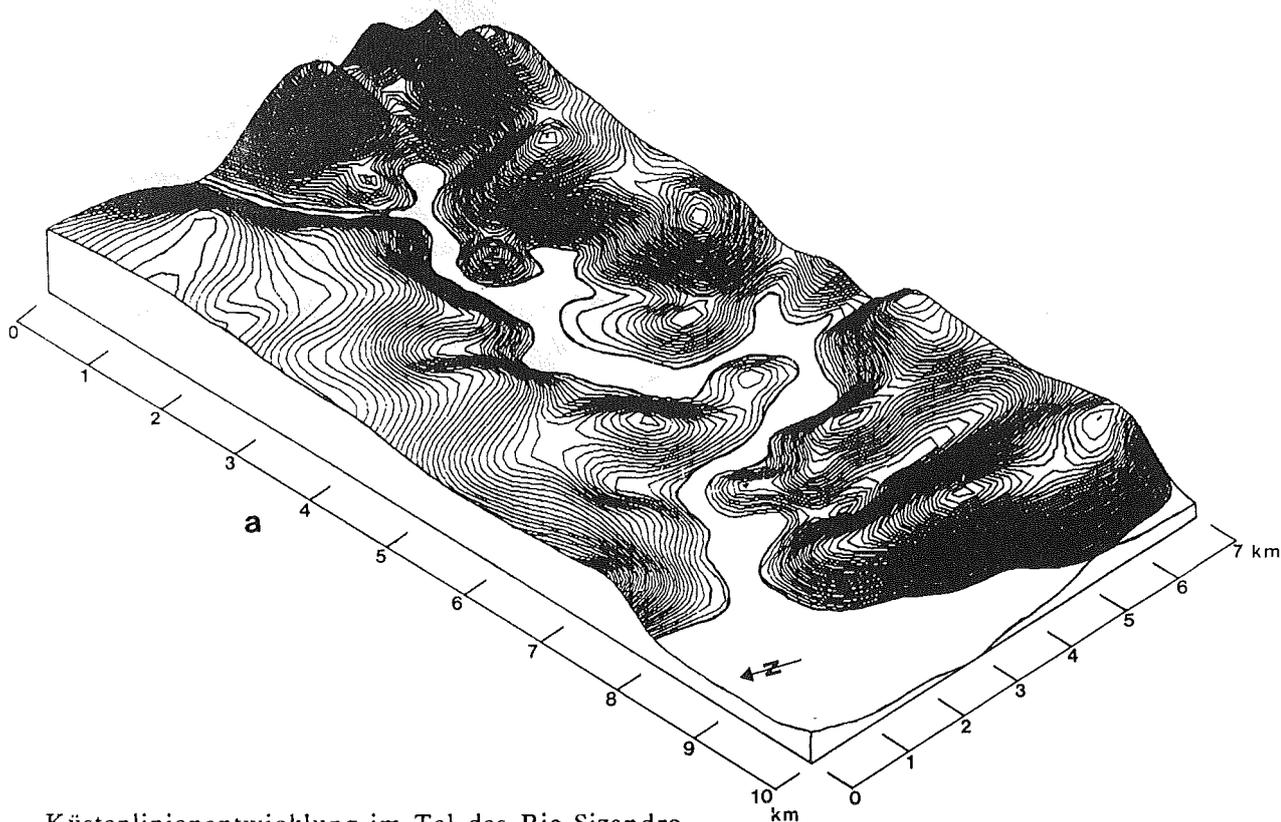


Abb. 5.38:
a

Küstenlinienentwicklung im Tal des Rio Sizandro

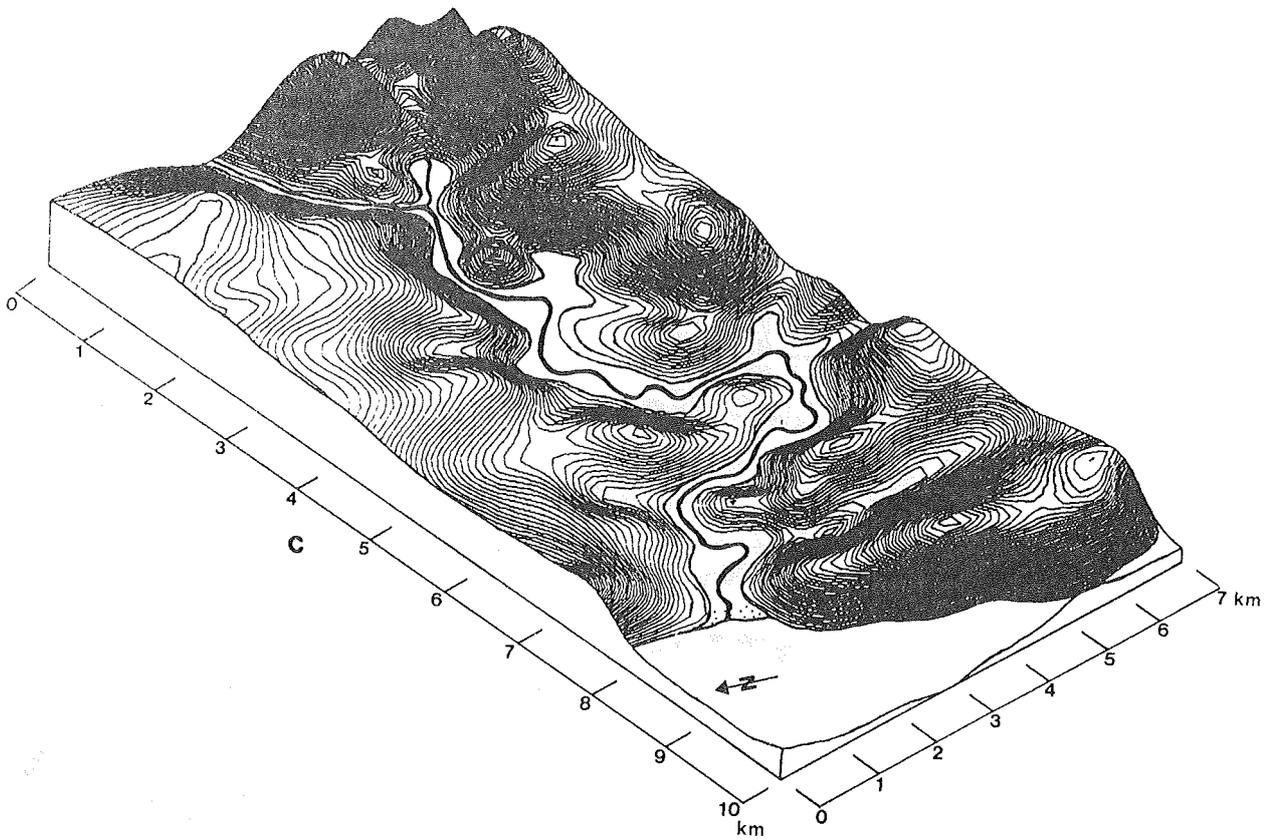
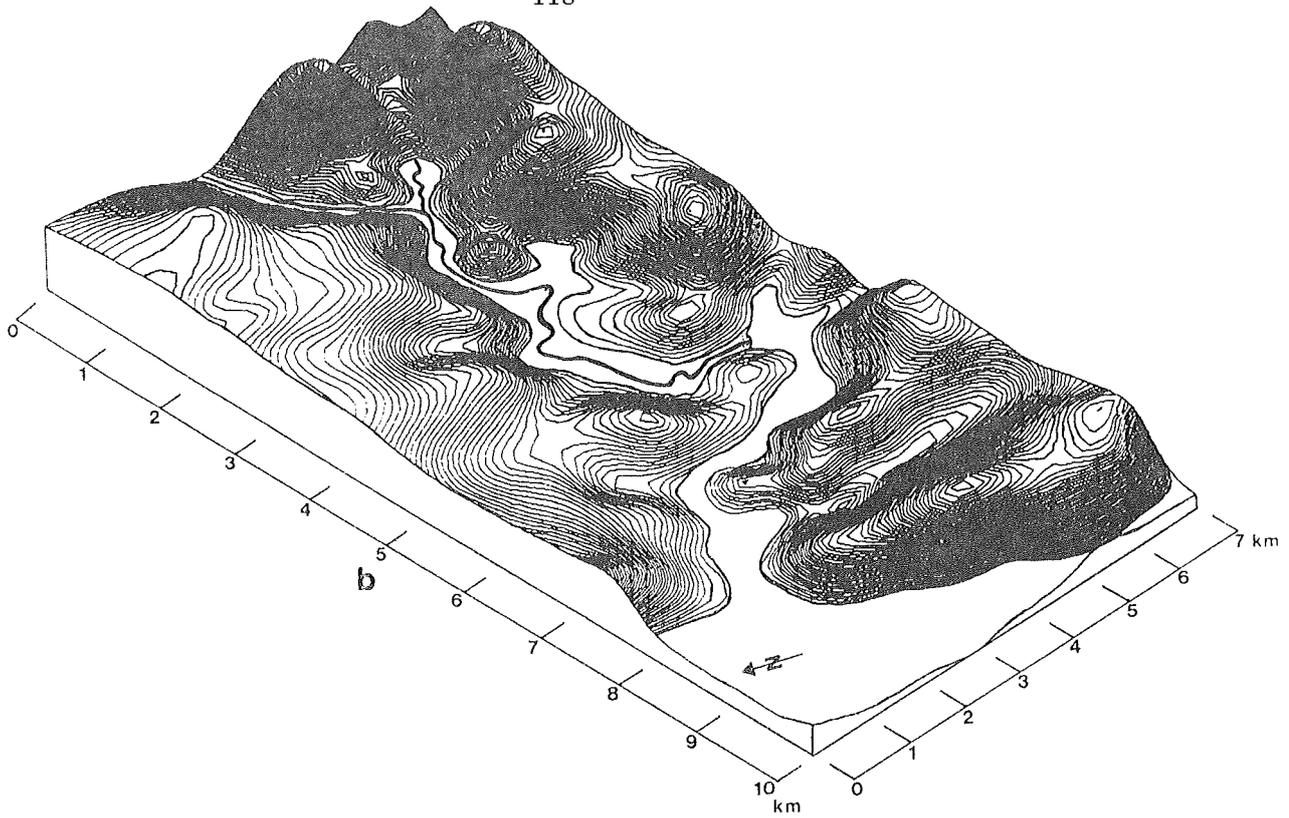


Abb. 5.38: Küstenlinienentwicklung im Tal des Rio Sizandro
 4000 J.v.h. - 2000 J.v.h. - Gegenwart
 (die Darstellung entspricht der Abb. 5.35)

6. Überblick über die Ergebnisse

Die aufgeführten Ergebnisse betreffen die Täler der andalusischen Mittelmeerküste und das Tal des Rio Sizandro in Portugal.

Holozänstratigraphie und Ablagerungsmilieu

Durch die geologischen Untersuchungen im Gelände und im Labor konnte eine Stratigraphie aufgestellt werden, die zwei Faziesbereiche aufweist:

Im oberen Teil der Talauensedimente steht ein Hochflutaeulehm an, der eine braune und zum Liegenden zunehmend braun-graublaue Mischfärbung hat. Der Redoxzustand der Ablagerung deutet auf ein terrestrisches Ablagerungsmilieu des Horizontes hin. Nur der untere Bereich wurde teilweise unter oxidierenden, teilweise unter reduzierenden Bedingungen abgelagert.

Die graublauen Lagen und Linsen des farblichen Mischbereiches haben sich nach längerwährender Wasserbedeckung der Talaue infolge von Hochwasser oder starken Niederschlägen gebildet. Durch paläontologische Untersuchungen konnte ein terrestrisches Ablagerungsmilieu belegt werden. Korngrößenanalytisch dominieren feinkörnige Sedimente, die Anteile gröberer und feinerer Korngrößen enthalten. Im küstenfernen Bereich der Täler stehen anstelle des Feinkorns grobkörnige Sedimente guter Sortierung an.

In einigen Tälern weisen bis 20 m mächtige grobkörnige Sedimente schlechter Sortierung auf unruhige Ablagerungsbedingungen bei Hochfluten infolge torrenzieller Niederschläge hin.

Im küstenfernen Bereich des Rio Sizandro-Tales wurde in zwei Bohrungen ein parallelisierbarer Horizont innerhalb des Auelehms erbohrt. Die paläontologische Bearbeitung des Probenmaterials ergab, daß die Sedimente dieser Schicht in limnischem Milieu abgelagert worden sind.

Im Liegenden folgen auf den Hochflutaeulehm etwa im Niveau des heutigen Meeresspiegels feinkörnige Sedimente, die aufgrund reduzierender Ablagerungsbedingungen graublau gefärbt sind. Durch paläontologische Untersuchungen konnte ein brackiges bis marines Sedimentationsmilieu rekonstruiert werden. Die feinkörnige Korngrößenfraktion spricht für sehr ruhige Ablagerungsbedingungen. Es konnten Sedimentationsraten zwischen 0,5 und 2,0 m errechnet werden. Im küstennäheren Bereich stehen Strandsande und kiesige Ablagerungen bis 4 m ü.N.N. an, die als Strandwälle gedeutet werden.

Durch petrographische Ansprache konnte die Herkunft der Sedimente aus dem Hinterland festgestellt werden. Es dominieren entsprechend dem lithologischen Aufbau des Hinterlandes entweder durch die hohen Schieferdetritus-Anteil dunkelgefärbte oder durch Quarzkörner und kalkige Partikel hell erscheinende Sedimente.

Durch die Interpretation von Tiefbohrungen konnte in drei Tälern ein Modell der gesamten Quartärstratigraphie entwickelt werden. Die maximale Mächtigkeit der terrestrischen Sedimente des Holozän beträgt in den großen Flußtälern 20 m, die der marinen Holozänablagerungen höchstens 60 m. Diese Schicht wird im Tal des Río Guadalfeo von ca. 30 m mächtigen Schottern unterlagert, die auf den paläozoischen Schiefen der Betischen Kordillere im Pleistozän sedimentiert wurden.

In fünf Tälern konnten Torfprofile erbohrt werden, die zu den ersten pollenanalytischen Untersuchungen der andalusischen Mittelmeerküste führten. Über die Ergebnisse der pollenanalytischen Bearbeitung wird zu gegebener Zeit vom Botanischen Institut der Universität Hohenheim berichtet. Die topogenen Moore konnten sich in kleinräumigen Niederungen bilden, die durch Strandwälle, Nehrungen oder terrestrische Ablagerungen von den Haupttälern getrennt worden sind (vgl. Abb. 5.39).

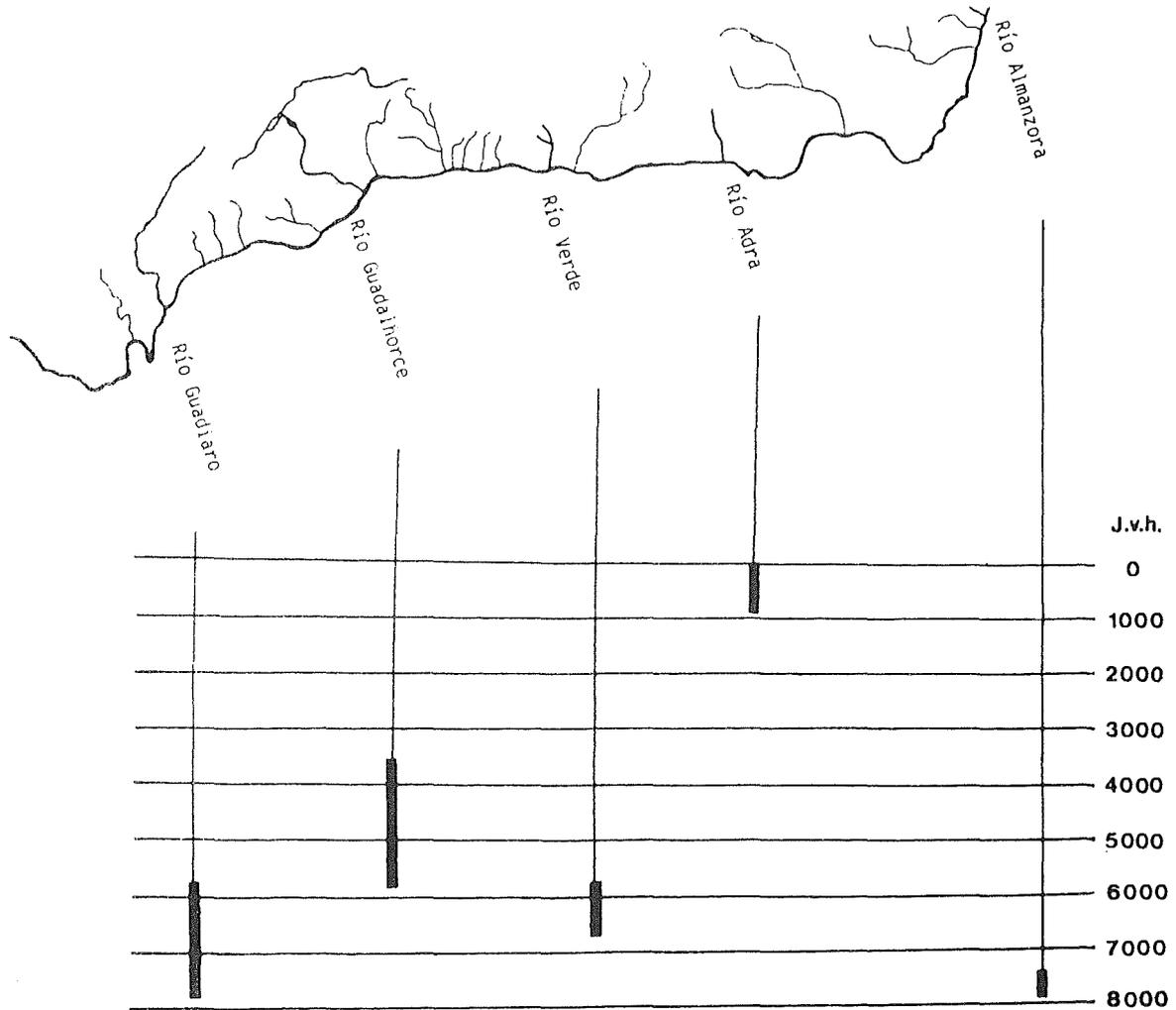


Abb. 5.39: Torfprofile an der Mittelmeerküste Andalusiens und ihre zeitliche Einstufung

In der Nähe der Talhänge überlagern grobe, unsortierte Hangschuttsedimente die terrestrischen und brackig-marinen Ablagerungen des Holozän. In den Küstenebenen stehen über sandigen und kiesigen Meeressedimenten zumeist schlecht sortierte Sedimente der dort mündenden Bäche an. Diese führen nur nach torrentiellen Niederschlägen Wasser, so daß ausschließlich Sedimente schlechter Sortierung zur Ablagerung gelangen. In den Tälern des Río Guadajhorce und des Río Grande de Adra werden die marinen Sedimente zum Teil von bis zu 4 m mächtigen Dünensanden überlagert.

Datierung der Holozänsedimente

Zur Datierung der holozänen Sedimente wurden ca. 200 Altersbestimmungen mit der Radiokarbonmethode durchgeführt. Außer wenigen Muschelklappen wurde vorwiegend feinverteiltes pflanzliches Material altersbestimmt. Auffallend sind häufig auftretende inverse Altersabfolgen in einzelnen Bohrungen sowie die hohen ermittelten Alter. Beide Ergebnisse deuten auf die Herkunft des Materials aus dem Hinterland hin. Die ermittelten hohen Alter ergeben sich aus der Kontamination der erbohrten Sedimente mit altem Kohlenstoff, der aus im Hinterland erodierten Böden stammt. Die inversen Altersabfolgen haben ihre Ursache darin, daß im Hinterland zunächst die oberen, jüngeren Bodenschichten und später erst die tieferen, älteren erodiert wurden. So kommen in den Tälern zunächst scheinbar jüngere und darüber scheinbar ältere Sedimente zur Ablagerung. Aussagekräftiger für die Datierung der Sedimente sind Altersbestimmungen an Muschelklappen.

Besonders für die zeitliche Gliederung der jüngeren holozänen Sedimente ab ca. 2800 J.v.h. sind die Datierungen der ca. 400 archäologischen Keramikfragmente von erheblicher Bedeutung, die dem Bohrgut entnommen werden konnten.

Holozäne Küstenlinienverlagerung

Durch die Untersuchung der holozänen Stratigraphie konnten in fast allen Tälern marine oder die für Ästuarbereiche typischen brackischen Sedimente unter dem Hochflutaeulehm nachgewiesen werden. Andalusien hatte somit noch bis ins Mittelalter hinein eine durch zahlreiche geschützte Buchten gegliederte Mittelmeerküste. Die bis zu 1,5 km breiten Meeresarme erstreckten sich bis zu 10 km ins Hinterland.

Durch eine verfeinerte Methodik zur Erbohrung archäologischer Keramikfragmente wurde eine Vielzahl von Datierungen in den holozänen Sedimenten gewonnen. Durch die Kontamination der feinverteilten organischen Substanz und durch das seltene Auftreten von datierbaren Mengen an Muschelklappen ist dies damit die einzige Methode, die holozänen Ablagerungen und damit gleichzeitig die Küstenlinienverlagerung zeitlich genau zu fassen.

Im Tal des Rio Sizandro konnte ein etwa 15 km sich ins Hinterland erstreckende Bucht rekonstruiert werden. Die Küstenlinienverlagerung wurde hier aus einer Synthese von ^{14}C Altersbestimmungen an Muscheln und den Datierungen von Keramikfragmenten ermittelt.

Schließlich konnten die Ergebnisse der geologischen Bearbeitung durch prähistorische, archäologische und historische Forschungsergebnisse sowie durch die Erkenntnisse der parallel zur geologischen Untersuchung durchgeführten archäologischen Siedlungssuche ergänzt werden.

Als Hauptursache für die Küstenlinienverlagerung konnte eine für geologische Zeitmaße sehr rasche Akkumulation großer Sedimentmengen in den Tälern festgestellt werden. Diese hat ihren Ursprung in der Rodung und dem Abbrennen der Wälder sowie in der Einführung einer dieser Region nicht entsprechenden Landwirtschaft in den Einzugsgebieten der Flüsse, besonders seit der Reconquista (1492-1560). Unterstützt wurde die auf die Rodung einsetzende Erosion der Böden durch die extreme Häufung torrentieller Niederschläge der "kleinen Eiszeit", etwa zwischen 1550 und 1750. Die Häufung der torrentiellen Niederschläge dieser Periode im Arbeitsgebiet konnte für den Río Almanzora, den Río Grande de Adra und den Río Guadalmedina belegt werden.

Im hochgebirgsnahen mediterranen Küstenstreifen zwischen den Städten Almería und Estepona, besonders im Küstenstreifen unterhalb der Sierra Nevada, konnten hohe Akkumulationsraten bis zu 80 m in 1000 Jahren berechnet werden. Vergleichbare Werte sind nur aus der Alpenregion und aus den Anden Südamerikas bekannt. Zu den beiden bereits genannten Ursachen dieser Sedimentakkumulation tritt hier zusätzlich die extrem hohe Reliefenergie des Hinterlandes hinzu. Dies ist der Grund für die große potentielle Transportfähigkeit der Flüsse. In den Tälern dieses Küstenabschnittes konnte zumeist eine mittelalterliche Küstenlinie rekonstruiert werden. (vgl. Abb. 5.40).

Der zeitliche Verzug beträgt etwa 200 Jahre zwischen der Rodung der Wälder und der daraufhin einsetzenden Erosion und der Verfüllung der unteren Talbereiche mit den im Hinterland erodierten Böden. Die Deltabildung der Flüsse erforderte weitere 50 bis 100 Jahre. Diese Werte gelten ausschließlich für die mediterrane Küste zwischen dem Río Andarax (Almería) und dem Río de Vélez (Torre del Mar).

In den verbleibenden Tälern des Tertiärbeckens von Vera im Nordosten und in der südwestlichen Flyschregion der mediterranen Küste sowie im Tal des Río Sizandro konnte die Küstenlinienverlagerung bis in die Zeit ca. 2800 J.v.h. erfaßt werden. Für die Entwicklung der Küstenlinien dieser Täler im Mittelalter wird aufgrund historischer Überlieferungen eine ähnliche Entwicklung vermutet. In den Tälern dieser Region wurden keine extremen Akkumulationsraten registriert, da hier sehr andersartige geologische, morphologische, botanische und klimatische Randbedingungen im Hinterland und an der Küste vorherrschen. So verlaufen die erosiven wie sedimentären Vorgänge erheblich langsamer. (vgl. Abb. 5.40).

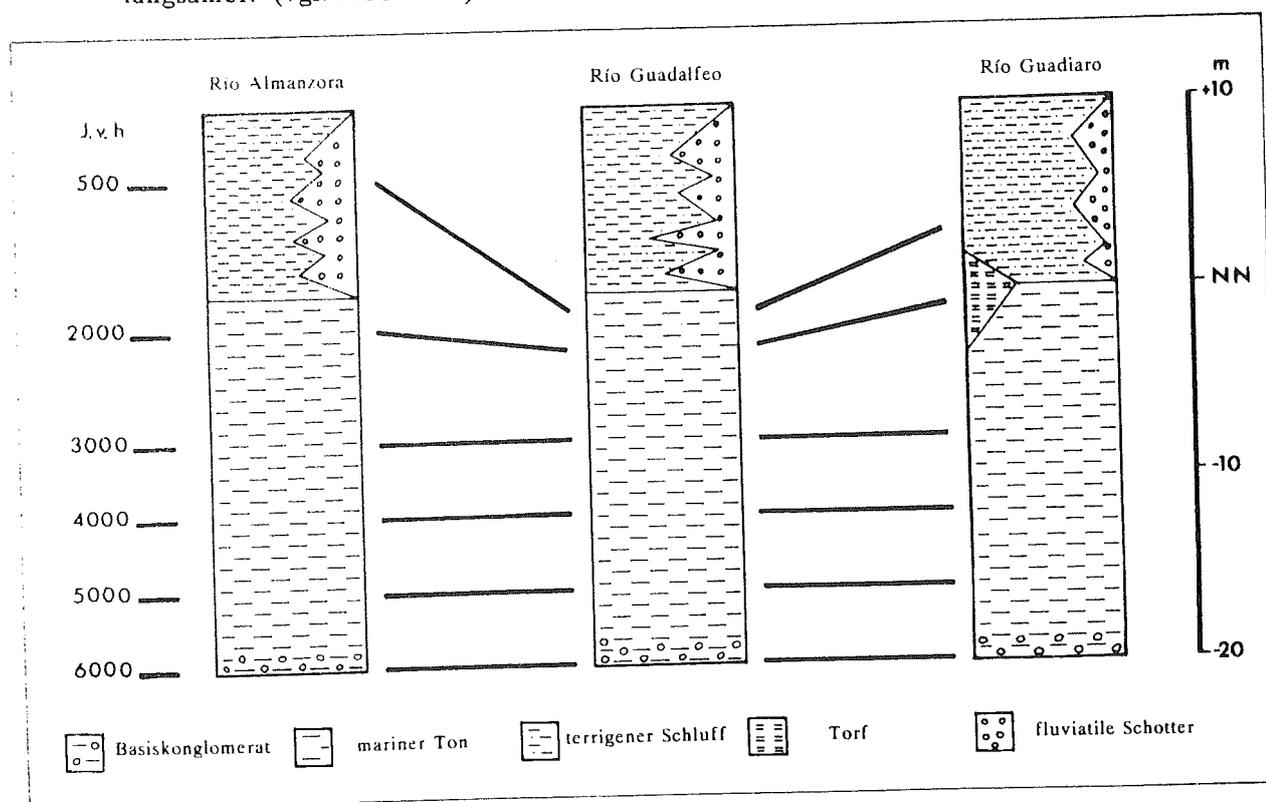


Abb. 5.40: Schematisches Profil der Holozänsedimente in den mediterranen Flußtälern Andalusiens. Zum besseren Vergleich wurden in den als Beispiel der drei unterschiedlichen Regionen (vgl. 2.1 u. 5) angeführten Tälern Positionen mit Holozänmächtigkeiten von ca. 30 m gewählt. Neben der verstärkten Sedimentation seit der römischen Kolonisation im gesamten Untersuchungsgebiet wird die im Vergleich erheblich höhere Sedimentationsrate im zentralen Bereich seit dem 14. Jahrhundert deutlich.

Das Volumen der im Hinterland erodierten Böden ist nur mit den Ergebnissen dieser Untersuchung nicht ermittelbar, denn sie erfaßt nur den unteren Bereich der Täler. Wie aber die Isobathen-Auswertung zeigt, ist ein erheblicher Teil der Sedimente in den sublitoralen Fortsetzungen der Täler abgelagert worden. Zu berücksichtigen bleiben außerdem die Ober- und Mittelläufe der Flüsse und der Küstenparalleltransport vor den Mündungen.

An den deutlichen Erosionsmerkmalen aller vier Deltas dieser Küste, jeweils an dem Rand, der gegen die Küstenparallelströmung ausgerichtet ist, zeigt sich, daß eine negative Küstenlinienentwicklung eingesetzt hat. Es wird mehr Sediment am Delta erodiert, als vom Fluß sedimentiert wird. Auch die beginnende Eintiefung der Flüsse in die Talauensedimente deutet auf ihre verminderte Sedimentfracht und eine verstärkte fluviatile Erosionsaktivität hin. Ebenso werden die Deltaflächen im Hinblick auf geologische Zeiträume sehr schnell erodiert. Hier ereignen sich zwar keine abrupten Änderungen, wie es in der Folge der sehr effektiven torrentiellen Niederschläge geschieht (Beispiel: La Rábita), aber dafür setzt ein ebenfalls effektiver kontinuierlicher Vorgang ein.

Die überwiegende Zahl der 456 Bohrungen wurde in der Nähe der Talhänge durchgeführt, bedingt durch die Einsatzmöglichkeiten des Handbohrgerätes. So konnten in den zentralen Bereichen der holozänen Talauen keine Bohrergebnisse gewonnen werden. Archäologische Siedlungen wurden ausschließlich am Rand und nicht im inneren Teil des Flußauen entdeckt. Aus dieser Erkenntnis läßt sich nur mit relativer Wahrscheinlichkeit ableiten, daß in der ehemaligen Bucht keine Inseln existieren. Natürlich können auch diese Inseln, wie für zahlreiche Niederlassungen in Talhangpositionen belegt, unter dem holozänen Auelehm verborgen sein, ohne daß sich erkennbare Indizien an der Geländeoberfläche zeigen.

Neben der als Hauptursache der Küstenlinienverlagerung angesehenen Vorgänge der Erosion und Akkumulation können tektonische Bewegungen im Bereich von ± 0.5 m nicht ausgeschlossen werden. Außer einer ins Holozän datierten Störung mit einem Verwerfungsbetrag von 1 m im Tal des Río Antas wurden keine Verwerfungen nachgewiesen. Laut RONDEEL & SIMON (1974) und MUNOZ et al. (1983) zeigt die Region schwache seismische Unruhe.

Meeresspiegelschwankungen sind nicht eindeutig nachgewiesen. Möglicherweise ist das Auftreten mariner oder brackiger Ablagerungen im Niveau deutlich über Normal Null ein Indiz für Meeresspiegelschwankungen. Die übrigen, von KELLETAT (1978), aufgeführten Ursachen der Küstenlinienverlagerung können mit der angewandten Methodik nicht nachgewiesen werden und sind somit in einem Rahmen, der sie quantitativ unbedeutend erscheinen läßt.

Erst die Großräumigkeit des Arbeitsgebietes am Mittelmeer von 450 Küstenkilometern ermöglicht es übergreifende Zusammenhänge der Litoralentwicklung der untersuchten Täler zu erfassen. Es läßt sich somit aufzeigen, wie die Küstenebenenentwicklung von Deltagenese, Windeinfluß Küstenparallelströmung bestimmt wird:

- Río de Vélez mit anschließender breiter Küstenebene einschließlich der Ebene vor den Mündungen der Flüsse Río Seco und Río Algarrobo,
- Río Guadalfeo mit sich anschließender Küstenebene von Carchuna,
- Río Grande de Adra mit sich anschließender "neuer" Küstenebene östliche des neuen Flußverlaufes und dem Campo de Dalfas und der
- Río Andarax ebenfalls mit der Küstenebene des Campo de Dalfas.

Bei den verbleibenden wasserführenden Flüssen dieser Küste, die kein Delta aufweisen, hat sich vermutlich ein Gleichgewicht zwischen Sedimenteintrag durch den Fluß und Abtrag durch den Küstenparallelstrom entwickelt. Bei den meisten Flüssen erfolgt eine Sedimentvorschüttung nur aperiodisch nach torrentiellen Niederschlägen im Hinterland. Bei einer Vielzahl der Flüsse ist die Sedimentführung durch den Bau von Stauseen im Oberlauf stark reduziert.

7. Zusammenfassung

Im Rahmen des von der Stiftung Volkswagenwerk geförderten Projektes "Holozäner Erosions- und Sedimentationsverlauf zwischen Küste und Kordillere in Südspanien in seiner Bedeutung für die archäologischen, besonders phönizischen Niederlassungen an der andalusischen Mittelmeerküste" wurde die Holozänstratigraphie und die Küstenlinienentwicklung in den mediterranen Flußtälern untersucht.

- Für die Täler der mediterranen Küste Andalusiens und das Tal des Rio Sizandro in Mittelportugal konnte eine Stratigraphie der holozänen Sedimente aufgestellt werden.
- In fast allen Tälern werden Hochflutaelehme von marinen oder brackigen Sedimenten des Holozän unterlagert. Nahe rezenter und auch ehemaliger Flußläufe treten Schotter auf. In wenigen durch Strandwälle, Nehrungen oder Alluvionen abgetrennten Seitentälern wurden Torfprofile erbohrt.
- Die Verfüllung der ehemaligen Meeresbuchten konnte in seltenen Fällen durch Radiokarbon-Daten, in der Regel durch Datierungen der im Sediment eingelagerten archäologischen Keramikfragmente zeitlich bestimmt werden.
- In der überwiegenden Zahl der Täler an der andalusischen Mittelmeerküste existierten noch im 15. Jahrhundert kleine Buchten des Mittelmeeres, die infolge anthropogener Eingriffe in den Naturhaushalt des Hinterlandes innerhalb kurzer Zeit verfüllt wurden.
- Infolge der exakten Datierung der Sedimente konnte die Küstenlinienentwicklung der ehemaligen Buchten in ihrem zeitlichen Verlauf rekonstruiert werden.
- Die Abhängigkeit der Küstenebenenentwicklung von der Deltagenese wurde aufgezeigt.
- In drei Tälern konnte ein Modell für die gesamte quartäre Stratigraphie entwickelt werden.
- In fünf andalusischen Tälern konnten bisher unbekannte Torfprofile erbohrt werden, die zu den ersten pollenanalytischen Untersuchungen dieser Küste führten.

8. Literaturverzeichnis

- ALDAYA, F., GARCIA DUENAS, V., FONBOTE, J.M. (1972): Mapa Geológico de España 1:200.000 No. 79, Hoja de Murcia, 1. Aufl., 30 S., IGME Madrid.
- ALDAYA, F., VERA, J.A., FONBOTE, J.M. (1973): Mapa Geológico de España 1:200.000 No. 83, Hoja de Granada-Málaga, 1. Aufl., 33 S., IGME Madrid.
- ALDAYA, F., GARCIA DUENAS, V. (1976): Les séquences lithologiques des nappes alpujarrides au sud et sud-ouest de la Sierra Nevada (Cordilleres Bétiques, Andalousie), Bull. Soc. Geol. Franc. 18: 635 - 639, Paris.
- ALDAYA, F., GARCIA DUENAS, V., FONBOTE, J.M. (1980): Mapa Geológico de España 1:200.000 No. 84-85, Hoja Almería-Garrucha, 2. Aufl., 22 S., IGME Madrid.
- ALDAYA, F. (1981): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1056, Hoja de Albuñol, 2. Aufl., 39 S., IGME Madrid.
- AREITIO, A. (1873): Nota respecto a las variaciones que en épocas historicas se citan del litoral de España. - Anales de la Sociedad Española de Historia Natural (Actas) 2: 33-35, Madrid.
- ARRIBAS, A., MOLINA, F. (1982): Los Millares, Neue Ausgrabungen in der kupferzeitlichen Siedlung (1978-1981). - Madrider Mitteilungen 23: 9-32, Heidelberg.
- ARTEAGA, O. (1988): Zur phönizischen Hafensituation von Toscanos. Vorbericht über die Ausgrabungen im Schnitt 44. - Madrider Beiträge 14 (im Druck), Mainz.
- ARTEAGA, O. (1988): Die Veränderungen der Uferlinien in ihrer Bedeutung für die archäologischen, besonders phönizischen Niederlassungen an der andalusischen Mittelmeerküste. - Madrider Beiträge 15 (im Druck), Mainz.
- ARTEAGA, O., HOFFMANN, G., SCHUBART, H. & SCHULZ, H.D. (1988): Geologisch-archäologische Forschungen zum Verlauf der andalusischen Mittelmeerküste. - Madrider Beiträge 14 (im Druck), Mainz.
- BAENA PEREZ, J. & EWERT, K. (1983): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1057, Hoja de Adra, 2. Aufl., 60 S., IGME Madrid.
- BAENA PEREZ, J. & EWERT, K. (1983): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1058, Hoja de Roquetas de Mar, 2. Aufl., 34 S., IGME Madrid.
- BAUER, E. (1980): Los montes de España, 610 S., Madrid.

- BAUER, E. (1981): Der spanische Wald in der Geschichte. – Allgemeine Forstzeitschrift, 36. Jg., S. 27, München.
- BIROT, P. & SOLE SABARIS, L. (1959): Recherches sur la morphologie du sud-ouest de l'Espagne. Rev. Geogr. Pyren. et sud-ouest, XXX: 209–284.
- BLUME, H. (1957): Der Zuckerrohranbau in Andalusien verglichen mit dem Rohranbau in Louisiana. – Die Erde 88: 10 – 39.
- BLUMENTHAL, M. (1930): Beiträge zur Geologie der Betischen Kordillere beiderseits des Río Guadalhorce. – Eclogae Geol. Helv. 23: 41 – 293, Basel.
- BLUMENTHAL, M. (1933): Das Paläozoikum von Málaga als tektonische Leitzone im alpidischen Andalusien. – Geol. Rdsch. 24: 170 – 187, Berlin.
- BORK, H.R. & BORK, H. (1981): Oberflächenabfluß und Infiltration, Ergebnisse von 100 Starkregensimulationen im Einzugsgebiet der Rambla del Campo Santo (SE-Spanien). – Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 8, 76 S., Braunschweig.
- BOVIS, M.J. (1974): Late quarternary continental deposits of the Motril Area, Southern Spain. – Z. f. Geomorph. N.F. 18: 426 – 436, Berlin.
- BREUER, T. (1982): Spanien, 1. Aufl. 259 S., Stuttgart.
- BROUWER, H.A. (1926): Zur Tektonik der Betischen Kordillere.– Geol. Rd. 17: 332 – 336, Berlin.
- CARTER, F. (1772): Viaje de Gibraltar a Málaga, 336 S., Málaga.
- CHAMON LOBOS, D.C. & QUINQUERAGUT, D.R. (1978): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1052, Hoja de Alora, 2. Aufl., 71 S., IGME Madrid.
- CHAMON LOBOS, D.C., ESTEVEZ-GONZALEZ, C. & PILES MATEO, E. (1978): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1072, Hoja de Estepona, 2. Aufl., 37 S., IGME Madrid.
- CHAMON LOBOS, D.C., ESTEVEZ-GONZALEZ, C. & PILES MATEO, E. (1978): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1065, Hoja de Marbella, 2. Aufl., 65 S., IGME Madrid.
- CHAPMAN, R.W. (1978): The evidence for prehistoric water control in South-East Spain. – Journal of arid environments 1: 261 – 274.
- CRESSIER, P. (1983): L'Alpujarra medievale: un approche arqueologique. – Melanges de la Casa de Velazquez XIX: 89 – 124.

- DABRIO, C., GOY, J.L. & ZAZO, C. (1984): Dinamica litoral y ambientes sedimentarios en el golfo de Almería desde el "Tirreniense" a la actualidad. - I. Congreso Español de Geología, T. I: 507 - 522, Segovia.
- DAHMKKE, A. (1984): Zur Geologie des Algarrobo-Gebietes (Andalusien). - Unveröffentlichte Diplomarbeit Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel.
- DAHMKKE, A. (1987): Die Rekonstruktion holozäner Küstenlinien im Mündungsbereich des Río Algarrobo. - Madrider Beiträge 14 (im Druck), Mainz.
- DIBBERN, H. (1986): Zur holozänen Küstenlinienentwicklung im Bereich Garrucha (Andalusien, Südostspanien) mit geologischer Kartierung. - Unveröffentlichte Diplomarbeit Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel.
- DOMINGUEZ, R. (1977): El valle del Guadalmedina. - Jábega 18: 3 - 78, Málaga.
- DRESCHER, A. (1988): Untersuchungen eines Agrarökosystems in den Winterregensubtropen Spaniens: Naturpotential und Auswirkungen innovativer Entwicklungen in der Landwirtschaft. - Dissertation Universität Freiburg/Breisgau.
- DUDA, D. (1971): Pechina bei Almería als Fundort spanisch-islamischer Keramik. - Madrider Mitteilungen 12: 262 - 288, Heidelberg.
- DUERR, S. et al. (1961): Die Geologie der Berge zwischen dem Guadalhorce und dem Campo de Gibraltar (Südsostspanien). - Geol. Rdsch. 51: 239 - 249, Stuttgart.
- EGELER, C.G. & SIMON, O.J. (1969): Orogenetic evolution of the Betic Zone (Betic Cordilleras, Spain), with emphasis of the nappe structures. - Geol. en Mijnbouw 48, 3: 296 - 305, Gravenhage.
- EINSELE, G., HERM, D. & SCHWARZ, H.U. (1974): Holocene eustatic sea level fluctuation at the coast of Mauretania. - Meteor Forschungsergebnisse, Reihe C, 18: 43 - 62, Stuttgart.
- ELLENBERG, L. (1981): Morphologie spanischer und portugiesischer Flußmündungen. - Ibero-Amerikanisches Archiv N.F., 7(4): 431 - 467, Berlin.
- ELORZA, J.J., GARCIA DUENAS, V., MATAS, J. & MARTIN, L. (1979): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1040, Hoja de Zafarraya, 2. Ser., 1. Aufl., 64 S., IGME Madrid.
- ELORZA, J.J. & GARCIA DUENAS, V. (1981): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1054, Hoja de Vélez-Málaga, 2. Aufl., 43 S., IGME Madrid.

- ESPINOSA GODOY, J.S., MARTIN VIVALDI, J.M., MARTIN ALAFONT, J.M. & PEREDA, M. (1974): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1015, Hoja de Garrucha, 2. Aufl., 12 S., IGME Madrid.
- ESTEVEZ GONZALEZ, C. & CHAMON LOBOS, C. (1978): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1053/1067, Hoja de Málaga-Torremolinos, 2. Aufl., 32 S., IGME Madrid.
- FAIRBRIDGE, R.F. (1976): Effects of holocene climatic change on some tropical geomorphic processes. - *Quart. Res.* Vol. 6, No. 4: 529 - 557, New York.
- FALLOT, P. (1922): Le Quaternaire marin sur les cotes mediterraneennes d'Espagne.- *C. R. Acad. Sci. Paris* : 404 - 406, Paris.
- FALLOT, P. (1948): Les Cordillères Bétiques. - *Estud. Geol.* 8: 83 - 172, Madrid.
- FELDER, Th. E. (1980): Geologic evolution of the westernmost part of the Internal Betic Zone (Betic Cordilleras, Southern Spain). - *Geol. Rdsch.* 69: 131 - 148, Stuttgart.
- FERRE BUENO, E. (1979): El valle del Almanzora, Estudio Geográfico, 494 S., Almería.
- FLEMMING, N.C. (1986): Medsite: a data base for coastal and submerged terrestrial sites in the Mediterranean, with evience for sea level changes. - 1st International Symposium on Harbours, Port Cities and Coastal Topography, Summaries: 65 - 67, Haifa (Israel).
- FONBOTE, J.M., ESTEVEZ, A., NAVARRO-Vila, F., OROZCO, M. & SANZ de GALDEANO, C. (1972): Mapa Geológico de España 1:200.000 No. 87, Hoja de Algeciras, 1. Aufl., 45 S., IGME Madrid.
- FONT TULLOT, J. (1986): Cambios climaticos en la Peninsula Iberica durante el último milenio con especial referencia a la "Pequeña Edad Glacial". - *Quaternary Climate in Western Mediterranean*, Proceedings: 249 - 273, Madrid.
- FREITAG, H. (1971): Die natürliche Vegetation des südostspanischen Trockengebietes. - *Botan. Jb.* 91: 147 - 308, Stuttgart.
- GARCIA DUENAS, V. & AVIDAD, J. (1981): Mapa Geológico de España 1: 50.000 No. 1055, Hoja de Motril, 2. Aufl., 36 S., IGME Madrid.
- GEIGER, F. (1970): Die Aridität in Südostspanien, Ursachen und Auswirkungen im Landschaftsbild (Alicante-Almería). - *Stuttgarter Geogr. Studien* 77, 173 S., Stuttgart.
- GEYH, M.A. (1971): Die Anwendung der 14-C Methode. - *Clausthaler Tektonische Hefte* 11, 118 S., Clausthal-Zellerfeld.

- GILMAN, A. & THORNES, J.B. (1984): Land-use and prehistory in south-east Spain, 217 S., London.
- GOLDEN SOFTWARE INC., Golden, Colorado, U.S.A. (1987): Manual zum Programm "Surfer".
- GOY, J.L. & ZAZO, C. (1983): Pleistocene tectonics and shorelines in Almería. - Bull. of the INQUA Neotectonic Commission 6: 9 - 13.
- GÜNTHER, E. (1941): Die quartären Niveauschwankungen im Mittelmeer unter besonderer Berücksichtigung des Beckens von Alboran. - Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. 74, N.F. 67: 252 S., Jena.
- GUILLEN ROBLES, F. (1874): Historia de Málaga y su provincia, 694 S., Málaga.
- GUTIERREZ DE RAVE AGUERA, E., PEINADO, A., GIRALDEZ CERVERA, J.V., AYUSO MUNOZ, J.L. (1986): La distribución de la lluvia en Andalucía. - El Agua en Andalucía 2: 23 - 35, Granada.
- HOENERBACH, V. (1980): "Cultivos Enarenados", eine Sonderanbauform an der andalusischen Mittelmeerküste. - Dissertation, 317 S., Universität Bonn.
- HOFFMANN, G. (1988): Geologische Untersuchungen im Tal des Río Guadiaro (Prov. Cádiz). - Madrider Mitteilungen 29 (im Druck).
- HOFFMANN, G. & SCHULZ, H.D. (1986): Holocene stratigraphy and changing coastlines in Southern Spain. - 1st International Symposium on Harbours, Port Cities and Coastal Topography, Cities on the sea past and present, Summaries: 87 - 90, Haifa.
- HOFFMANN, G. & SCHULZ, H.D. (1987): Coastline shifts and holocene stratigraphy at the mediterranean coast of Andalucía (SE-Spain). - 1st International Symposium on Harbours, Port Cities and Coastal Topography, Proceeding Volume, 20 S., (im Druck), Haifa.
- HOFFMANN, G. & SCHULZ, H.D. (1987): Holocene stratigraphy and changing coastlines at the mediterranean coast of Andalucía (SE Spain). - Trabajos sobre Neogeno-Cuaternario 10: 153 - 159, Madrid.
- HOFFMANN, G. & SCHULZ, H.D. (1988): Cambio de situación de la línea costera y estratigrafía del holoceno en el valle del Río Sizandro / Portugal. - In: 1as Jornadas Arqueológicas de Torres Vedras - Origens, Estruturas e relacoes dos culturas calcolíticas da Peninsula Iberica, Torres Vedras (Portugal) (im Druck).
- HOPLEY, D. (1978): Sea-level change on the Great Barrier reef: an introduction. - Philosophical Transactions Royal Society of London, A, 291: 159 - 166, London.

- JABALOY SANCHEZ, A. (1984): Evolución de la desembocadura del Río Adra (Almería). - I. Congreso Español de Geología, T. I: 523 - 534.
- JORDT, K.P. (1984): Holozänstratigraphie und Geologische Kartierung am Río de Vélez (Andalusien). - Unveröffentlichte Diplomarbeit Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel.
- KALB, Ph. (1984): Moron, historisch und archäologisch. - Madrider Mitteilungen 25: 92 - 102, Heidelberg.
- KAMPSCHUUR, W., GARCIA MONZON, G. (1975): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1014, Hoja de Vera, 2. Aufl., 42 S., IGME Madrid.
- KAMPSCHUUR, W. & RONDEEL, H.E. (1975): The origin of the Betic Orogen, Southern Spain. - Tectonophysics 27: 39 - 56, Amsterdam.
- KELLETAT, D. (1987): Küstenforschung. - Geogr. Rdsch. 1/87: 4 - 12, Braunschweig.
- KÖLLING, A. (1986): Zur Geologie des Beckens von Vera (Südost-Spanien), Entwicklung seit dem Miozän. - Unveröffentlichte Diplomarbeit Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel.
- KRACHT, F. (1986): Holozäne Küstenlinienverlagerung am Unterlauf des Río Almanzora im Tertiärbecken von Vera (Südostspanien). - Unveröffentlichte Diplomarbeit Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel.
- KRESS, H.J. (1968): Die islamische Kulturepoche auf der Iberischen Halbinsel. - Marburger Geographische Schriften, Heft 43, Marburg.
- LAMB, H.H. (1972, 1977): Climate: Present, Past and Future I + II, London.
- KUNST, M. (1987): Zambujal. Glockenbecher und kerbblattverzierte Keramik aus den Grabungen 1964 - 1973. - Madrider Beiträge 5,2, Mainz.
- LAUTENSACH, H. (1964): Iberische Halbinsel, 720 S., München.
- LAUTENSACH, H. & MAYER, E. (1960): Humidität und Aridität, insbesondere auf der Iberischen Halbinsel. - Peterm. Mitt. 1960: 249 - 270.
- LINARES GIRELA (1987): Kurzberichte über Tiefbohrungen in den Tälern des Río Guadalhorce und Río Guadalfeo, 20 S., Málaga.

- LOPEZ VERA, F. (1986): Quaternary Climate in Western Mediterranean. Proceedings of the symposium on climatic fluctuations during the Quaternary in the western mediterranean region.- Universidad Autonoma Madrid.
- MACHADO SANTIAGO, R. (1982): Salobreña, Estudio Geográfico, 272 S., Granada.
- MESSERLI, B. (1976): Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung des Mittelmeerraumes. - Geogr. Helv. 22: 105 - 228, Basel.
- MICHELOT, H. (1703): Le portulan de partie de la mer mediterrannée ou le vray guide de pilotes costiers. Marseille.
- MOLINA FAJARDO, F. (1983): Almuñecar, Arqueología e Historia, Bd. I + II, Granada.
- MORENO GARCIA, C. del & MARTIN VIDE, J. (1986): Estudio preliminar sobre las tendencias de la precipitación anual en el sur de la Peninsula Iberica: El caso de Gibraltar. - El Agua en Andalucía II: 37 - 44, Granada.
- MOSTAFAWI, N. (1984): Benthische Foraminiferen aus dem Plio-/Pleistozän der Insel Kos (Griechenland). - N. Jb. Geol. Paläont. 167, 3: 304 - 346.
- MUNOZ, D., MAYER-ROSA, D., BANDA, E. & UDIAS, A. (1984): A probabilistic calculation of seismic hazard of southern Spain. - Engineering Geology 20: 49 - 61, Amsterdam.
- NIEMEYER, H.G. & SCHUBART, H. (1972): Toscanos. Vorbericht Frühjahrskampagne 1971. - Archäologischer Anzeiger 2: 227 - 237, Berlin.
- OBERMAIER, H. & CARANDELL, J. (1916): Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada. - Trabajos del Museo de Ciencias naturales de Madrid 17: 1 - 86, Madrid.
- PASCHINGER, H. (1961): Quartäre Formenwelt im Fußgebiet der Sierra Nevada Spaniens. - Erdkunde 15: 201 - 212.
- PELLICER, M., MENANTEAU, L. & ROUILLARD, P. (1977): Para una metodología de localización de colonias fenicias en las costas ibericas: El Cerro del Prado. - Habis, Publ. Univ. Sevilla 8: 217 - 251, Sevilla.
- PILES MATEO, E., ESTEVEZ GONZALEZ, C. & BARBA MARTIN, A. (1978): Mapa Geológico de España 1:50.000 No. 1066, Hoja de Coin, 2. Aufl., 71 S., IGME Madrid.
- RISCH, R., FERRES, LL. (1987): Paleoecologia del Sudeste de la peninsula iberica durante la edad del cobre y la edad del bronce. - In: CHAPMAN, R., LULL, V., PICASSO, M.L., SANAHUJA, M.A.-E. (1987): Proyecto Gatas, I. Prospeccion arqueológica, British Archaeological Reports, Intern. Ser. 348: 53 - 94, London.

- RODRIGUEZ OLIVA (1983): Málaga. Ciudad Romana. - Jábega 44: 11 - 21., Málaga.
- RONDEEL, H.E, & SIMON, O.J. (1974): Betic Cordilleras. - In: Mesozoic-cenozoic orogenic belts. Spec. Publ. Geol. Soc. London 4: 23 - 35, London.
- ROTHER, K. (1984): Die mediterranen Subtropen: Mittelmeerraum, Kalifornien, Mittelchile, Kapland, Süd- und Südwestaustralien. - 207 S., Braunschweig.
- SAENZ LORITE, M. (1977): El valle del Andarax y el Campo de Nijar. Estudio Geográfico, 421 S., Granada.
- SANGMEISTER, E. & SCHUBART, H. (1981): Zambujal; die Grabungen 1964 bis 1973. - Madrider Beiträge 5,1, Mainz.
- SERMET, J. (1934): La vega de Adra. - Rev. de Geogr. commerc., 58. Jg.: 1 - 30, Bordeaux.
- SERMET, J. (1934): La cote méditerranéenne d'Andalousie entre Málaga et Almería, Etude morphologique. - Union Geographique Internationale, C.R. du Congrès Intern. de Geogr. 1934: 300 - 317, Warschau.
- SERMET, J. (1939): L'évolution du littoral hispanique. - Annales de Géographie 48: 296 - 298, Paris.
- SERMET, J. (1943): La costa mediterranea andaluza de Málaga a Almería. - Estud. Geogr. 10, 41. Jg.: 15 - 29, Madrid.
- SERMET, J. (1954): Un cas de morphologie littorale héritée sur la cote de Granada. - Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo extraordinario dedic. a D. E. Hernandez Pacheco: 619 - 636, Madrid.
- SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1974): Cartoteca Historica. Indice de Atlas universales y mapas y planos historicos de España, 268 S., Madrid.
- SCHARENBERG, H. (1854): Bemerkungen über die geognostischen Verhältnisse der Südküste von Andalusien. - Zeitschr. dt. geol. Ges.: 578 - 588, Berlin.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1984): Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Aufl., 442 S., Stuttgart.
- SCHOCH, W. & SCHWEINGRUBER, FR.-H. (1982): Holzkohlenanalytische Ergebnisse aus der bronzezeitlichen Siedlung Fuente Alamo, Provinz Almería, Spanien. - Archäologisches Korrespondenzblatt 12: 451 - 455.

- SCHUBART, H. (1982): Phönizische Niederlassungen an der Iberischen Südküste. - Madrider Beiträge 8: 207 - 234, Mainz.
- SCHUBART, H. (1987): Investigaciones sobre la relación costera de los asentamientos fenicios en la Andalucía mediterránea. - In: II. Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punici Rom 1987 (im Druck).
- SCHUBART, H. (1988): Endbronzezeitliche und phönizische Siedlungsfunde von der Mündung des Guadiaro, Prov. Cádiz.- Madrider Mitteilungen 29 (im Druck).
- SCHUBART, H. & NIEMEYER, H.G. (1978): Untersuchungen zur westphönizischen Archäologie im Raum von Torre del Mar 1976. - Archäologischer Anzeiger 8: 230 - 249, Berlin.
- SCHULZ, H.D. (1979): Geologische Arbeiten in der Umgebung von Kastanas. - Jb. d. röm.-german. Zentralmuseum: 223 - 229, Mainz.
- SCHULZ, H.D. (1983): Zur Lage holozäner Küsten in den Mündungsgebieten des Río de Vélez und des Río Algarrobo (Málaga), Vorbericht. - Madrider Mitteilungen 24: 59 - 64, Mainz.
- SCHULZ, H.D. (1987): Geologische Bearbeitung der Grabung Hafenschnitt Toscanos. - Madrider Beiträge 14: 142 - 154, Mainz.
- SCHULZ, H.D., JORDT, K.P. & WEBER, W. (1987): Stratigraphie und Küstenlinien im Holozän (Río de Vélez). - Madrider Beiträge 14: 5 - 39, Mainz.
- SCHWARZBACH, H. (1972): Das Klima der Vorzeit. Stuttgart.
- SCHWERD, K. (1982): Zum alpidischen Gebirgsbau in der Internzone der Betischen Kordillere (Südspanien). - Geol. Jb. 44: 3 - 20, Hannover.
- STIKA, H.P. (1987): Fuente Alamo - Botanische Untersuchungen an der bronzezeitlichen Höhensiedlung in Südostspanien. - Madrider Mitteilungen 28 (im Druck), Heidelberg.
- STÜMPEL, H., RABEL, W. & SCHADE, J. (1987): Oberflächennahe geophysikalische Untersuchungen im Mündungsgebiet des Río de Vélez und des Río Algarrobo (andalusien). Madrider Beiträge 14: 60 - 73, Mainz.
- THORNES, J.B. & GILMAN, A. (1983): Potential and actual erosion around archeological sites in Southeast Spain. - Catena Suppl. 4: 91 - 113.
- TICHY, F. (1960): Beobachtungen und Formen von Vorgängen "mediterraner Solifluktion". - Verh. d. dt. Geographentages 32: 211 - 216.

- VEGA DE PEDRO, R. & GARCIA ROSSELL, L. (1977): Valor de la erosion fluvial en la cuenca del Río Grande (Provincia de Granada y Almería). - Com. V. Coloquio de Geografía, Granada.
- VOERMANS, F.M. & BAENA, J. (1983): Mapa Geologico de España 1:50.000 No. 1045, Hoja de Almería, 2. Ser., 1. Aufl., IGME Madrid.
- VÖLK, H. (1979): Quartäre Reliefentwicklung in Südostspanien. Eine stratigraphische, sedimentologische und bodenkundliche Studie zur klimamorphologischen Entwicklung des mediterranen Quartär im Becken von Vera. - Heidelberger Geogr. Arb. 58, Heidelberg.
- WEBER, W. (1984): Küstenentwicklung seit dem Pliozän im Bereich Vélez-Málaga (Andalusien). - Unveröffentlichte Diplomarbeit Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel.
- WERNER, W. (1986): Palökologische und biofazielle Analyse des Kimmeridge (Oberjura) von Consolacao, Mittelportugal. - Zitteliana 13: 3 - 109, München.

Anhang

Exkurs über Quellen

Verzeichnis der Bohrungen

Historische Karten

Tafeln

Exkurs über die Quellen (vgl. 3.3)

In diesem Kapitel werden sowohl römische Quellen und Quellen neueren Datums, die für die Küstenlinien-Entwicklung von Bedeutung sein können, interpretiert.

Die Zitate zu einzelnen Tälern werden in derselben Reihenfolge wie im Hauptteil der Arbeit aufgeführt.

1. Rio Almanzora

-KRESS (1968) erwähnt eine arabische Schiffswerft in Vera.

Der Name steht heute zwar nur für die Ortschaft Vera, aber bis vor ca. 100 Jahren wurde die Gegend um den Ort inklusive der Ortschaften Garrucha und Villaricos so benannt (frdl. mündl. Mitteilung des Ayuntamiento von Vera). Die genaue Lage der Werft ist nicht bekannt. Vermutlich hat sie in der Nähe (am Rio Almanzora oder direkt am Mittelmeer) von Villaricos gelegen.

2. Rio Andarax

-Von AREITIO (1873) (zitiert nach GÜNTHER 1941) wird beschrieben, daß nahe Pechina Schiffsschnäbel und andere Reste römischer Galeeren gefunden worden sind.

Über den Verbleib der Funde und den Fundort werden keine weiteren Informationen gegeben.

-Der gleiche Autor schreibt, daß nahe des Cortijo de Zamazuelo Ringe zum Vertäuen von Schiffen im Fels verankert waren.

Wenn sich eine Meeresbucht bis Pechina erstreckt haben sollte oder der Rio Andarax schiffbar gewesen sein sollte, ist das Wasserspiegel-Niveau weit unter der heutigen Talaue zu vermuten. Die beobachteten Ringe lägen somit sehr hoch über den vermuteten Anlegestellen der Schiffe.

-Der deutsche Reisende H. Münzer (SERMET 1943) beschreibt im Jahr 1494 den "Plantanero von Almeria".

Sicher ist damit die schon zu arabischer Zeit (DUDA 1971) als sehr fruchtbar beschriebene Talaue des Rio Andarax gemeint, über deren Erstreckung sich weder bei MÜNZER noch in der arabischen Quelle (DUDA 1971) Angaben finden lassen.

3. Rio Grande de Adra

-GÜNTHER (1941) zitiert den Flußwächter von Adra, welcher behauptet, daß früher Boote bis zum Pago de Canales nahe Adra La Vieja, etwa 5 km von der heutigen Küste flußaufwärts, gelangt sind.

Die Zeitangabe ist zu ungenau.

4. Rio Guadalfeo

-SERMET (1943) weist darauf hin, daß die Araber bei Salobrena einen bedeutenden Hafen hatten und wertet diese Tatsache für die Küstenlinienentwicklung aus.

Solange die genaue Lage des Hafens nicht bekannt ist, sollten hieraus keine Folgerungen gezogen werden.

-SERMET (1943) schließt aus der Tatsache, daß der Deutsche Reisende MÜNZER (1494) den Plantanero von Almeria und das Zuckerrohr von Almunecar aber nicht das Tal des Rio Guadalfeo erwähnt, auf die wesentlich geringere Ausdehnung des Deltas.

Diese Folgerung ist sehr vage.

5. Rio Verde und Rio Seco bei Almunecar (vgl. 7.4)

-SERMET (1943) beschreibt Almunecar zu römischer Zeit als Insel.

Die Ergebnisse der Küstenforschung belegen, daß Almunecar während des gesamten Holozän auf einer Halbinsel gelegen hat.

-der deutsche Reisende H. MÜNZER (1494, zitiert nach SERMET 1943) beschreibt den Anbau von Zuckerrohr um Almunecar.

Leider erwähnt er keine reproduzierbaren geographischen Orte, daß auf die Ausdehnung der Talauen geschlossen werden könnte.

-SERMET (1934) und BLUME (1957) zitieren PLANTACION (1877), der eine Klimaänderung (Absenkung der Durchschnittstemperatur um 3 - 4° C) infolge der Abholzung zur Zeit der Reconquista für den Niedergang des Zuckerrohranbaus verantwortlich macht.

Allein aufgrund des Rückganges im Zuckerrohranbaus können keine Folgerungen auf das Klima gezogen werden.

-HOENERBACH (1980) zitiert den arabischen Geographen IDRISI (1100 - 1162): "der Küste folgend gelangt man von Almunecar nach Jete" und ABDALLAH (1090): "er sandte seine Schiffe aus zum Angriff auf Almunecar und Jete".

Die Folgerung, daß der Rio Verde um 1000 n. Chr. schiffbar war, läßt sich aus diesem Zitat allein nicht belegen.

6. Rio de Vélez (vgl. 7.8)

-GÜNTHER (1941) schreibt, daß nach PLINIUS DEM ÄLTEREN zu römischer Zeit noch ein schiffbarer Meeresarm im Tal des Rio de Vélez existiert hat.

-SERMET (1943) zitiert ebenfalls PLINIUS d.Ä.: "im Tal des Rio de Vélez hat ein Hafen und eine Insel (Isla de la Luna) existiert".

Die geologische Untersuchung (SCHULZ, JORDT & WEBER 1987) belegt die Existenz der Meeresbucht, aber vor der Argumentation mit römischen Quellen sollten diese genauestens geprüft werden (KALB 1984).

7. Rio Guadalhorce

-GÜNTHER (1941) schreibt, daß der Rio Guadalhorce in römischer Zeit noch bis zum römischen Ort Cartima, dem heutigen Cartama, ca. 22 km flußaufwärts, für kleine Boote schiffbar war.

Durch die geologischen Untersuchungen erscheint dies möglich. Die Beschreibung "kleine Boote" ist jedoch recht ungenau, so daß keine Berechnungen über die Wasserführung des Flußes entwickelt werden können.

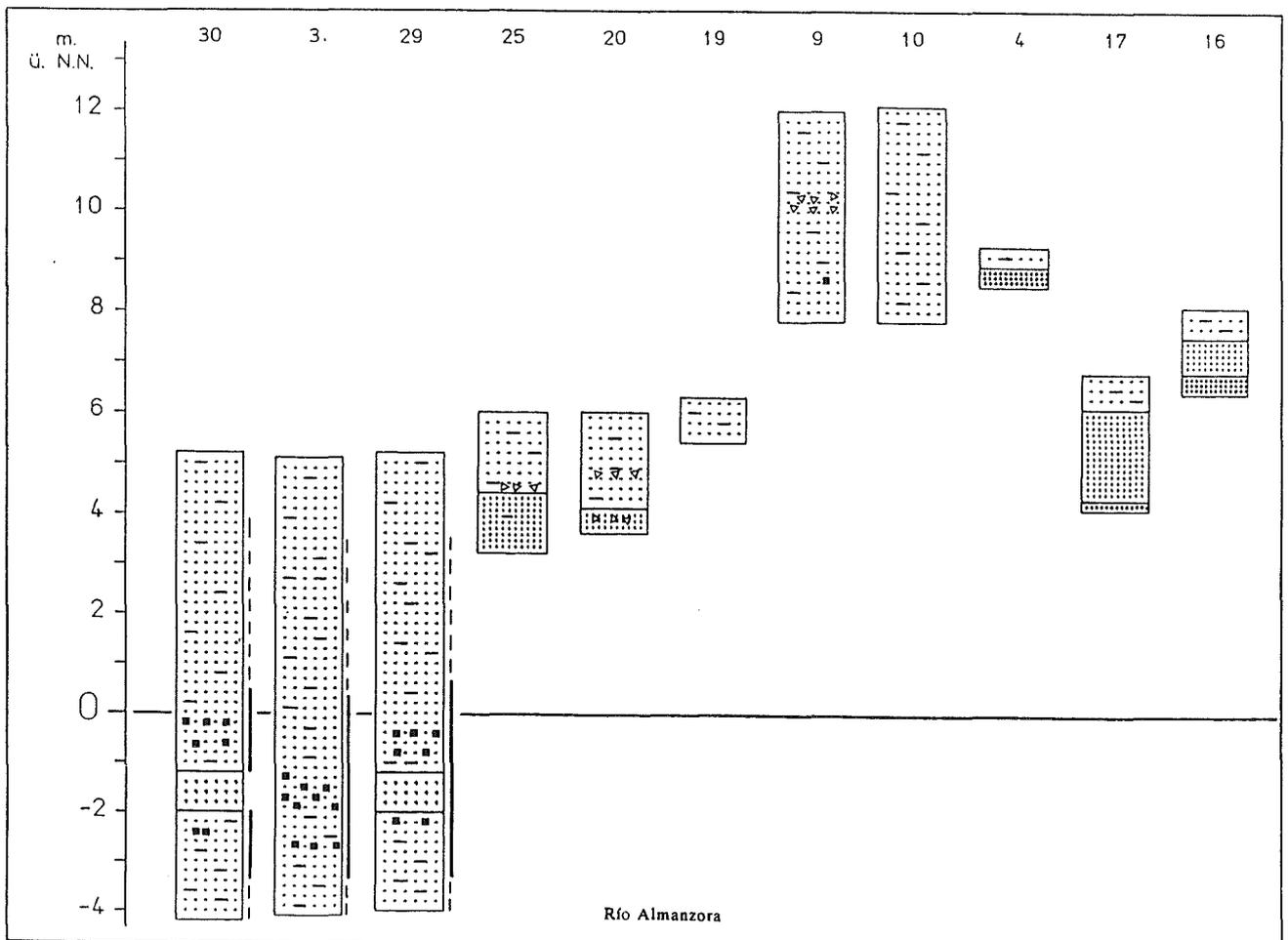
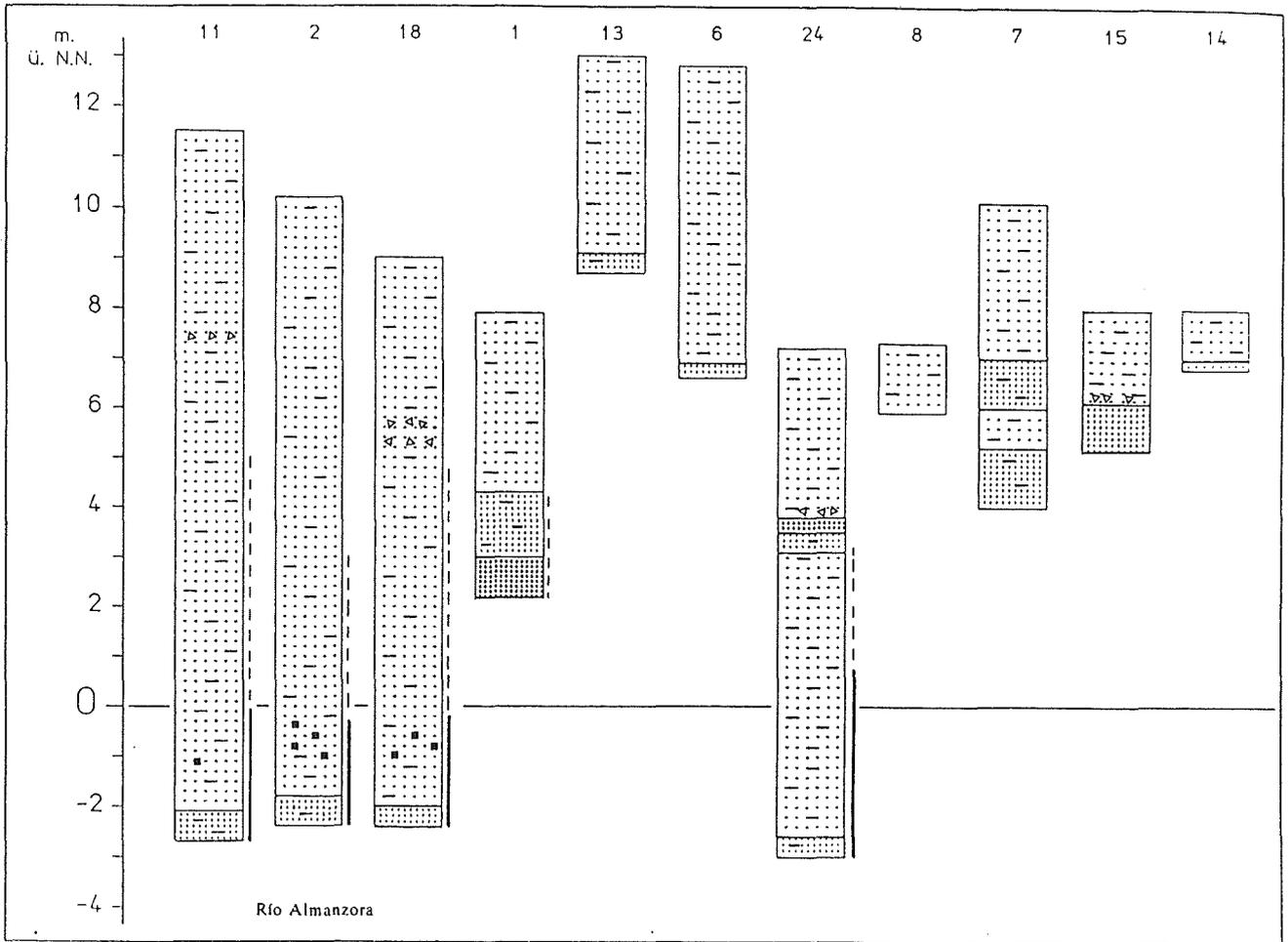
8. Rio Fuengirola

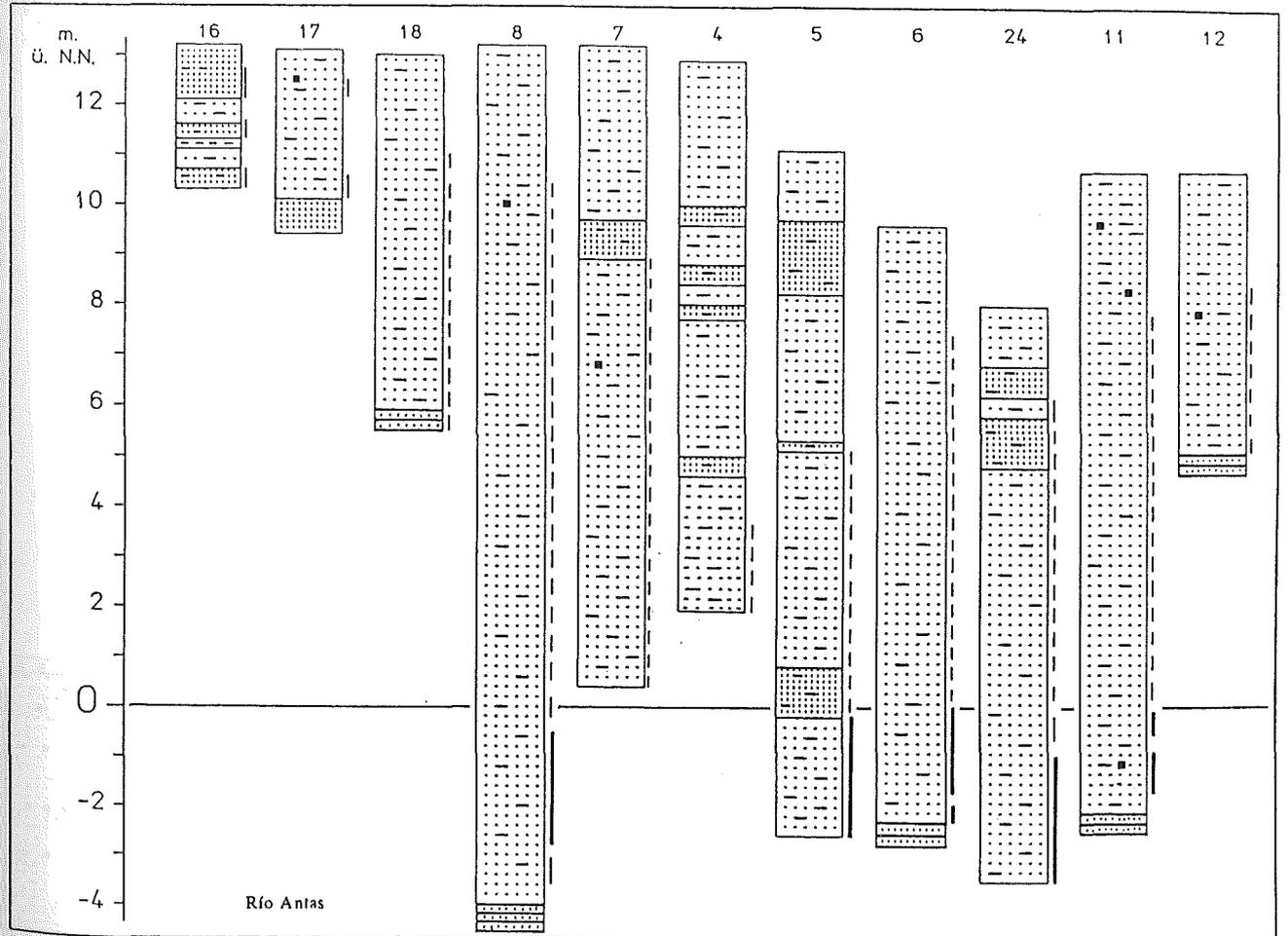
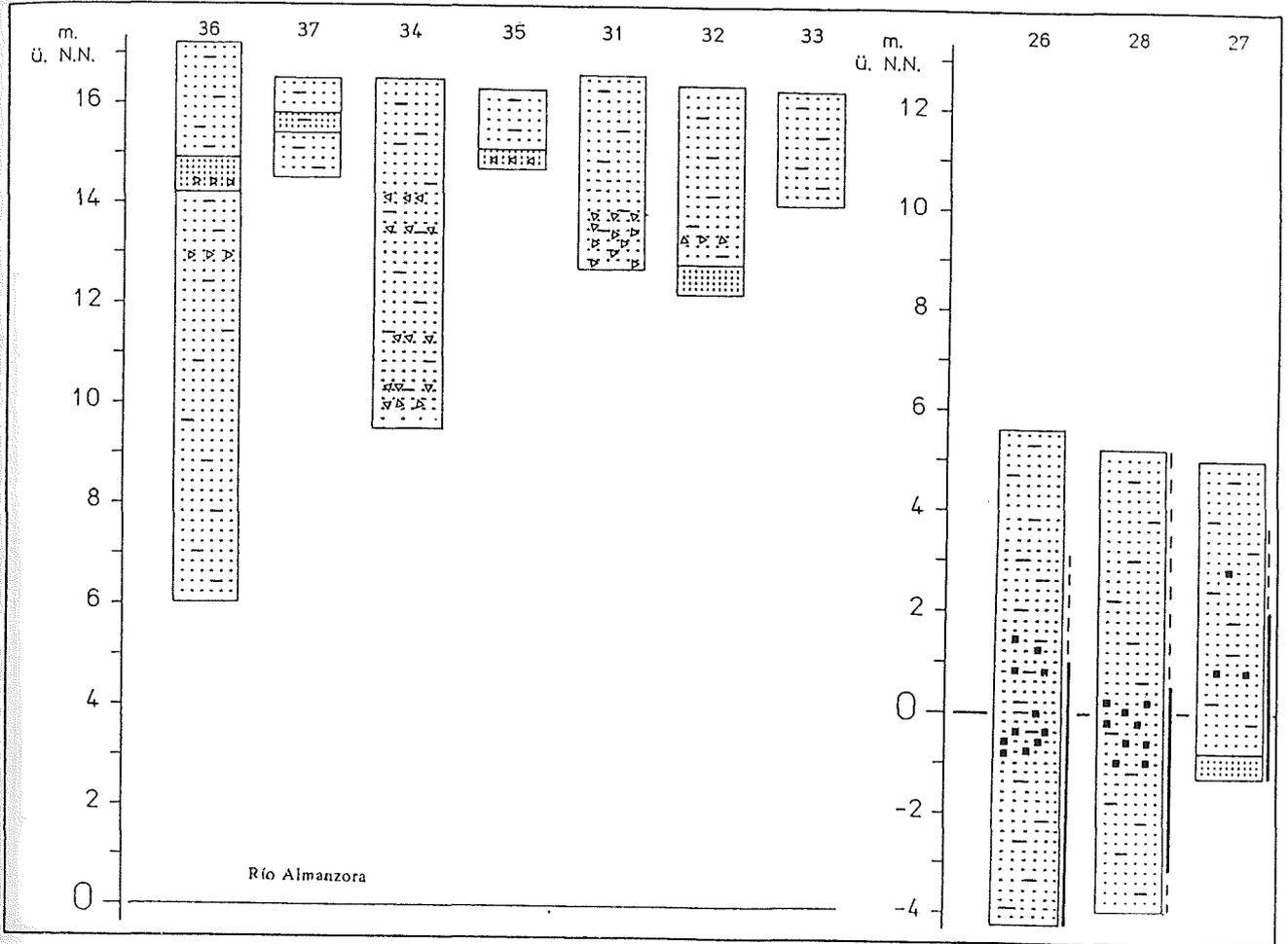
-GÜNTHER (1941): "In der Nähe von Fuengirola ist man beim Graben eines Brunnens beim Cortijo del Esparragal in der Nähe des Rio Fuengirola, etwa 3,5 km vom heutigen Strand entfernt, auf einen Anker gestoßen".

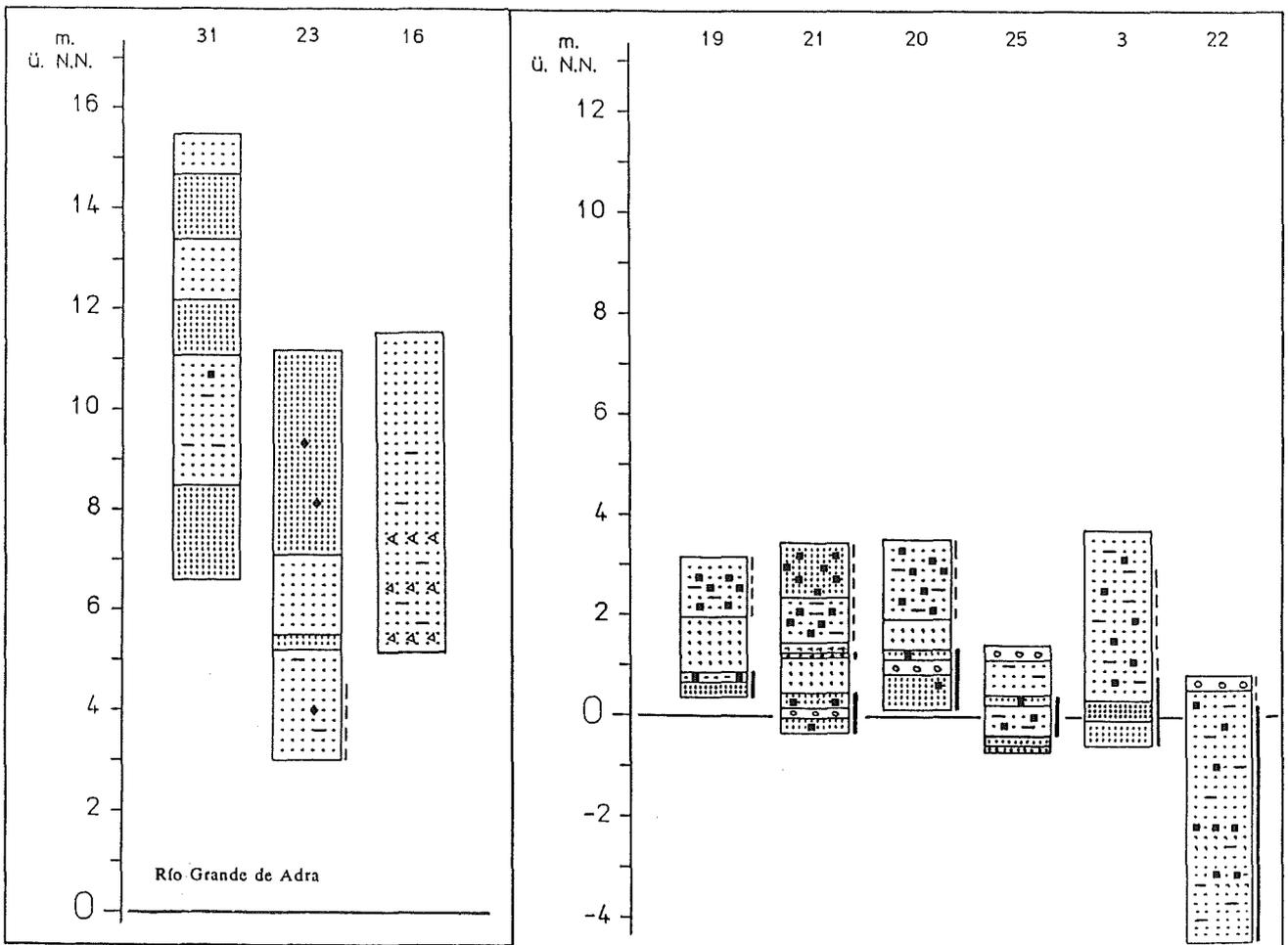
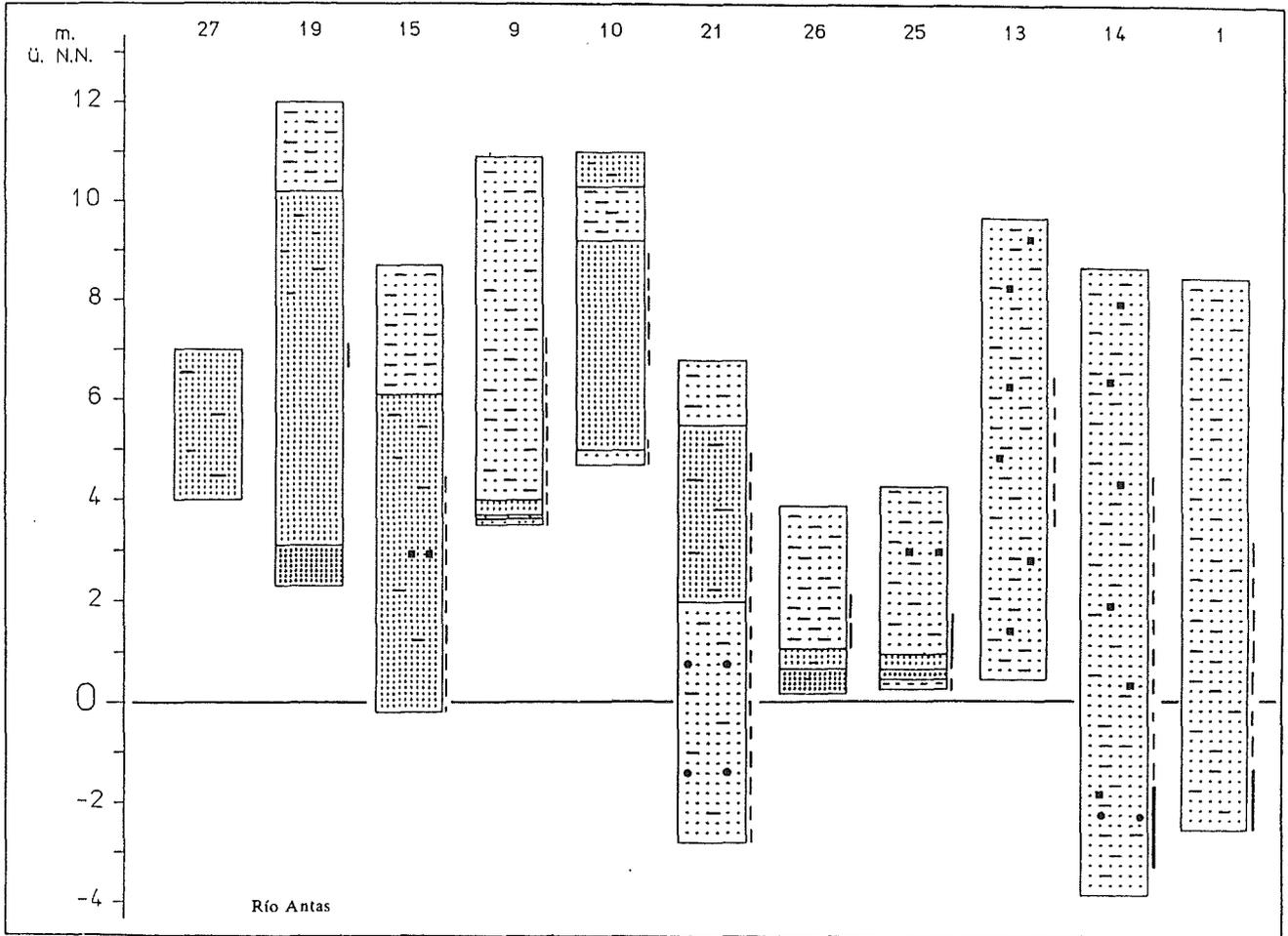
Dieser Fund konnte nicht überprüft werden, steht aber mit den Ergebnissen der geologischen Untersuchung im Einklang. Die Feststellung des genauen Fundortes und die Datierung des Fundes könnten eine Ergänzung zur Küstenlinienentwicklung ergeben.

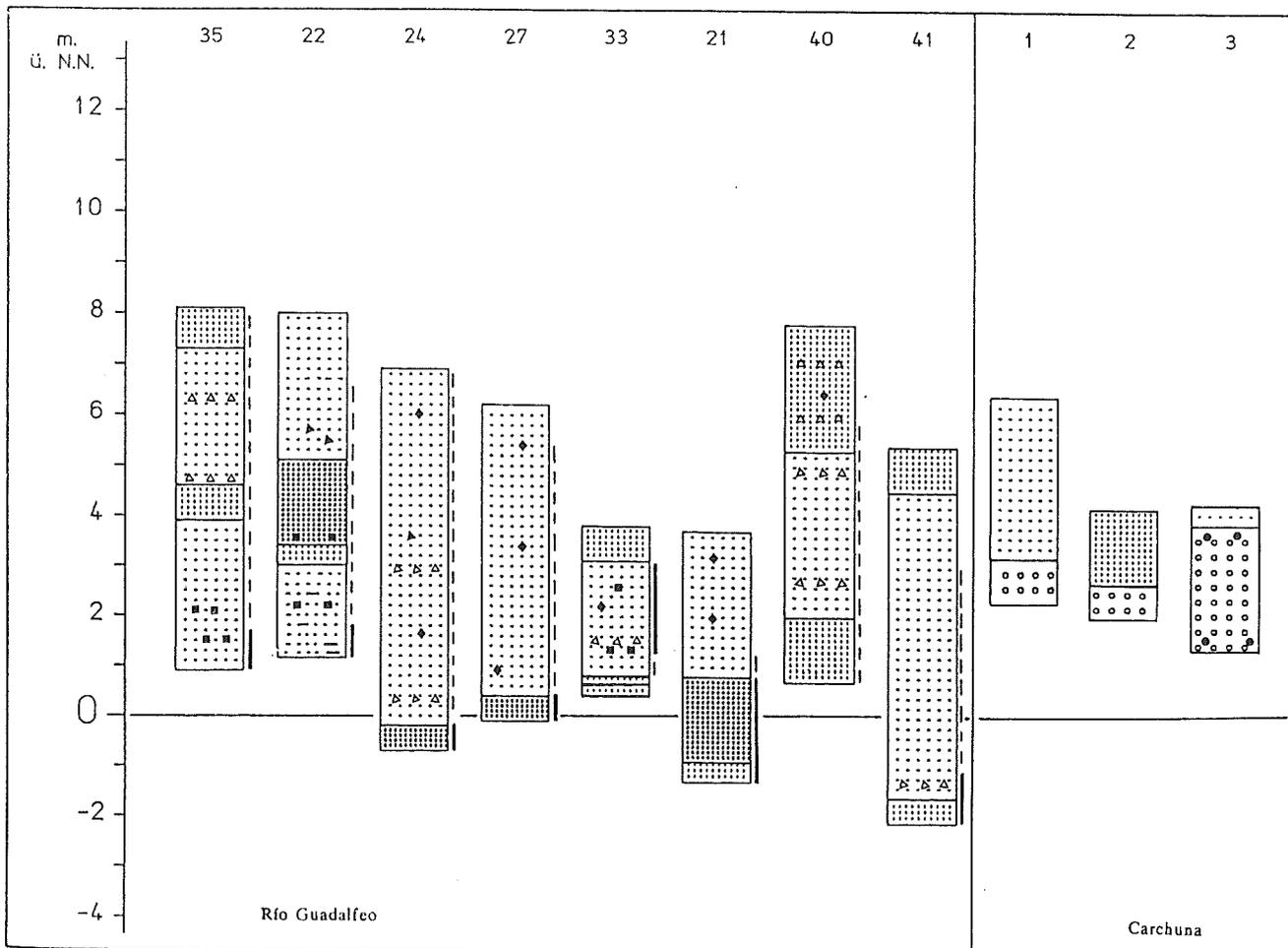
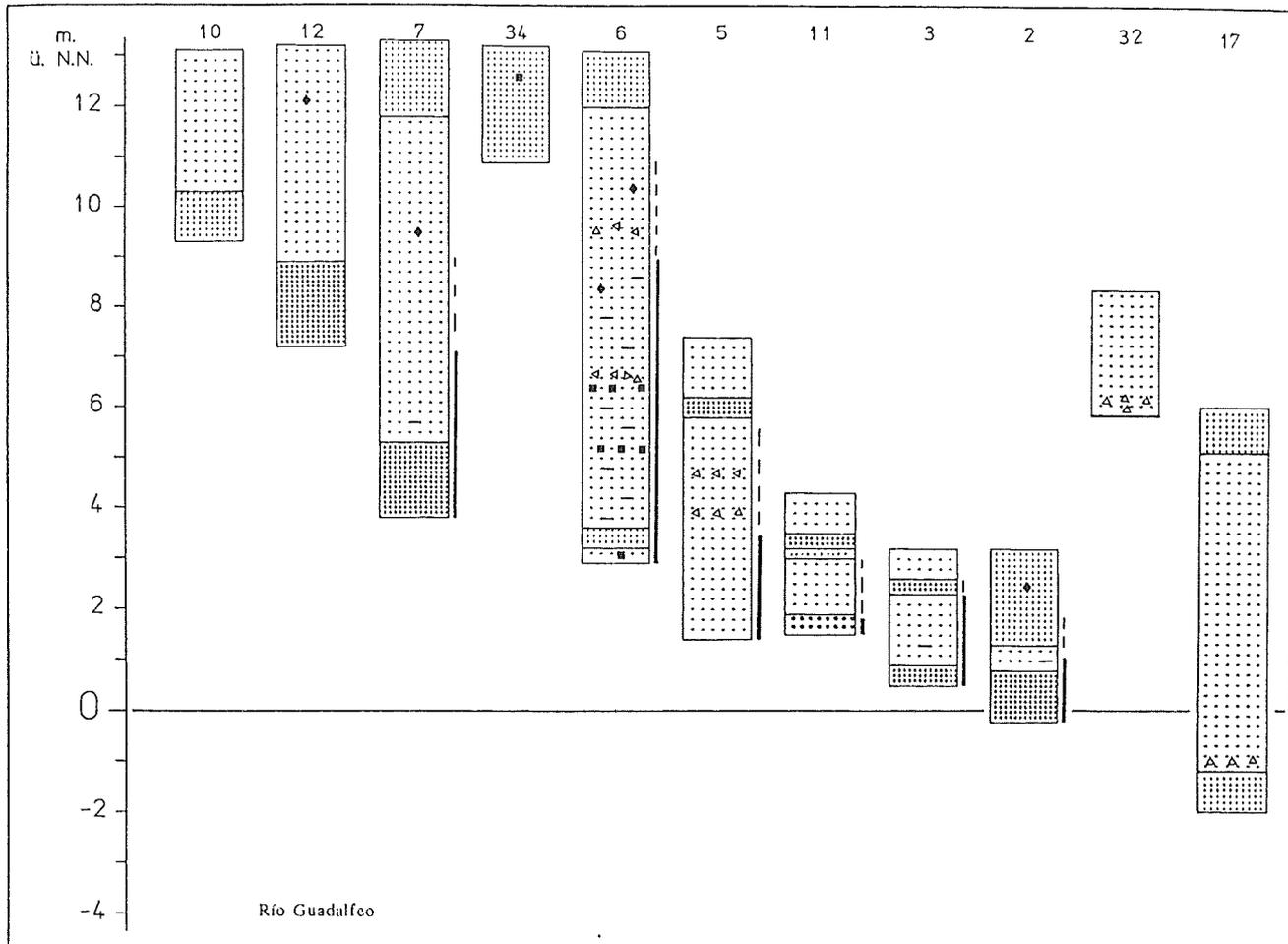
Legende zum Bohrverzeichnis

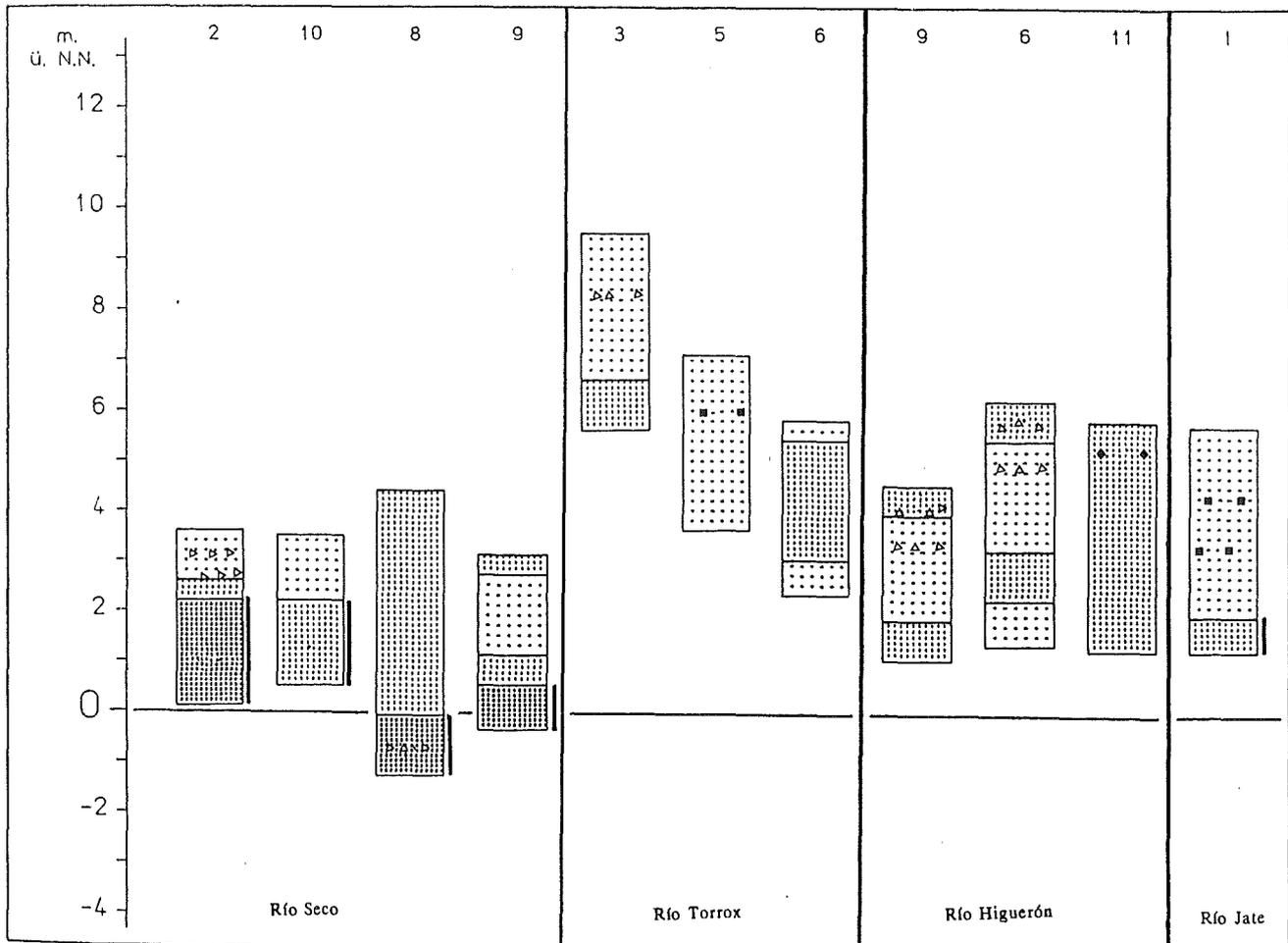
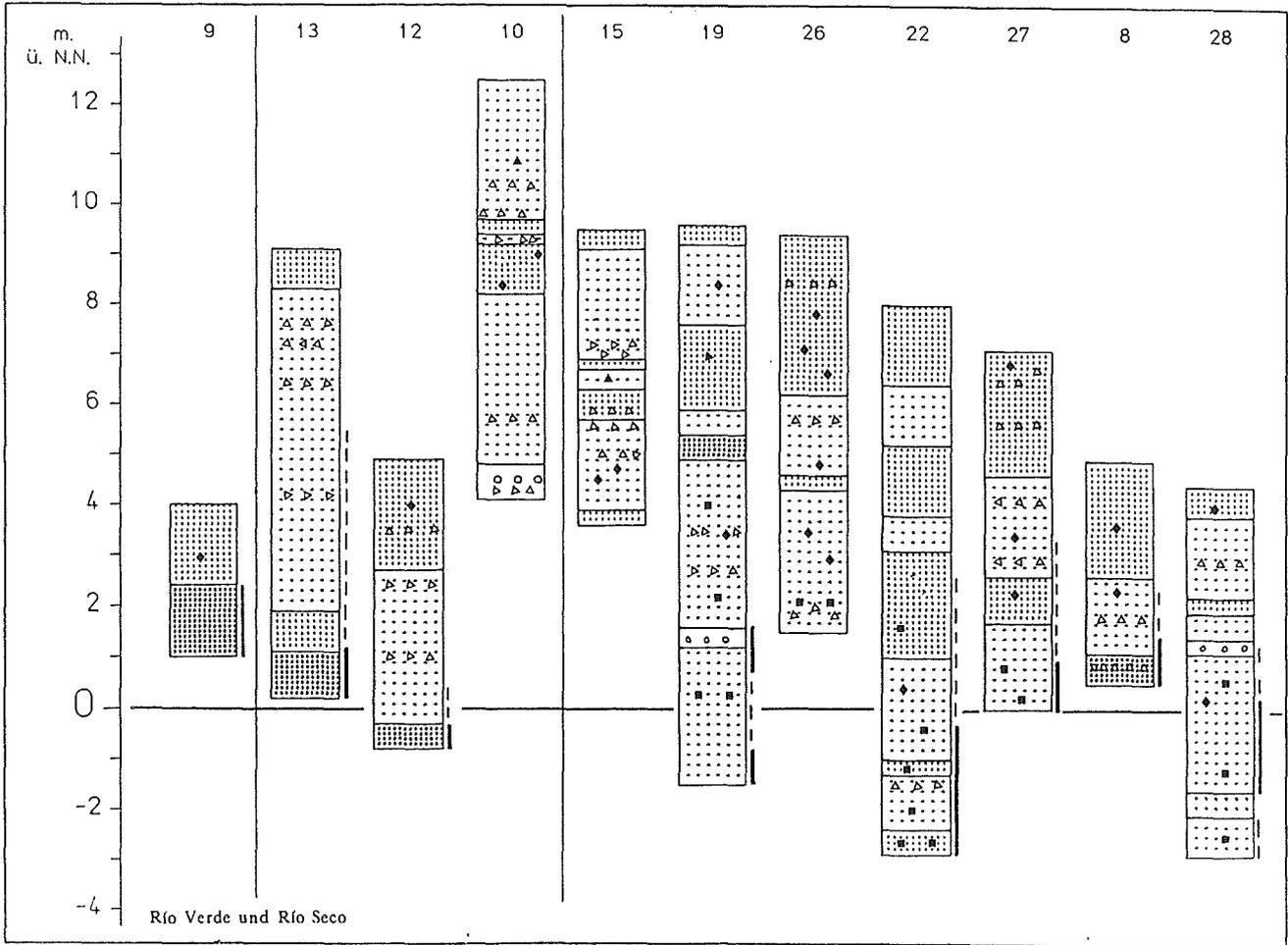
	Schluff, feinsandig
	Feinsand, schluffig
	Mittelsand
	Ton
	Grobsand
	Feinkies
	Mittel- und Grobkies
	präholozäne Gesteine
	Schnecken
	Muscheln
	Pflanzenreste
	Holzkohle
	archäologische Keramikfragmente
	reduzierte Färbung
	reduziert/oxidierte Färbung

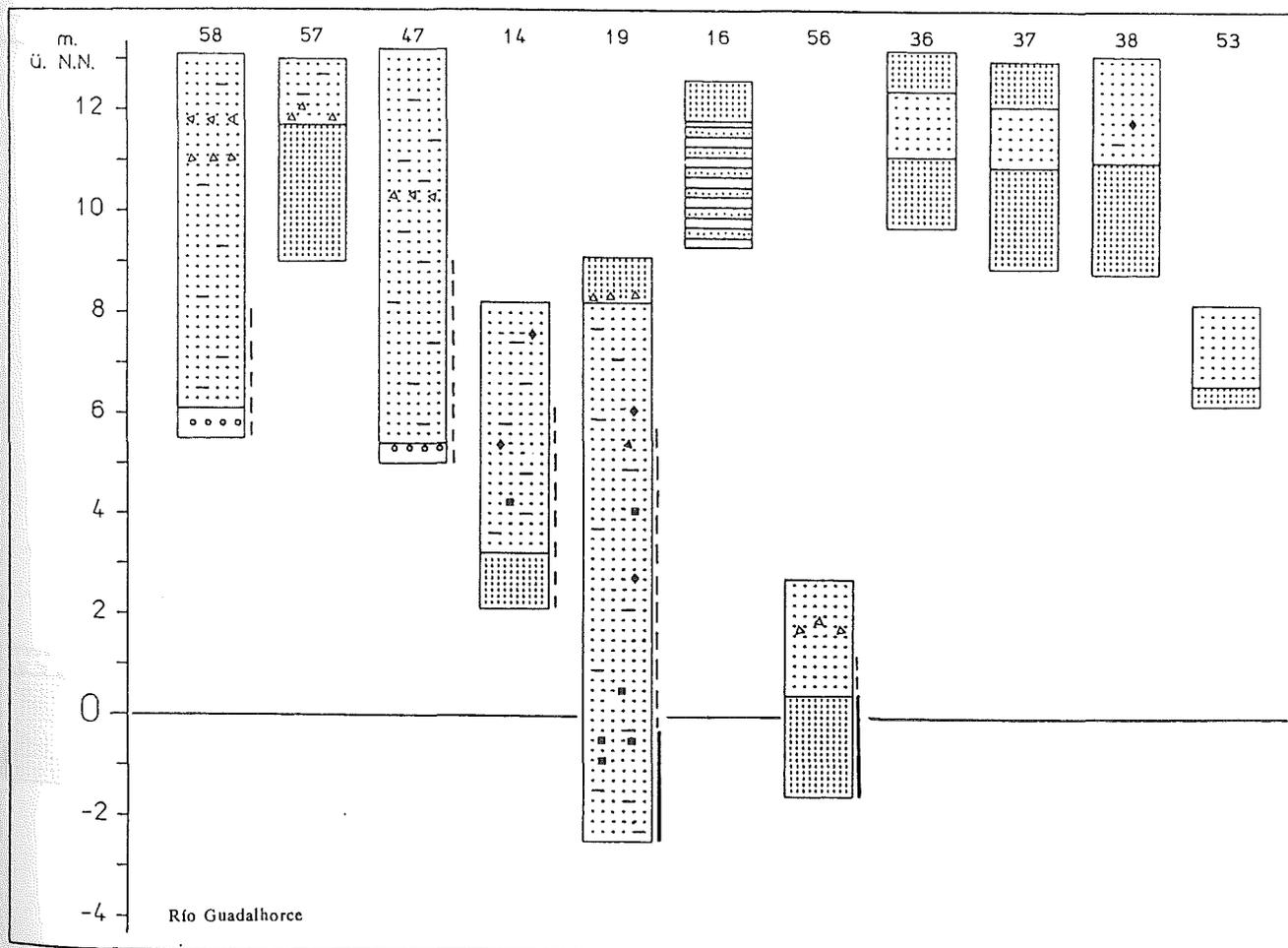
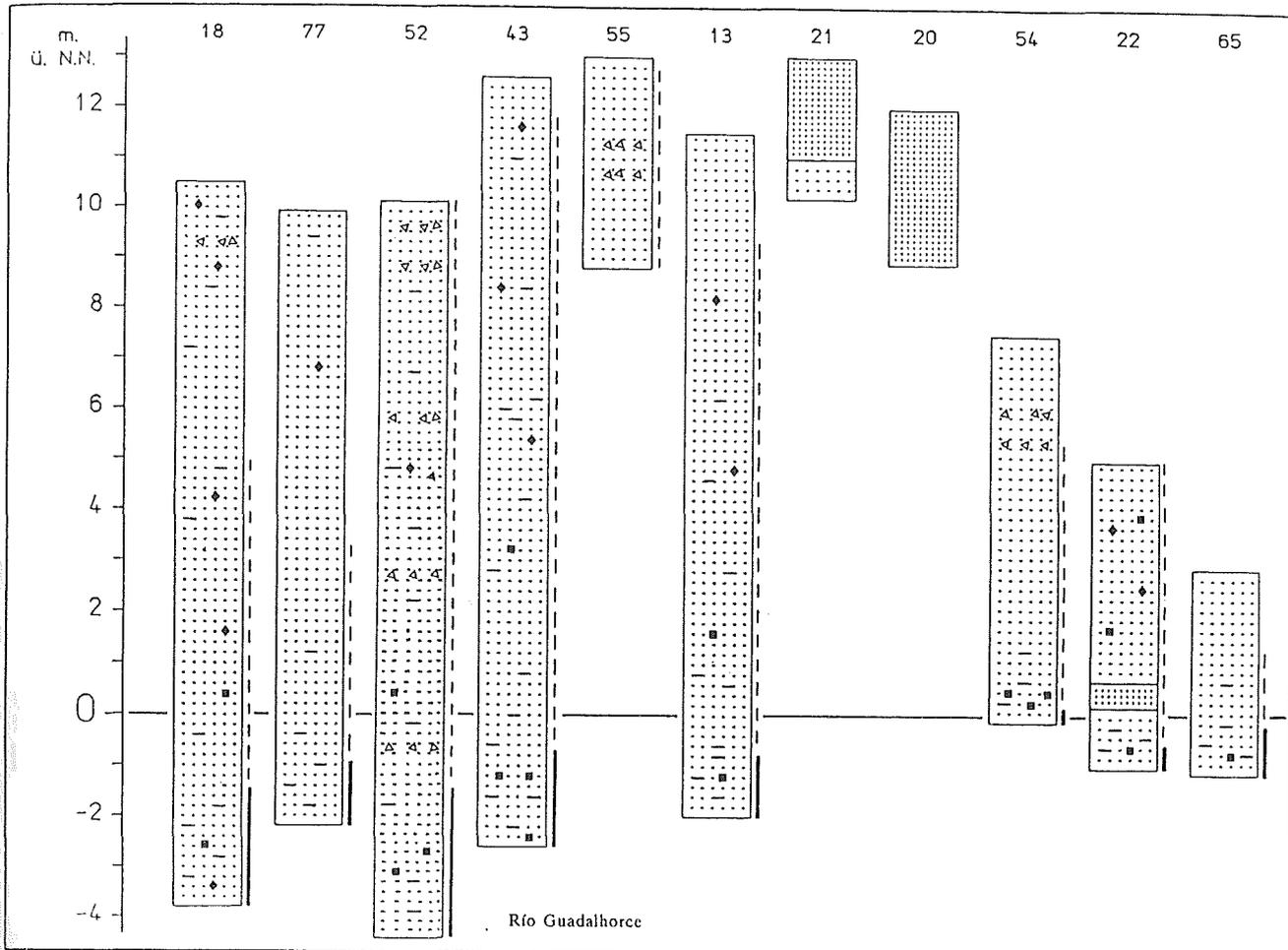


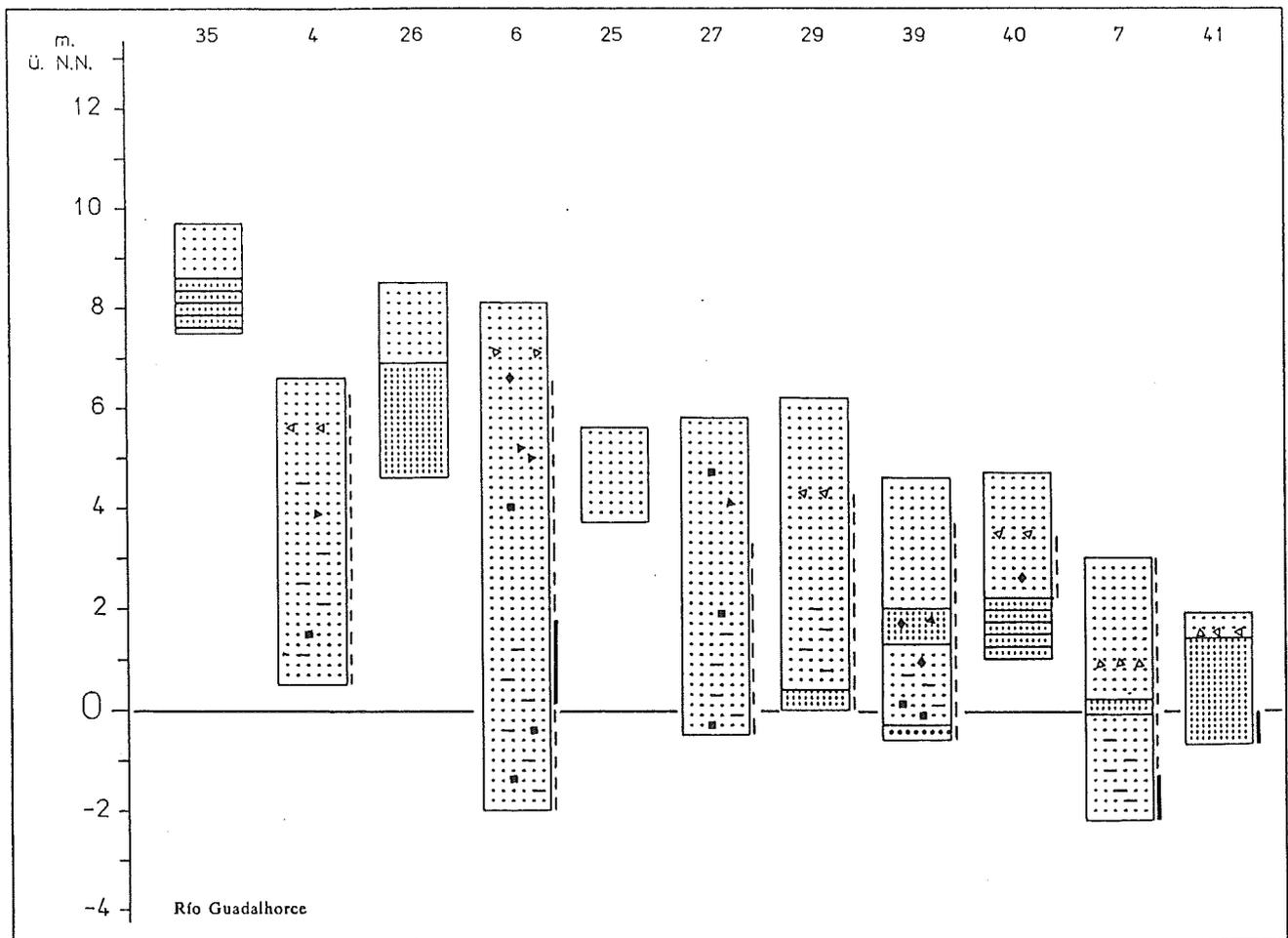
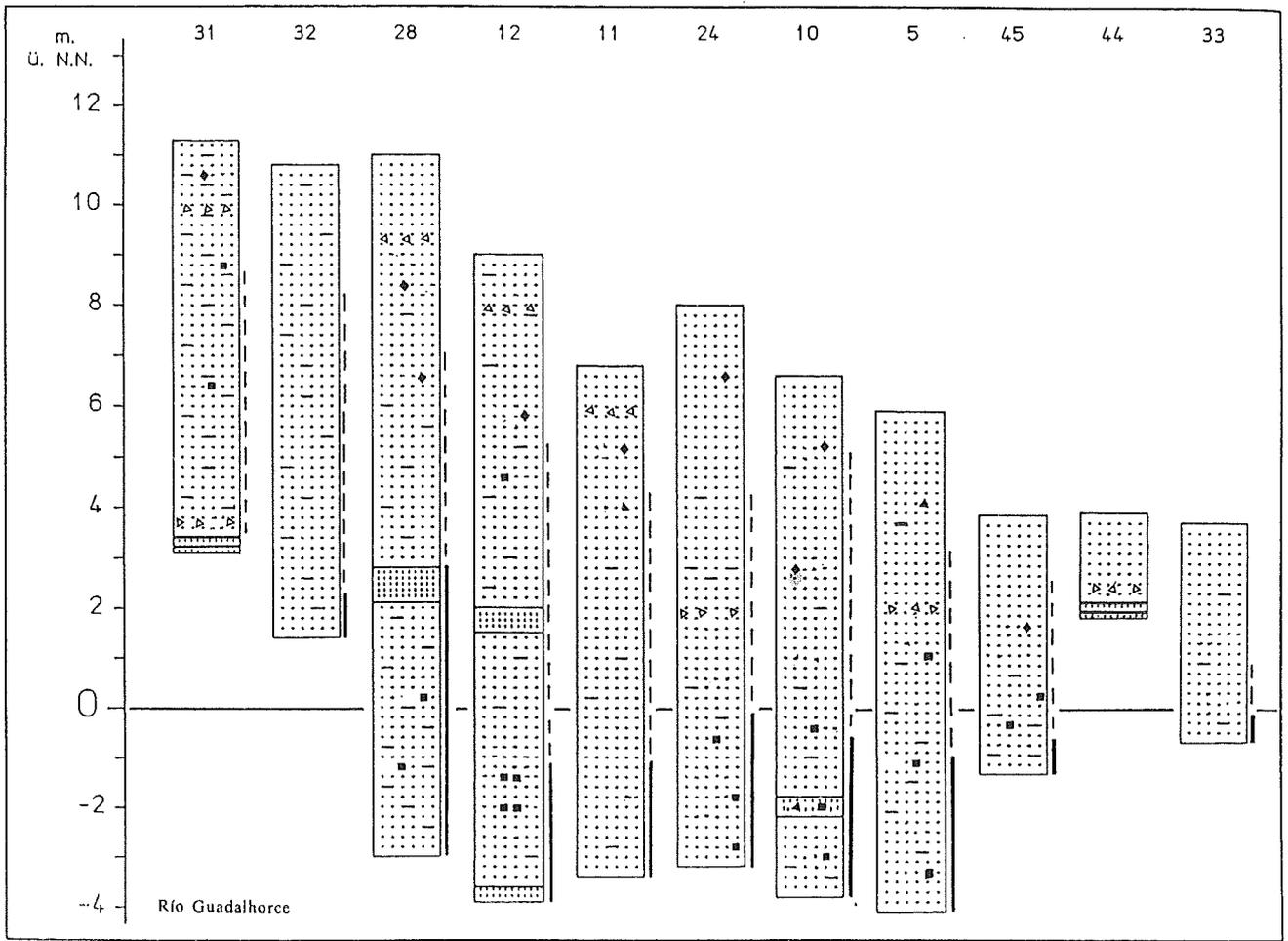


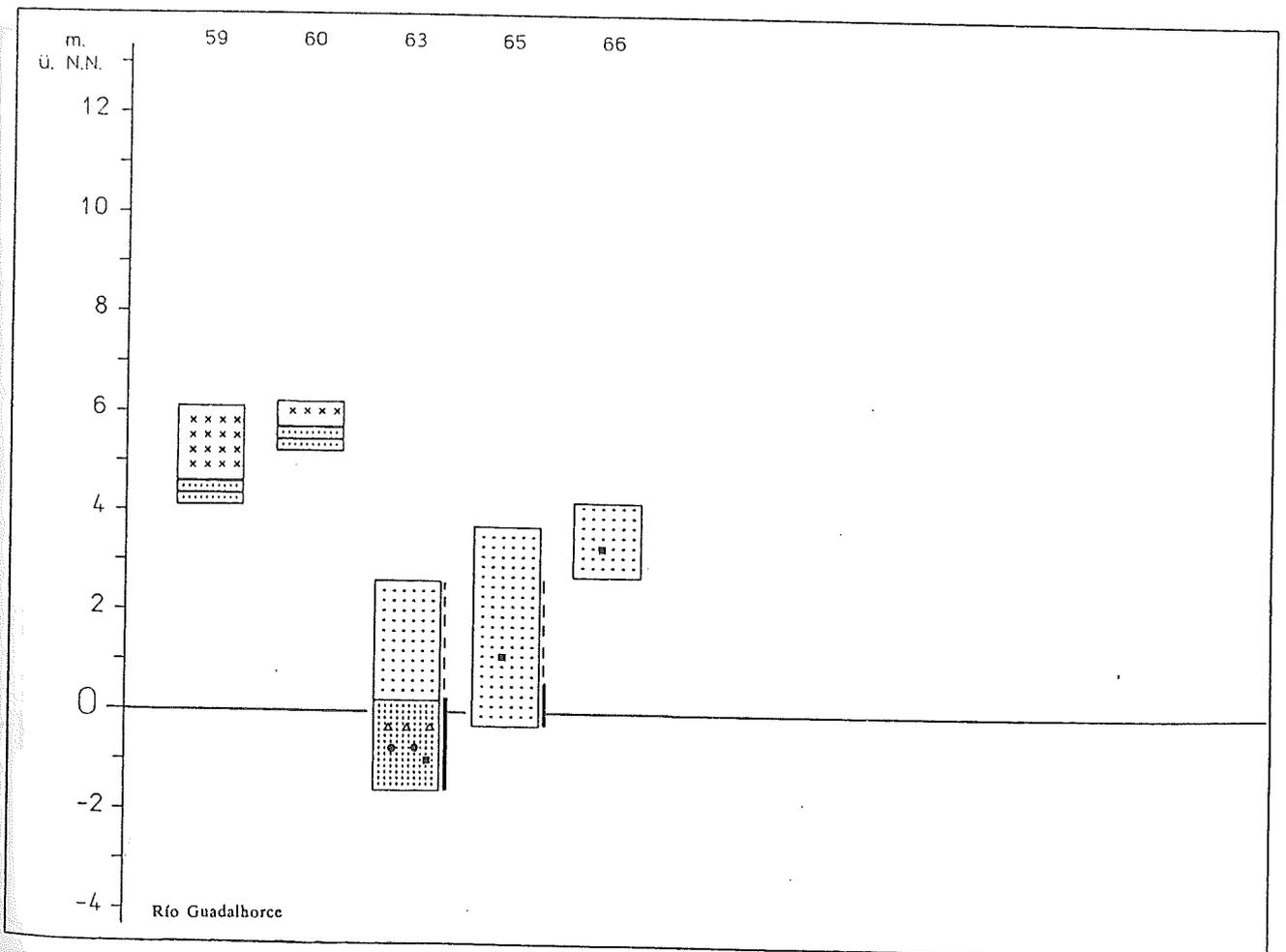
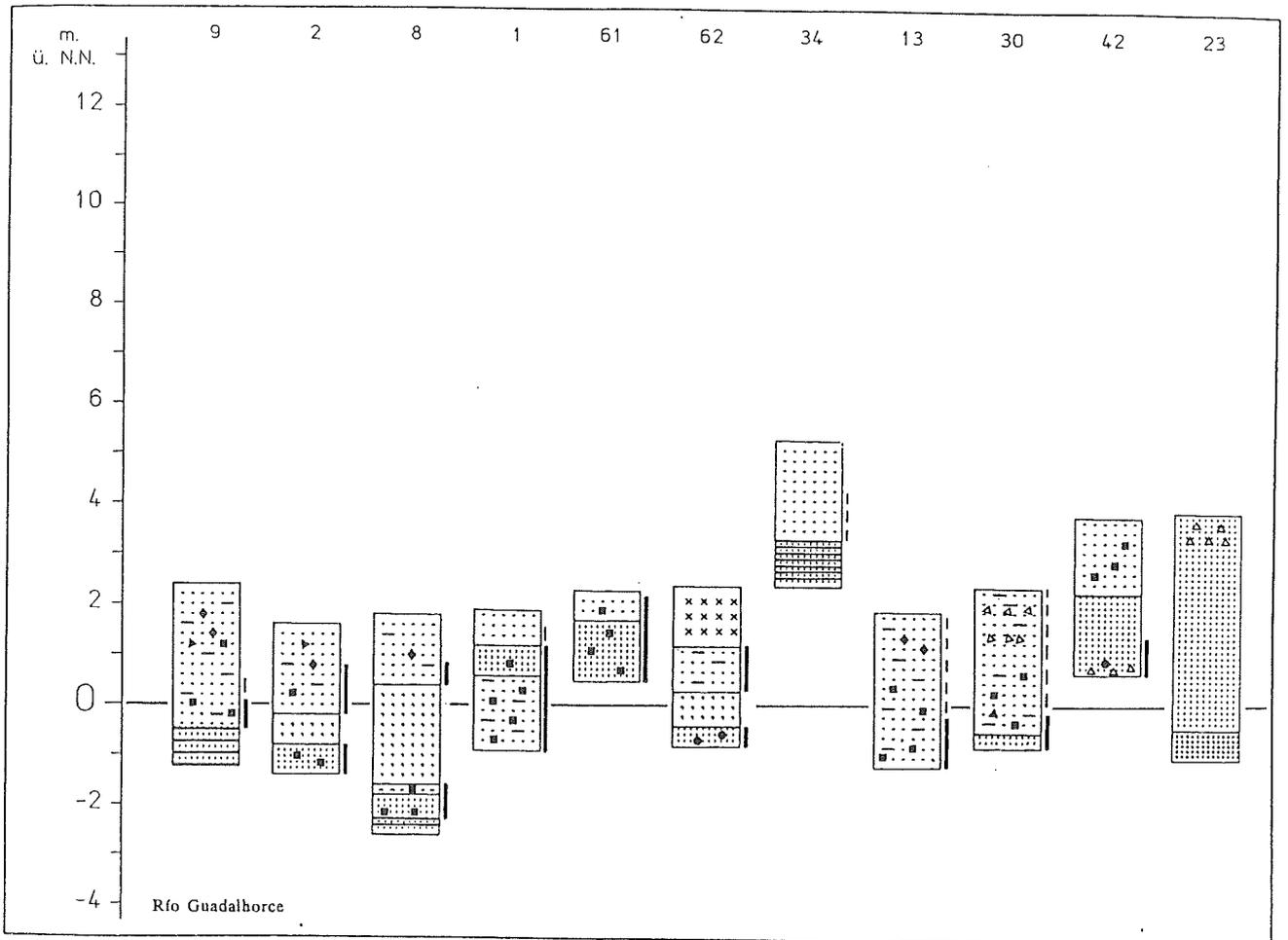


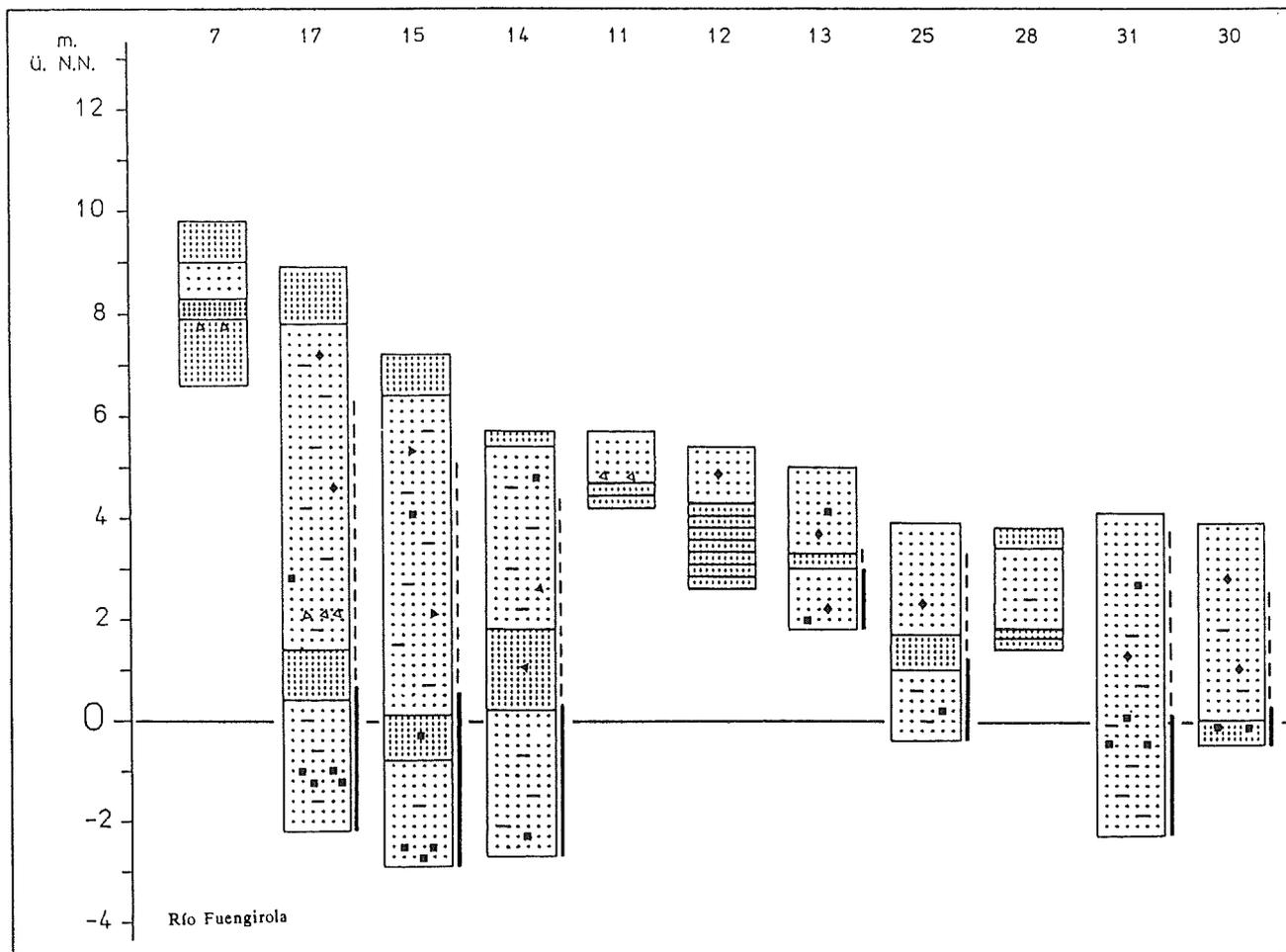
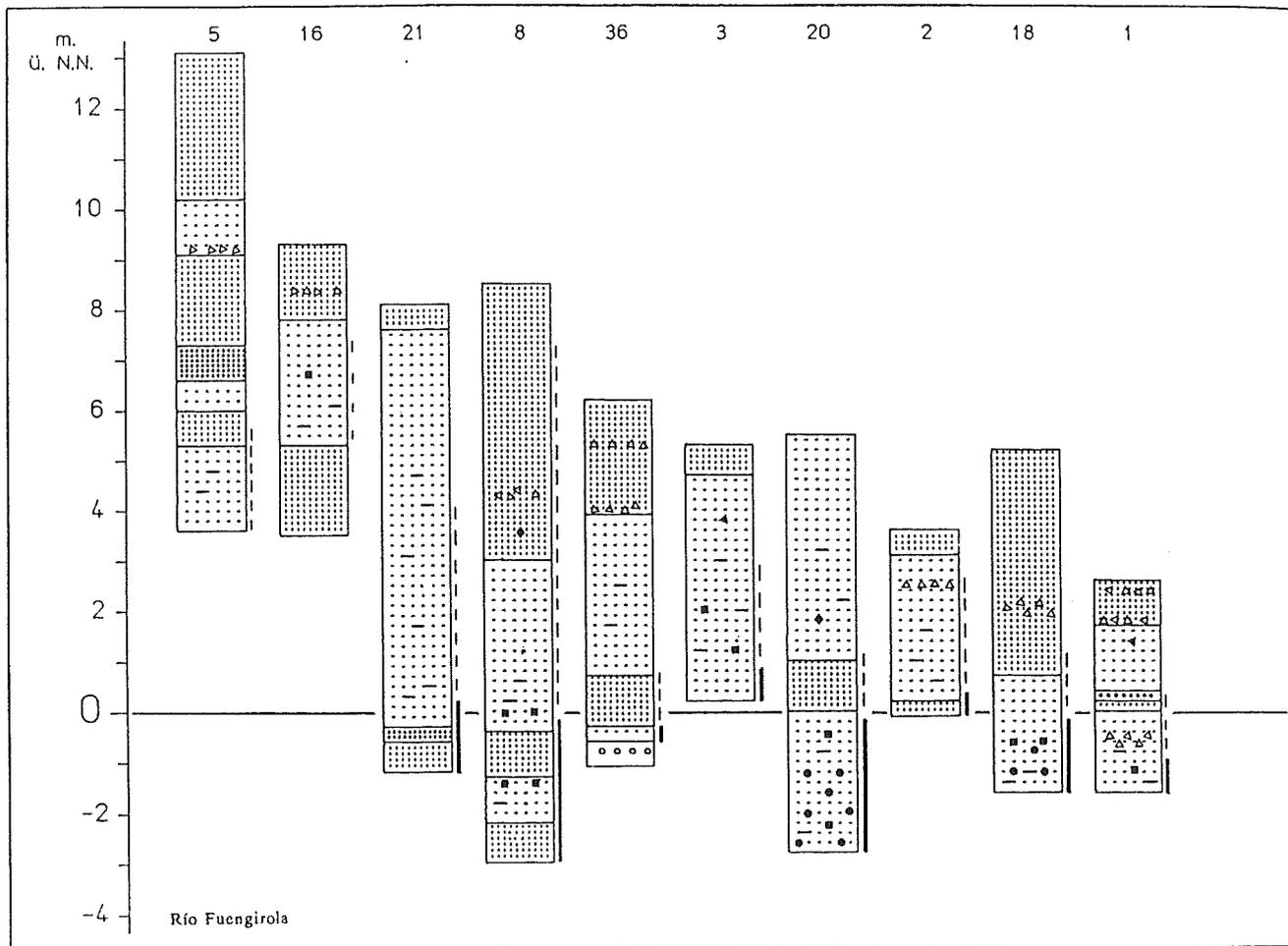


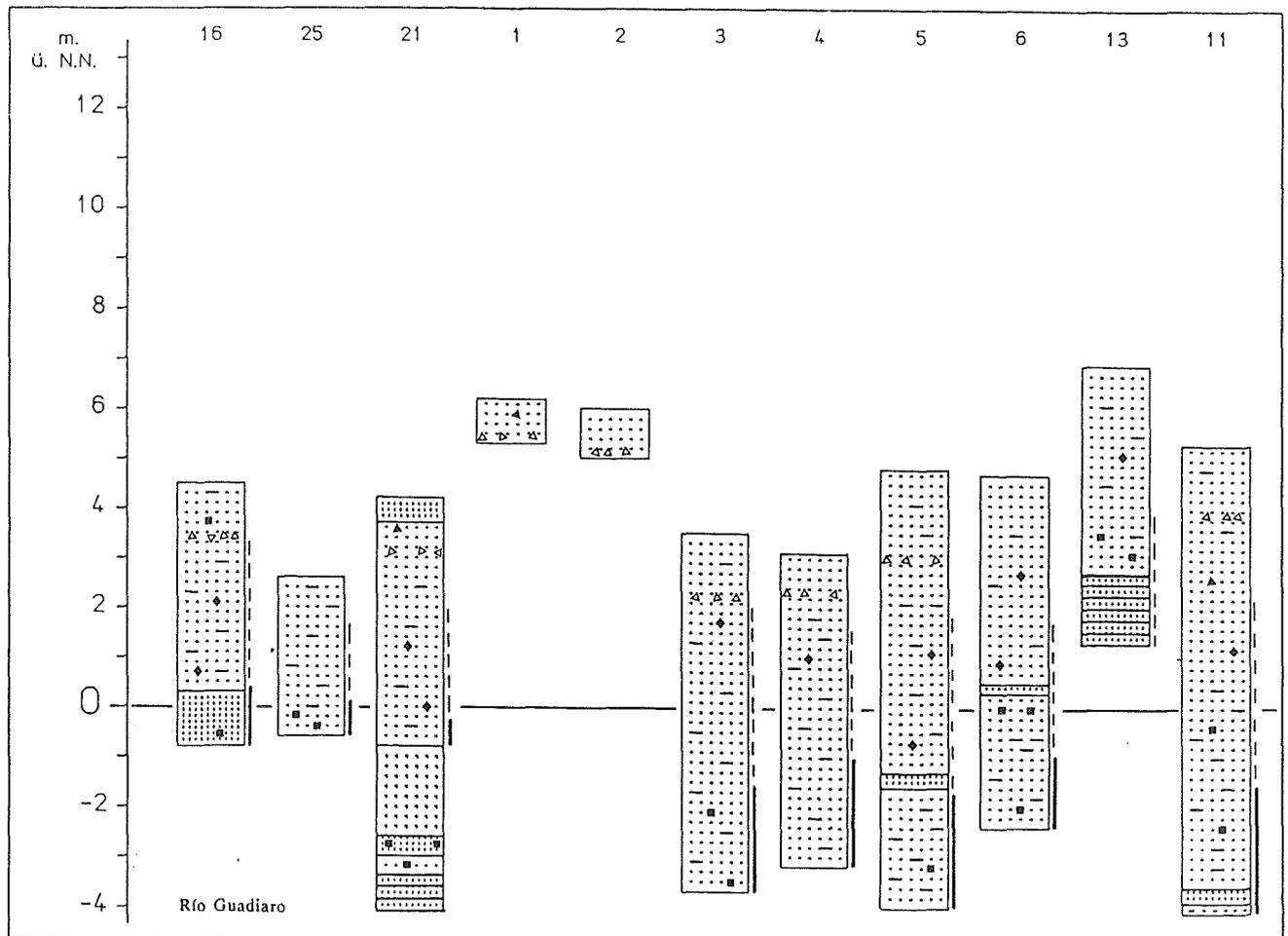
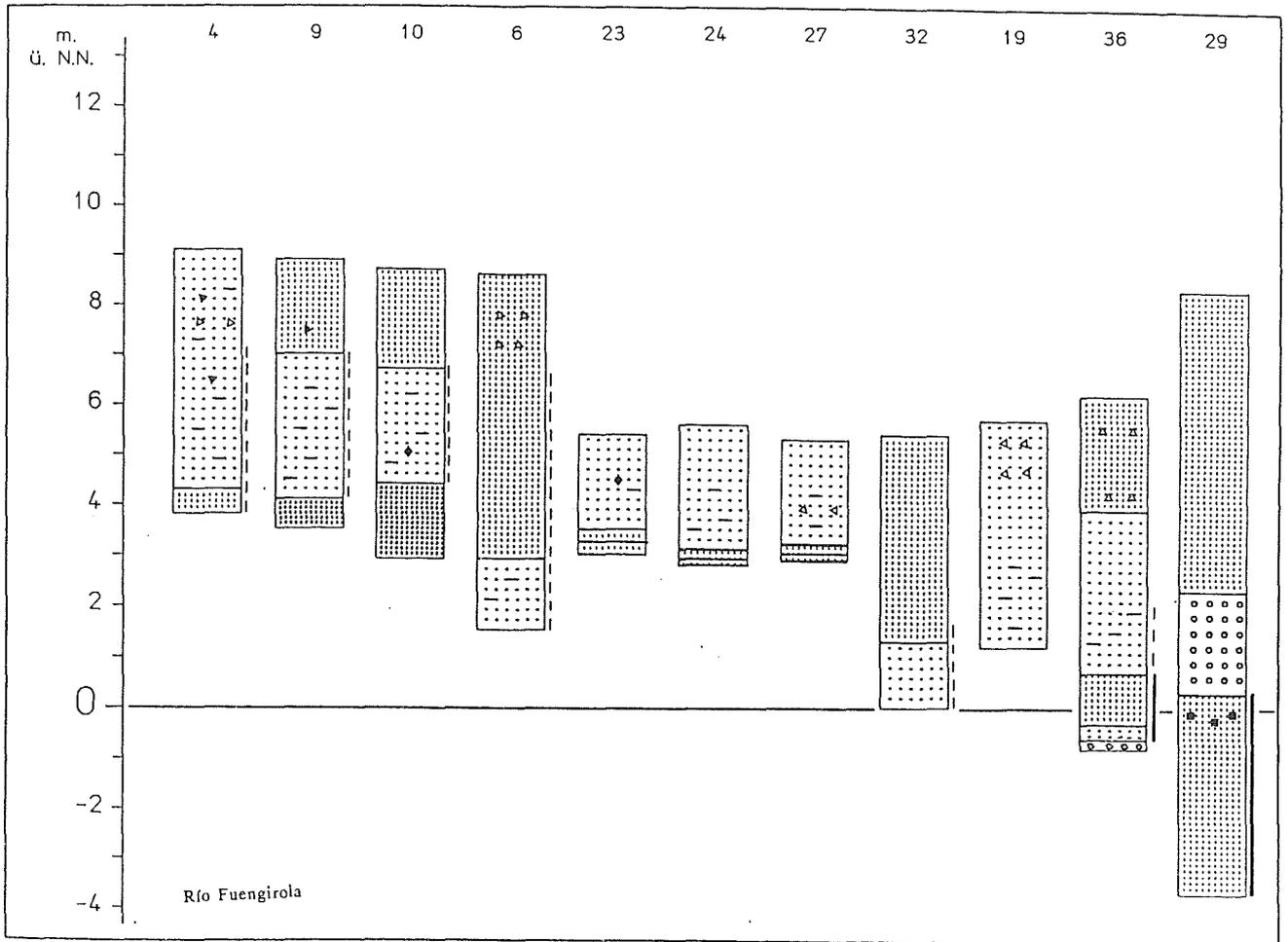


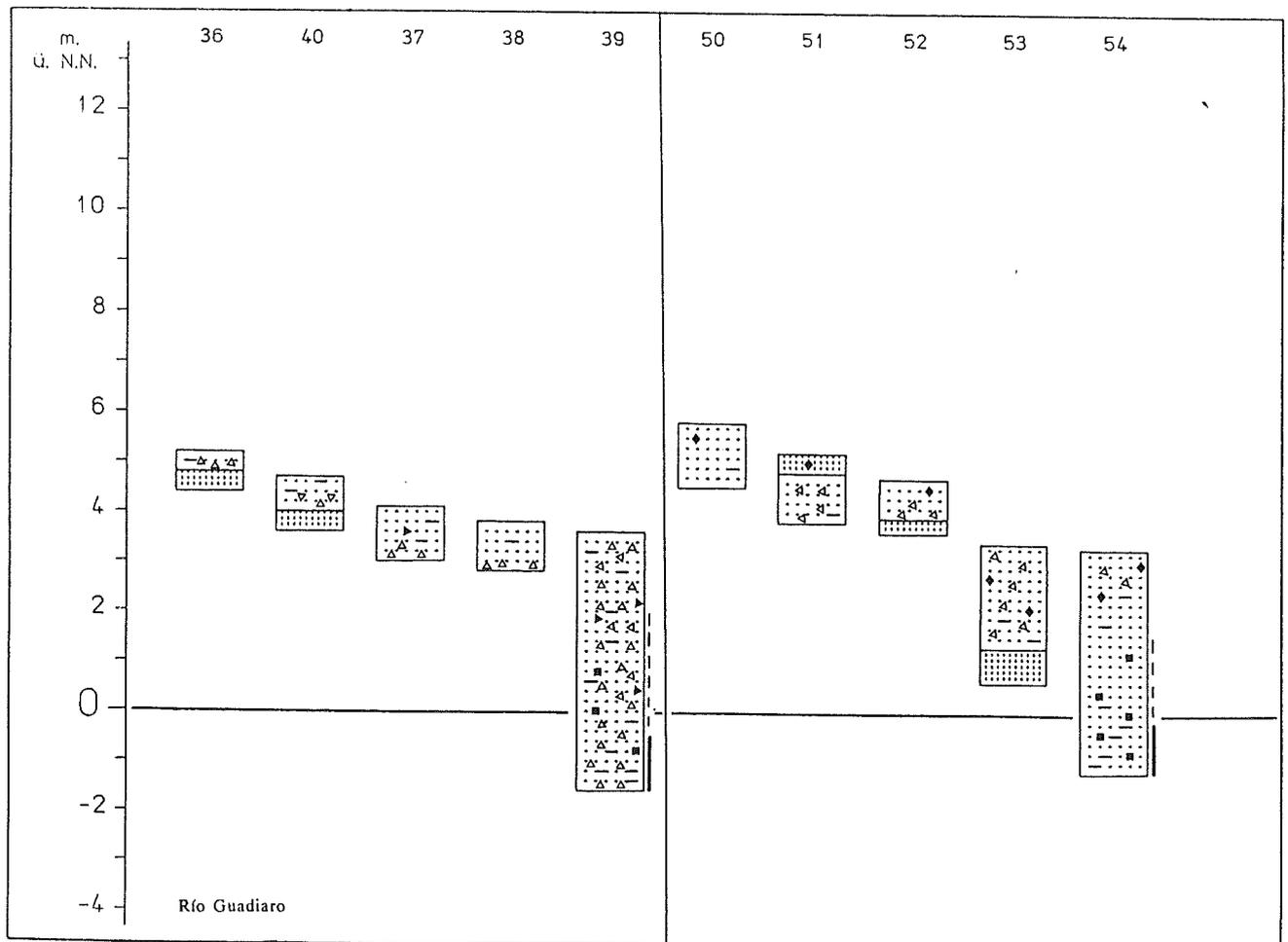
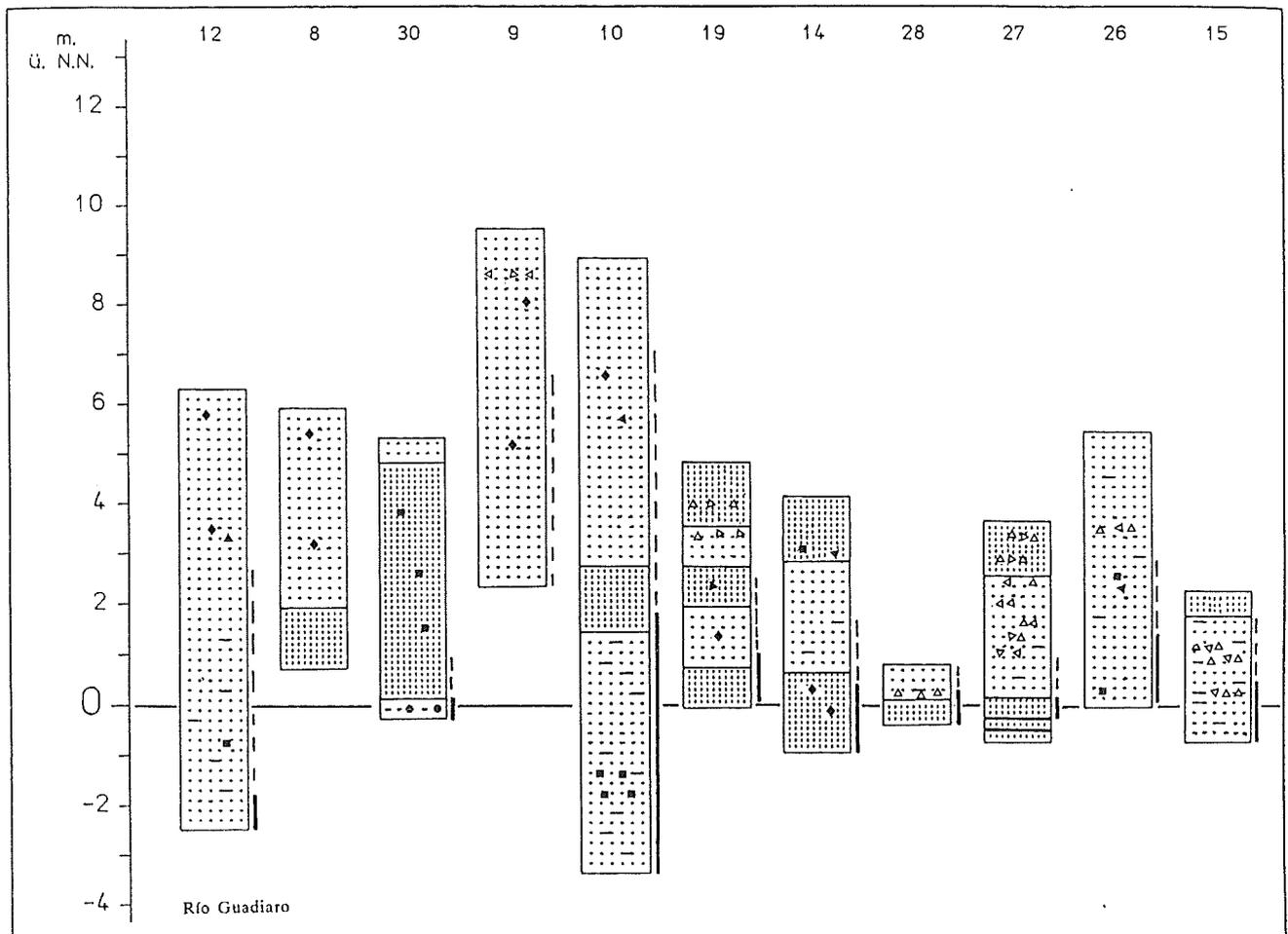


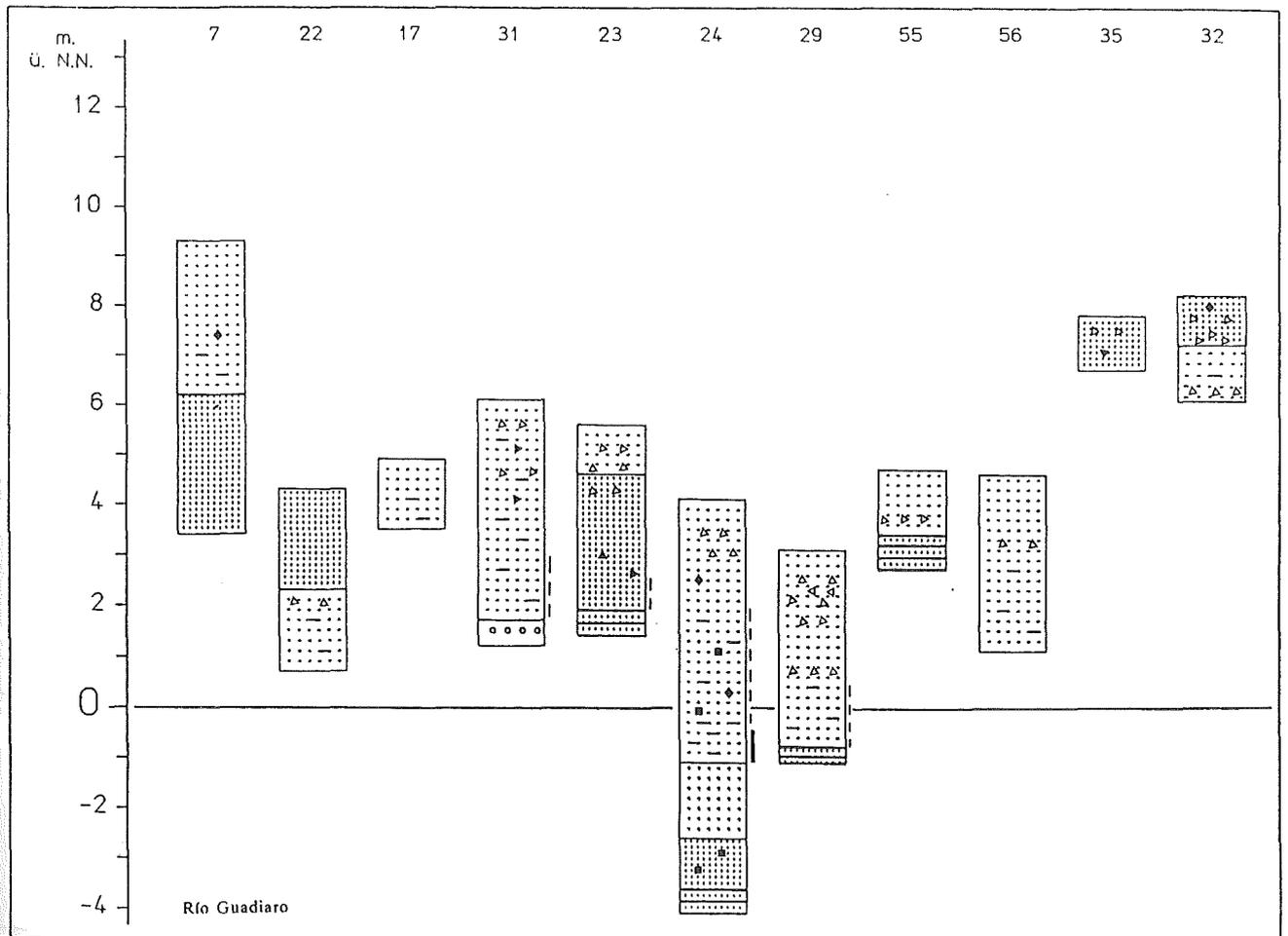


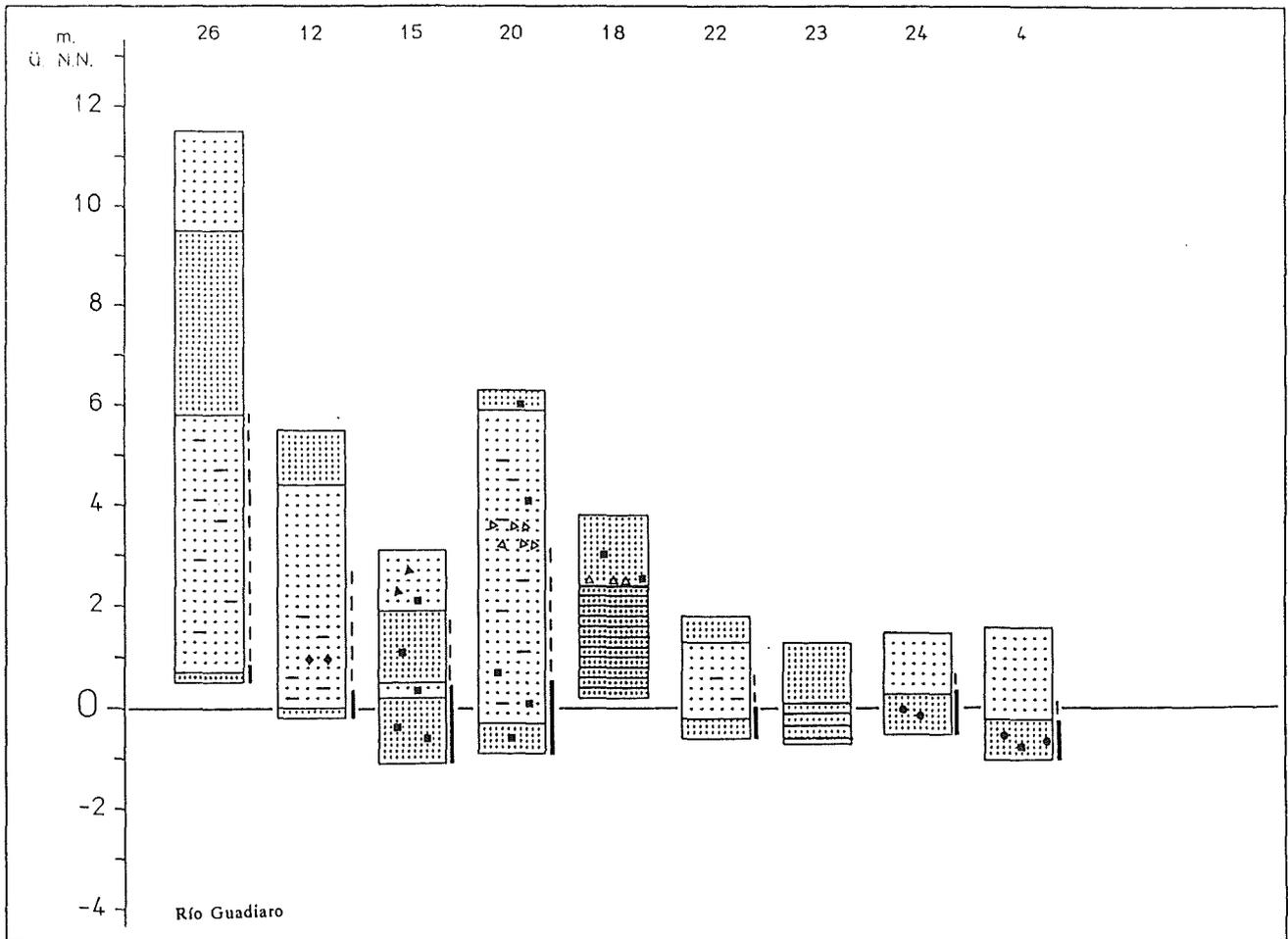
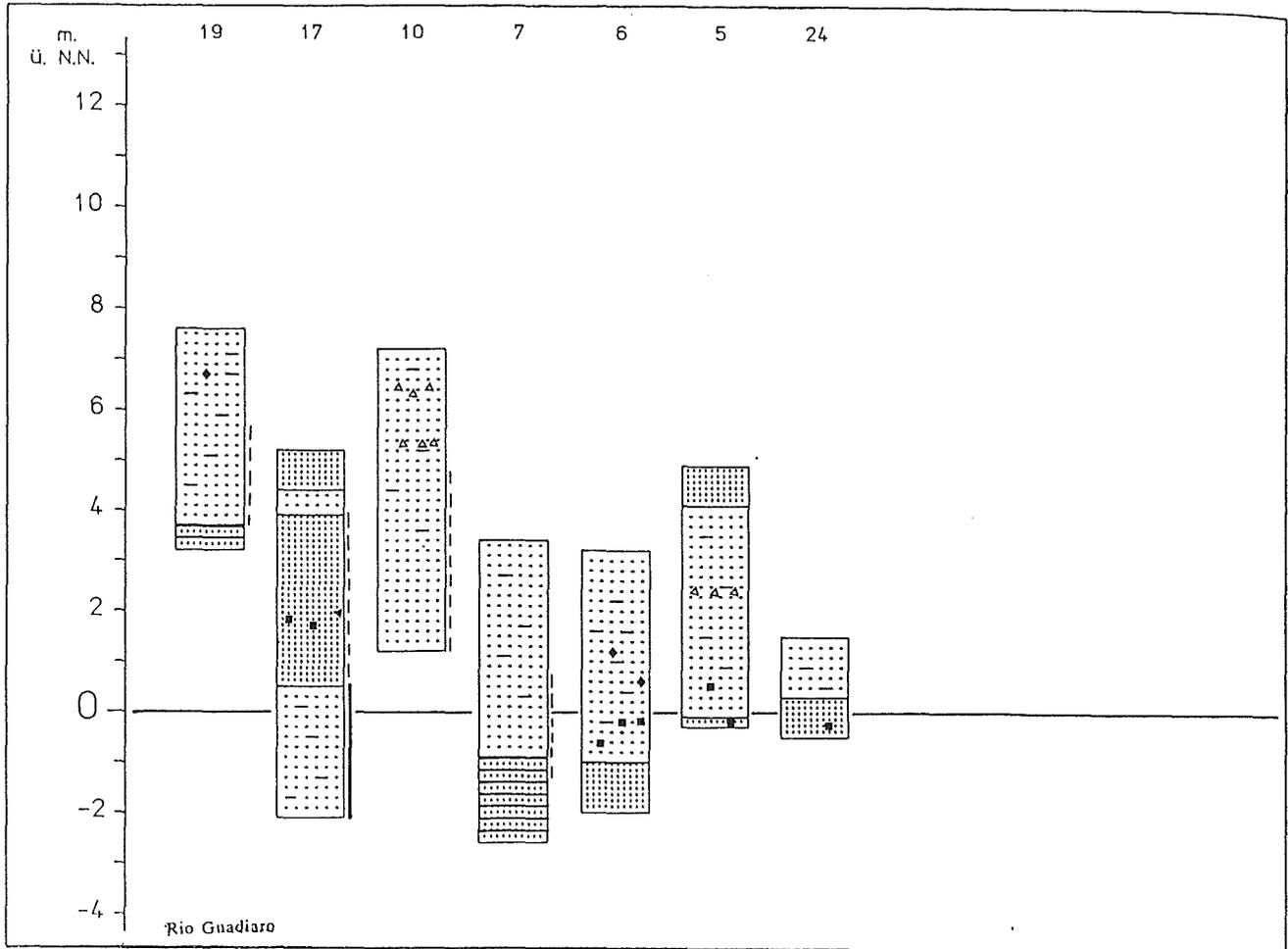


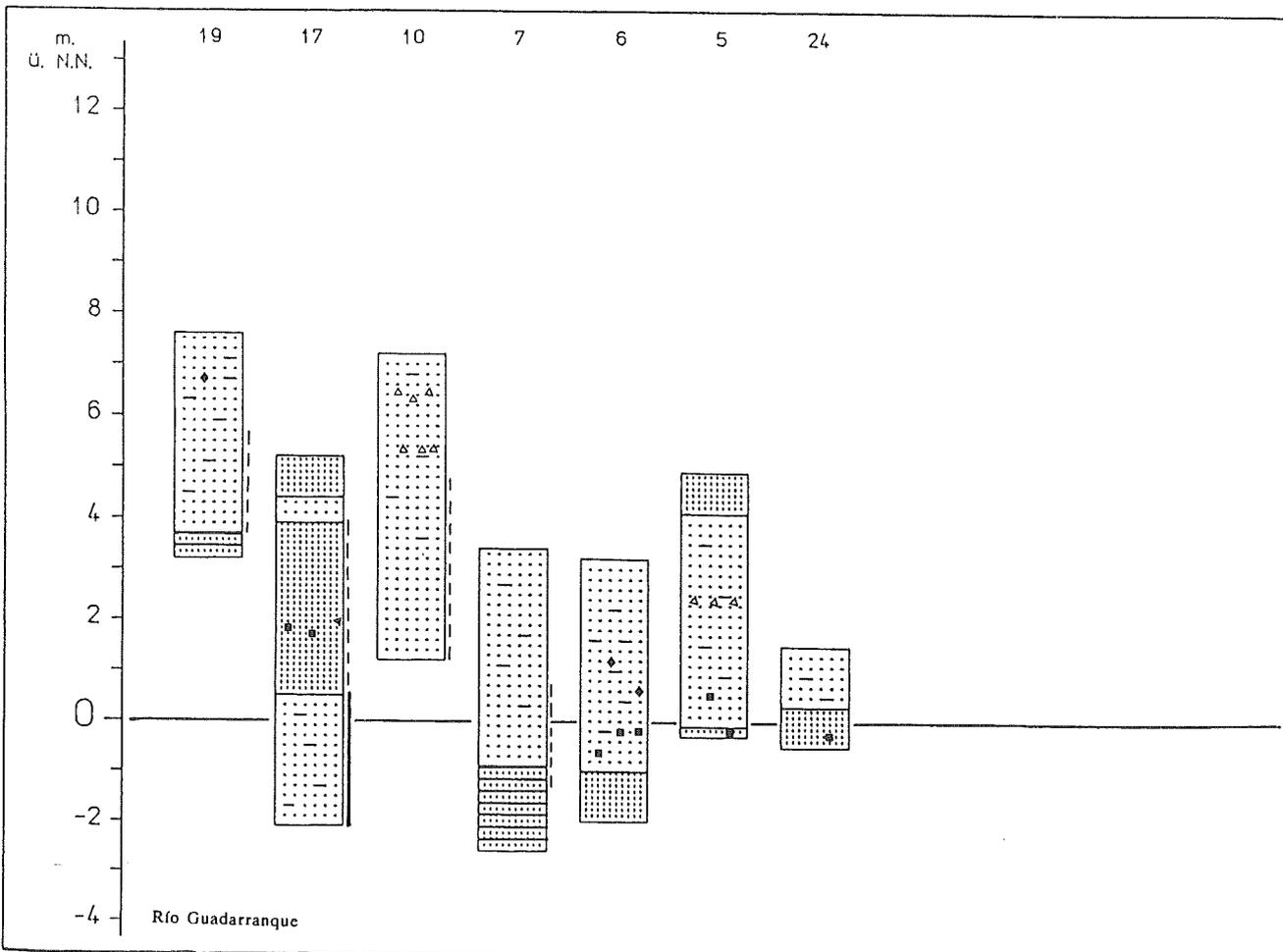


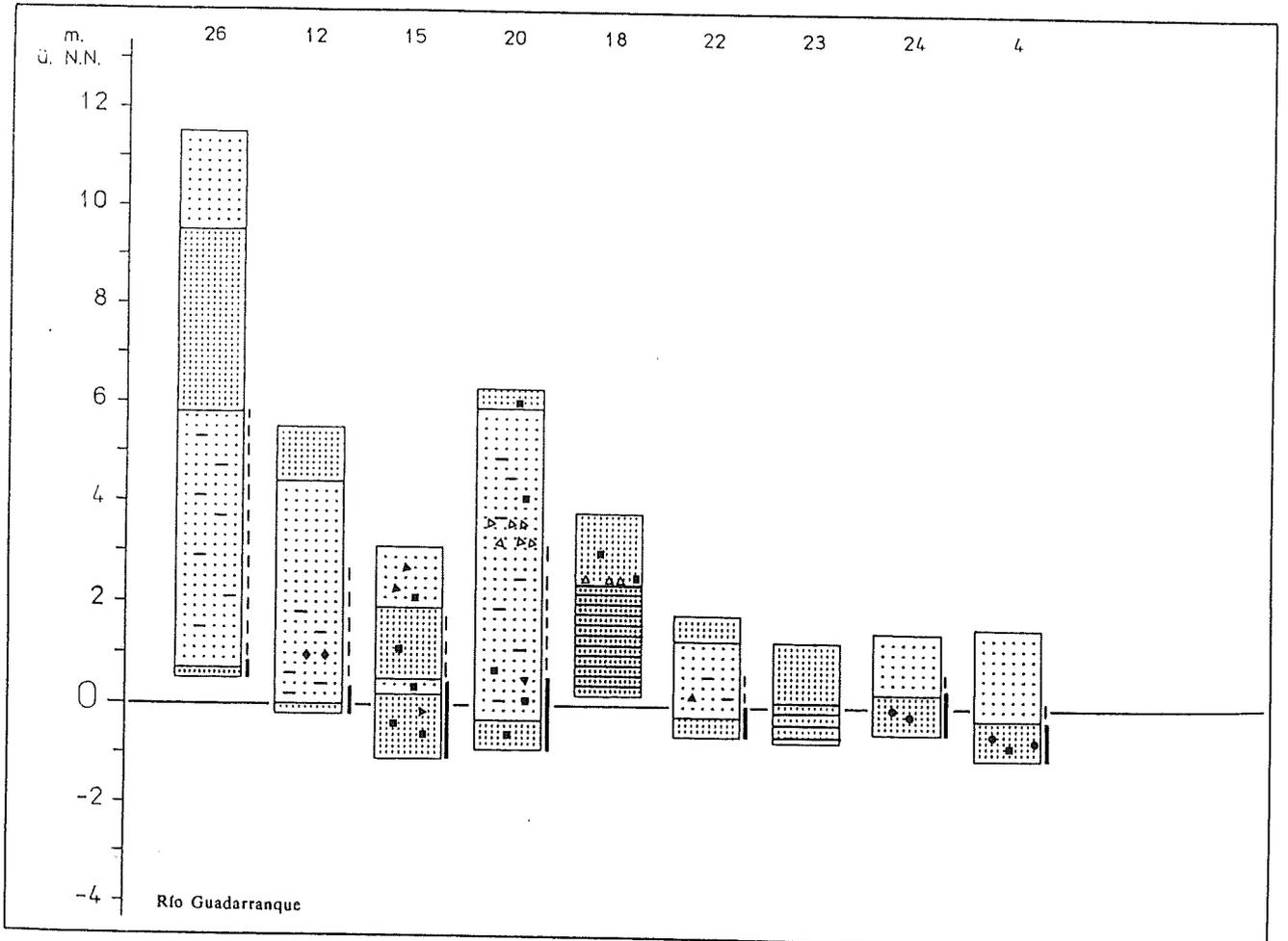
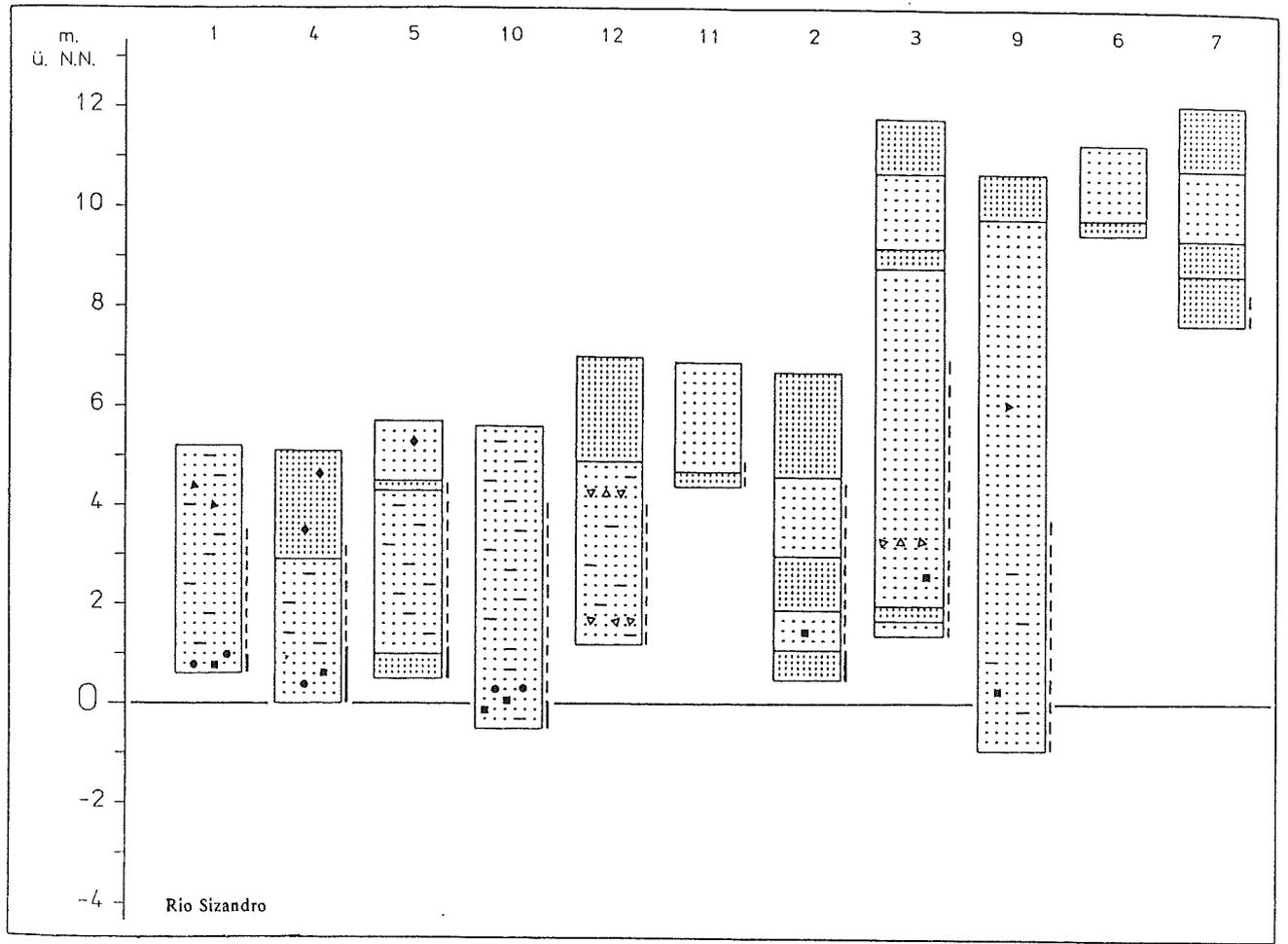


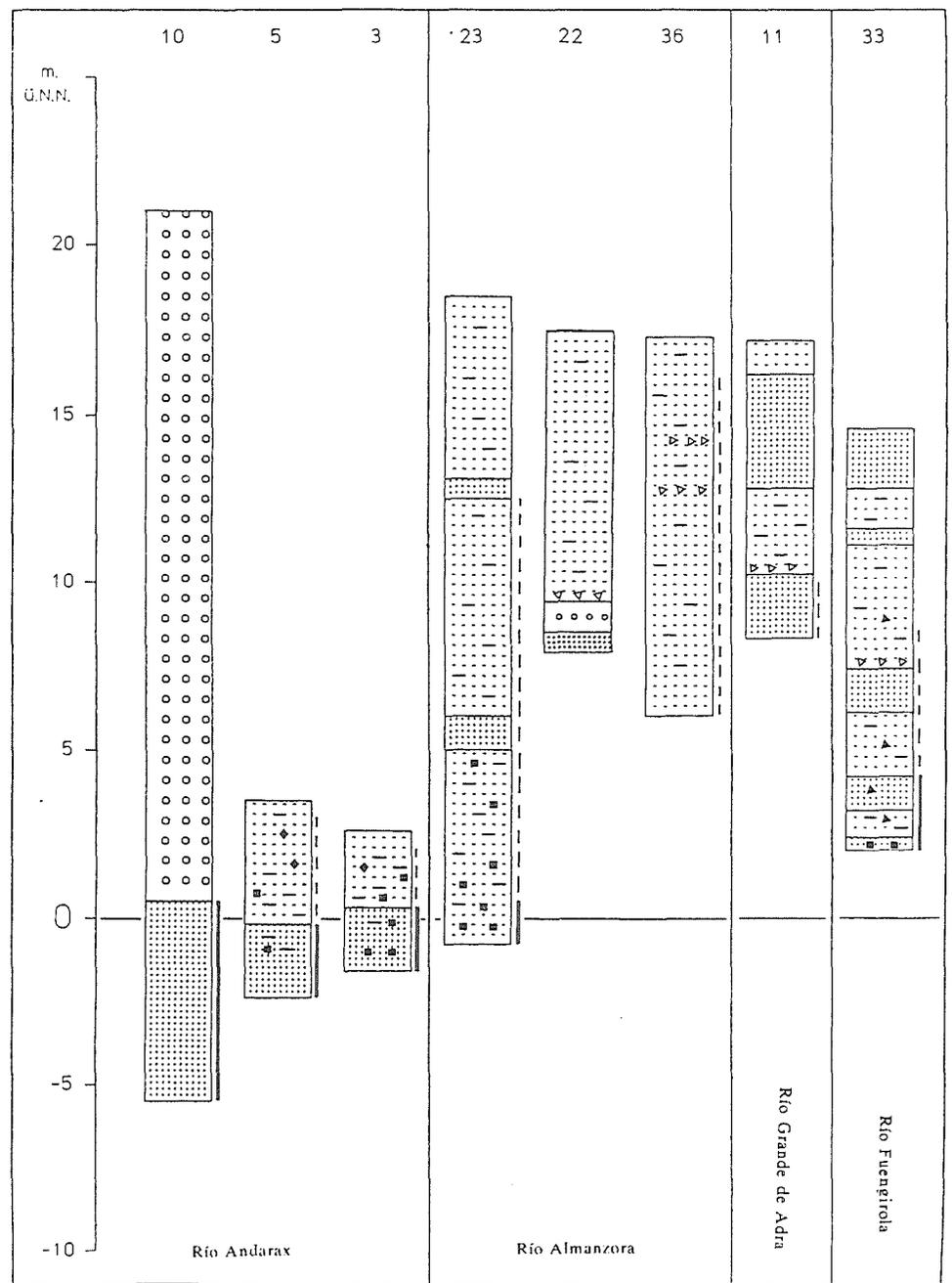
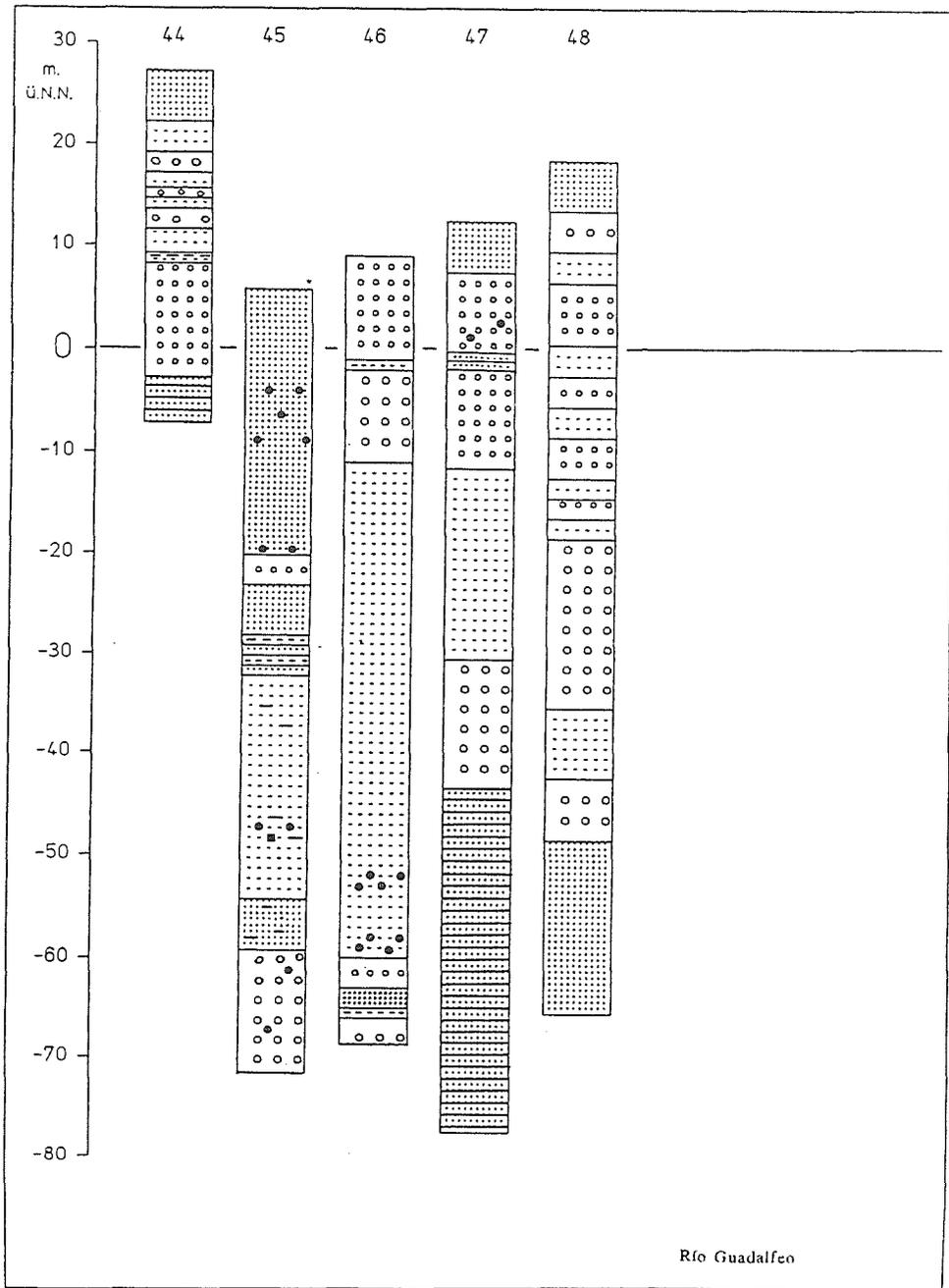


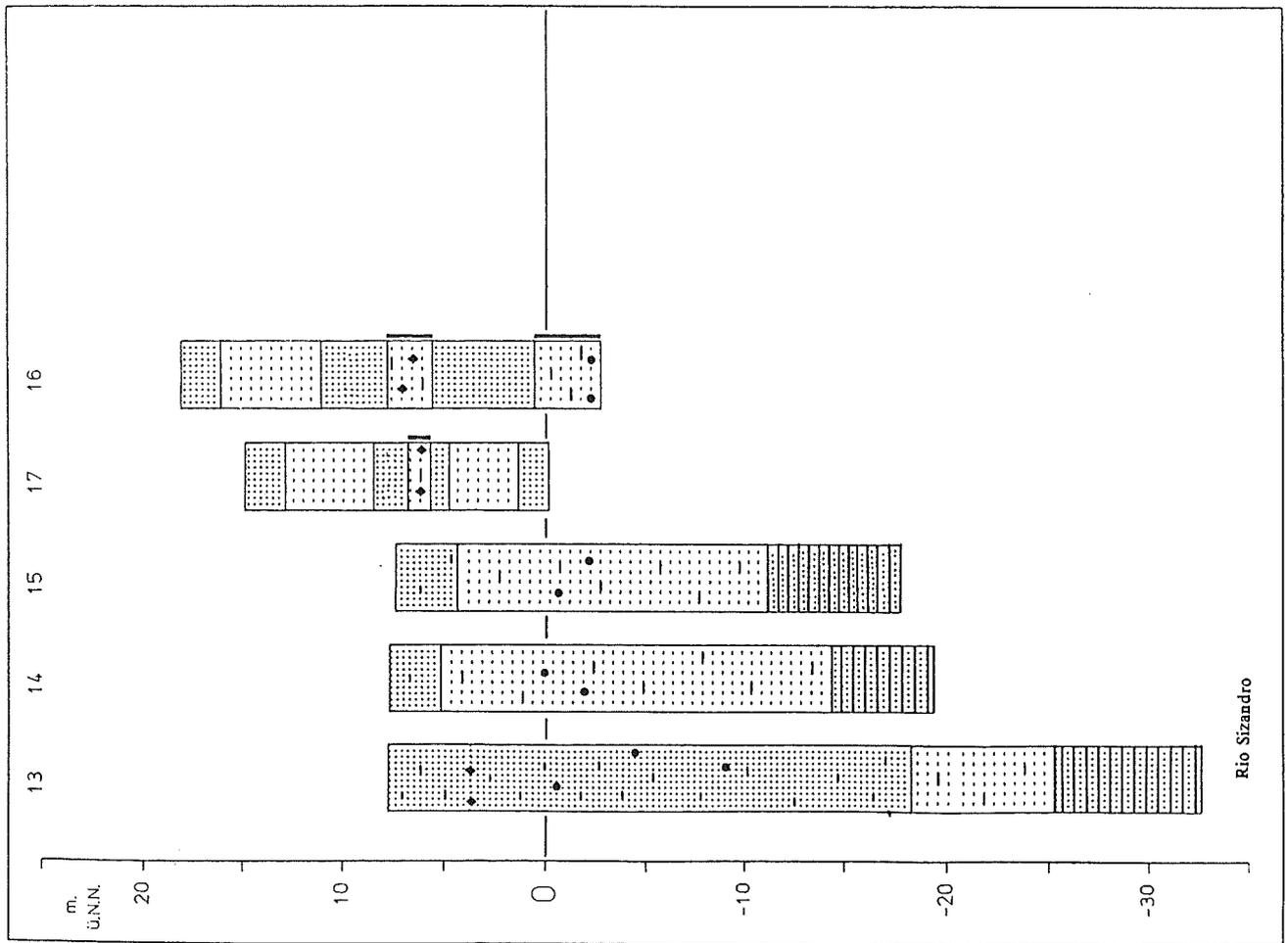
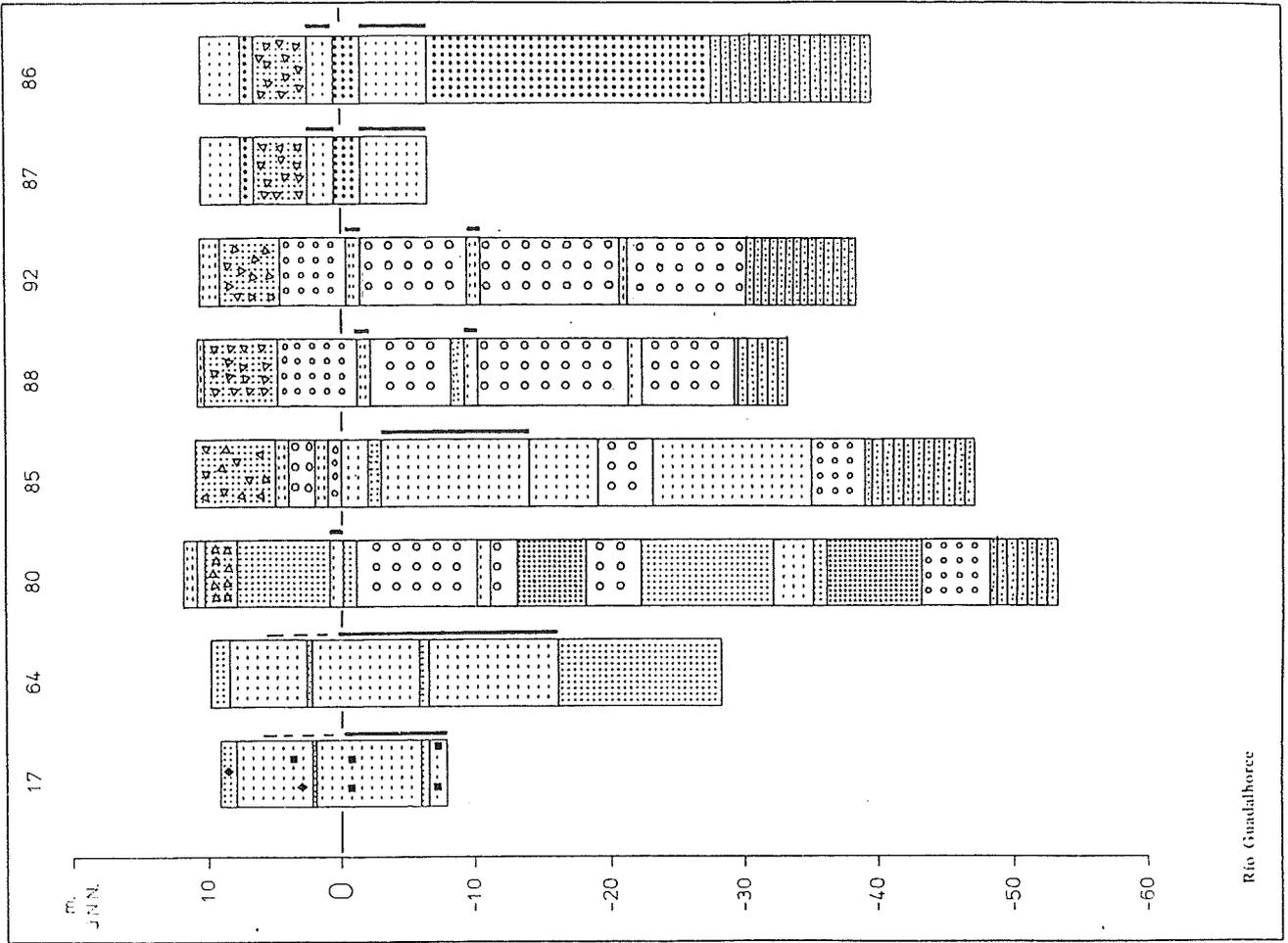












Historische Karten

1. Almería, 1759 ; Museo Naval Madrid
2. Adra, 1785 ; Museo Naval Madrid
3. Salobreña 1787 ; Museo Naval Madrid
4. Almuñecar 1783 ; Museo Naval Madrid
5. Torre del Mar 1784 ; Museo Naval Madrid
6. Málaga 1772 ; Museo Naval Madrid
7. Málaga 1772 (aus: CARTER 1772)
8. Málaga 1772 (aus: CARTER 1772)
9. Gibraltar 1727 ; Biblioteca Canovas del Castillo,
Diputación de Málaga
10. Gibraltar 1740(?) ; Instituto Geográfico Nacional Madrid
11. Gibraltar 1761(?) ; Museo Naval Madrid
12. Andalusische Küste 1570 ; Cartoteca Historica del Servicio
Geográfico del Ejército Madrid
13. Andalusische Küste 1789 ; Cartoteca Historica del Servicio
Geográfico del Ejército Madrid
14. Iberische Halbinsel 1563 ; Museo Naval Madrid



PLANO DEL FONDEADERO DE ADRA

Simulo en el Malverton a 70 leg. del Est. de Malaga levantado por Orden de S. M. en Octubre de 1784

Explicacion

- Calle principal
- Calle de la Iglesia
- Calle de la Plaza
- Calle de la Fuente
- Calle de la Puerta
- Calle de la Ermita
- Calle de la Capilla
- Calle de la Casa
- Calle de la Torre
- Calle de la Puerta
- Calle de la Ermita
- Calle de la Capilla
- Calle de la Casa
- Calle de la Torre

Nota: Este plano se levantó en virtud de un Real Cédula de S. M. de 1784 para el establecimiento de un Hospital de San Mateo en esta Ciudad de Adra.

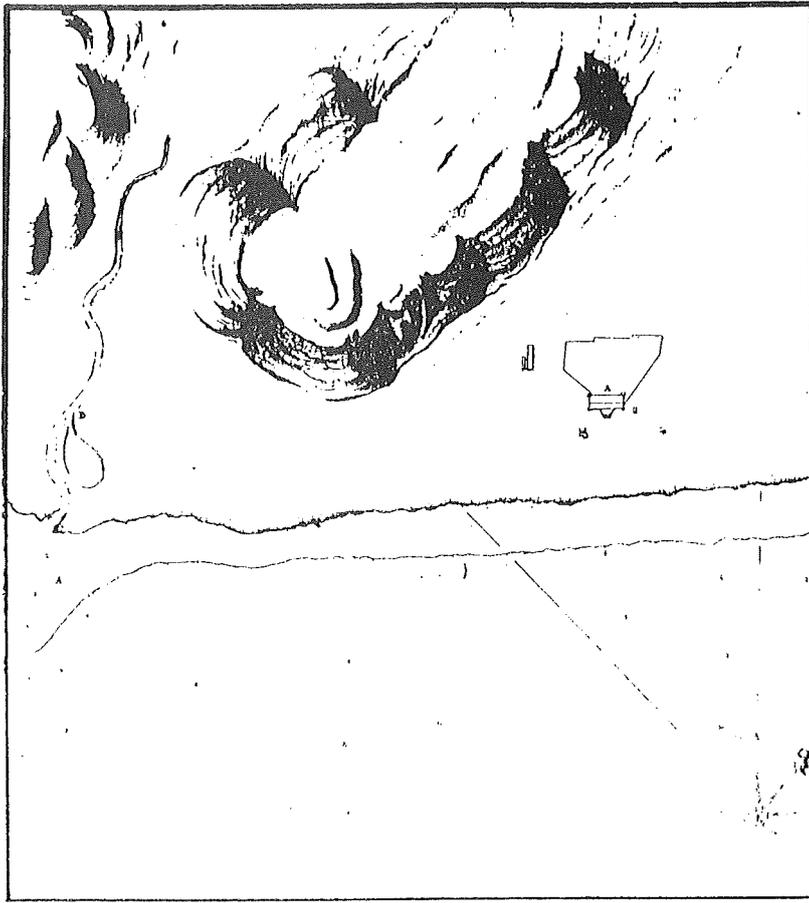
Escala de 20 Varas castellanas.

Explicacion

Este plano se levantó en virtud de un Real Cédula de S. M. de 1784 para el establecimiento de un Hospital de San Mateo en esta Ciudad de Adra. El plano muestra la distribución de las calles y la ubicación de los edificios que forman parte del Hospital. La calle principal es la que corre de Norte a Sur por el centro de la Ciudad. Las otras calles son las que se ramifican de ella para dar acceso a los diferentes edificios y plazas. La Plaza de la Iglesia es la que se encuentra al Norte del Hospital. La Plaza de la Fuente es la que se encuentra al Sur del Hospital. La Plaza de la Puerta es la que se encuentra al Oeste del Hospital. La Plaza de la Ermita es la que se encuentra al Este del Hospital. La Plaza de la Capilla es la que se encuentra al Norte del Hospital. La Plaza de la Casa es la que se encuentra al Sur del Hospital. La Plaza de la Torre es la que se encuentra al Oeste del Hospital.

Escala de 20 Varas castellanas.





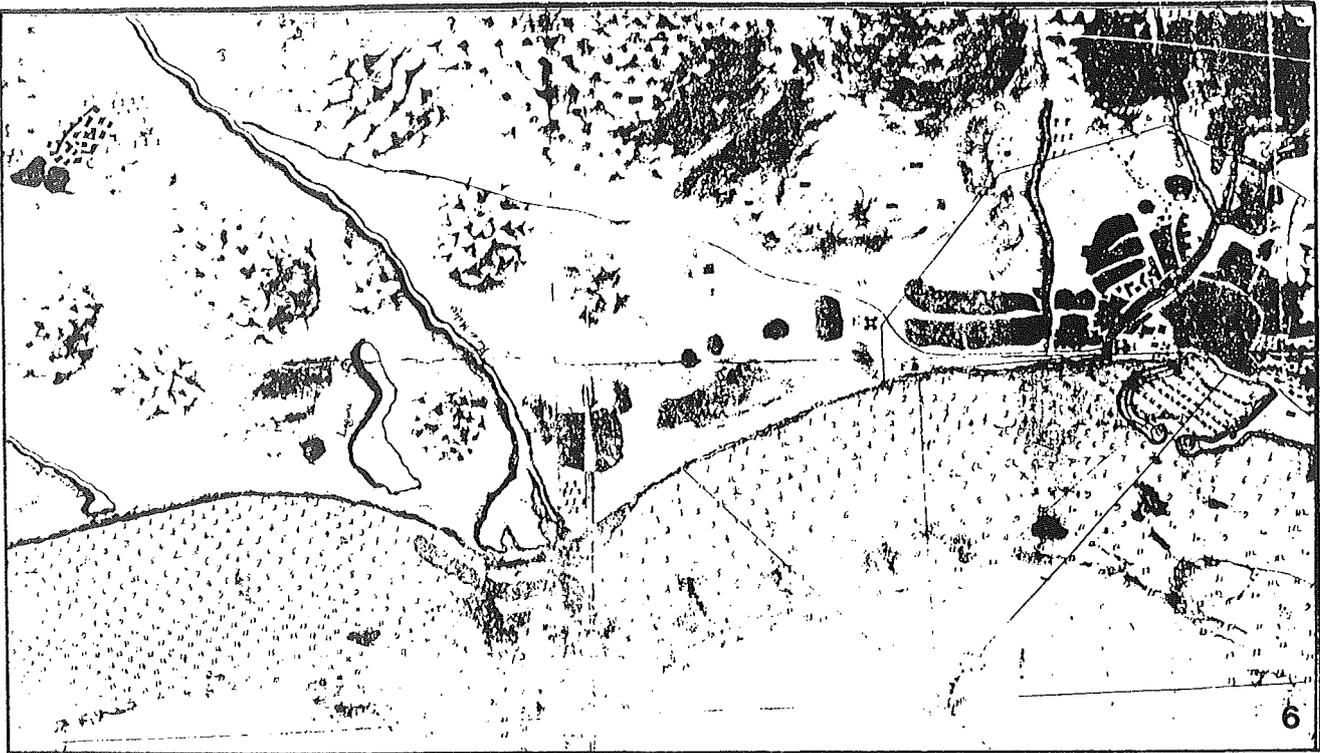
PLANO DE LA PLAYA DE VELEZ MALAGA

Llamada Torre del Mar. Levantado en el mes de Abril de 1781

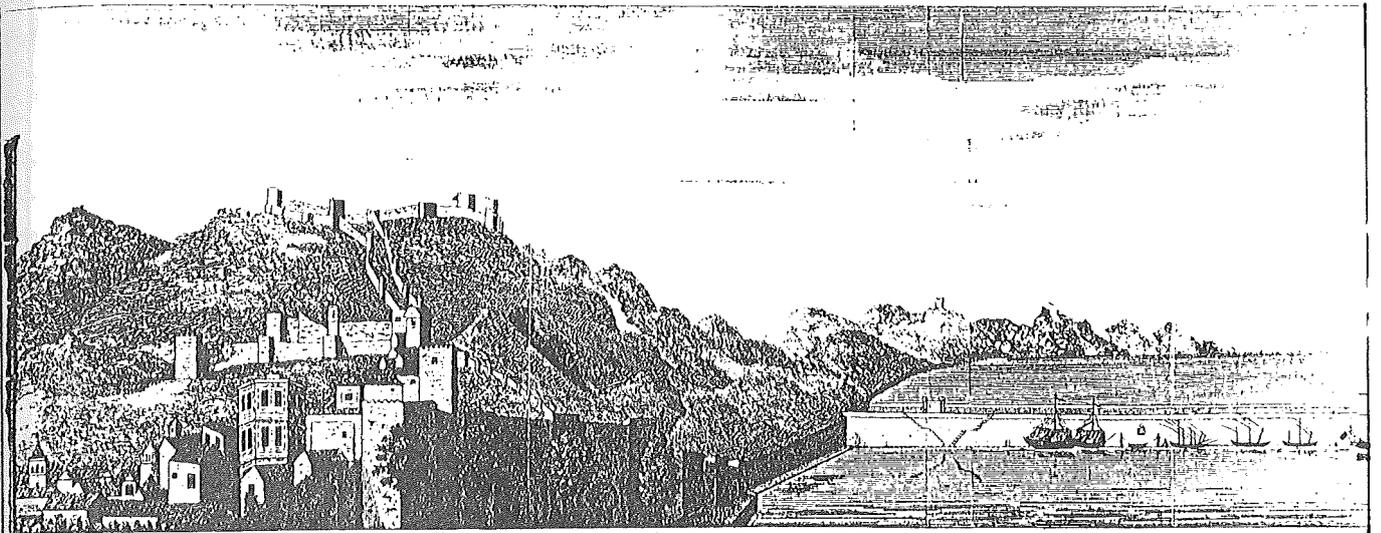
A. Carta y Mapa de la Torre del Mar. Levantado en el mes de Abril de 1781. El plano de la playa de Velez Malaga. Levantado en el mes de Abril de 1781. El plano de la playa de Velez Malaga. Levantado en el mes de Abril de 1781.

Descripcion de la Playa de Velez Malaga. Levantado en el mes de Abril de 1781. El plano de la playa de Velez Malaga. Levantado en el mes de Abril de 1781. El plano de la playa de Velez Malaga. Levantado en el mes de Abril de 1781.

5

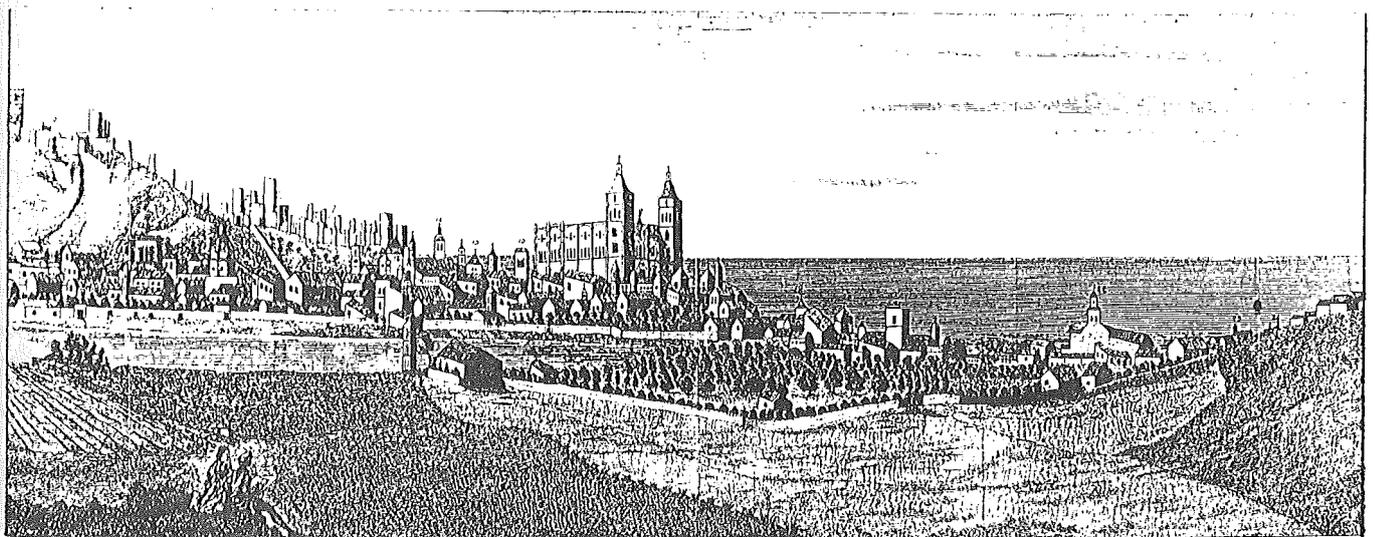


6



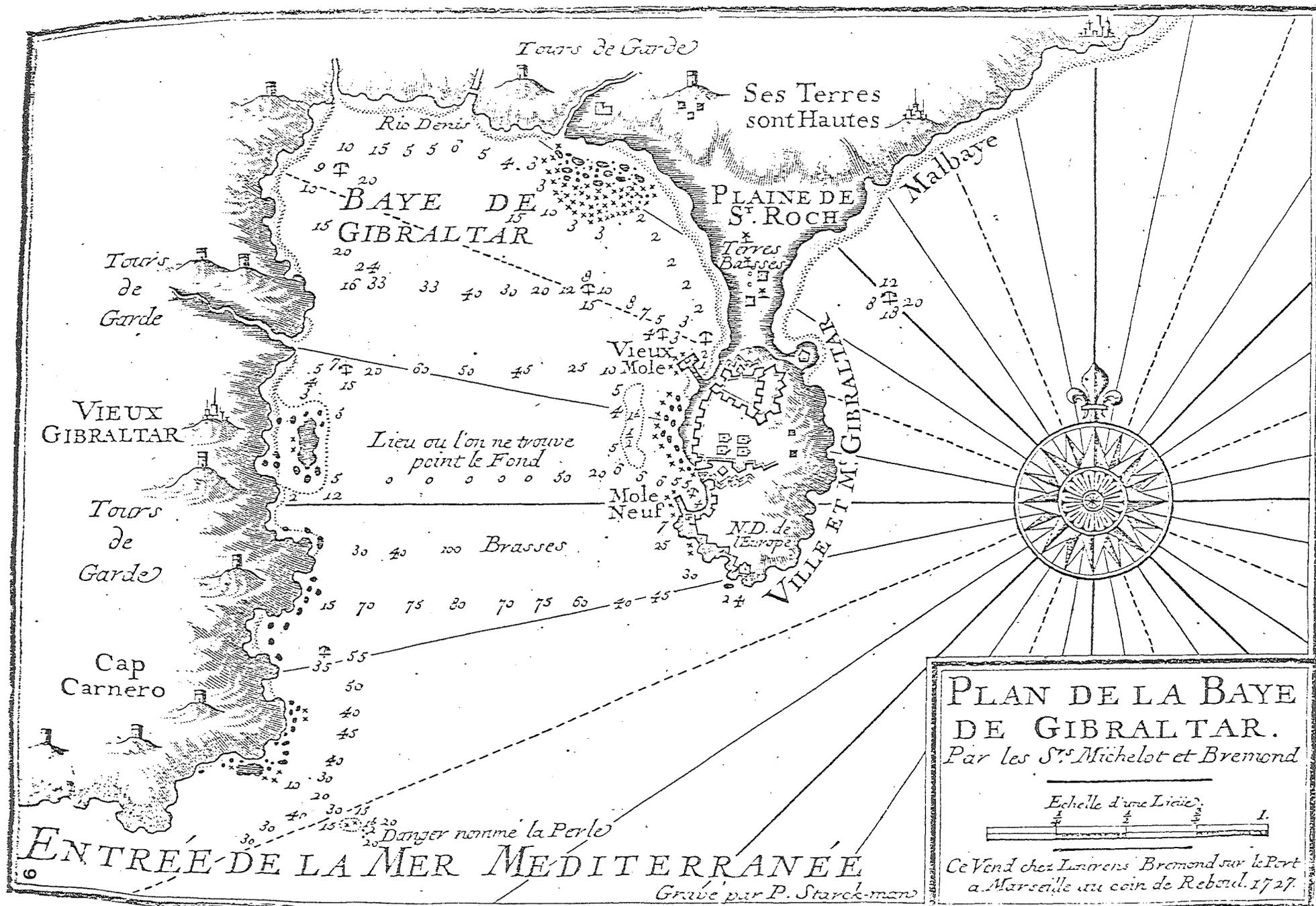
*West View of the MOLE of MALAGA seen from one of the Towers of the CATHEDRAL.
 Engraved by J. G. KNEELAND in the City of Malaga.*

7



MALAGA seen from a HILL opposite the TRINITY with the AGUA MEDINA FLOWING and Drawn by FRANCIS CARTER in the Month of October 1794.

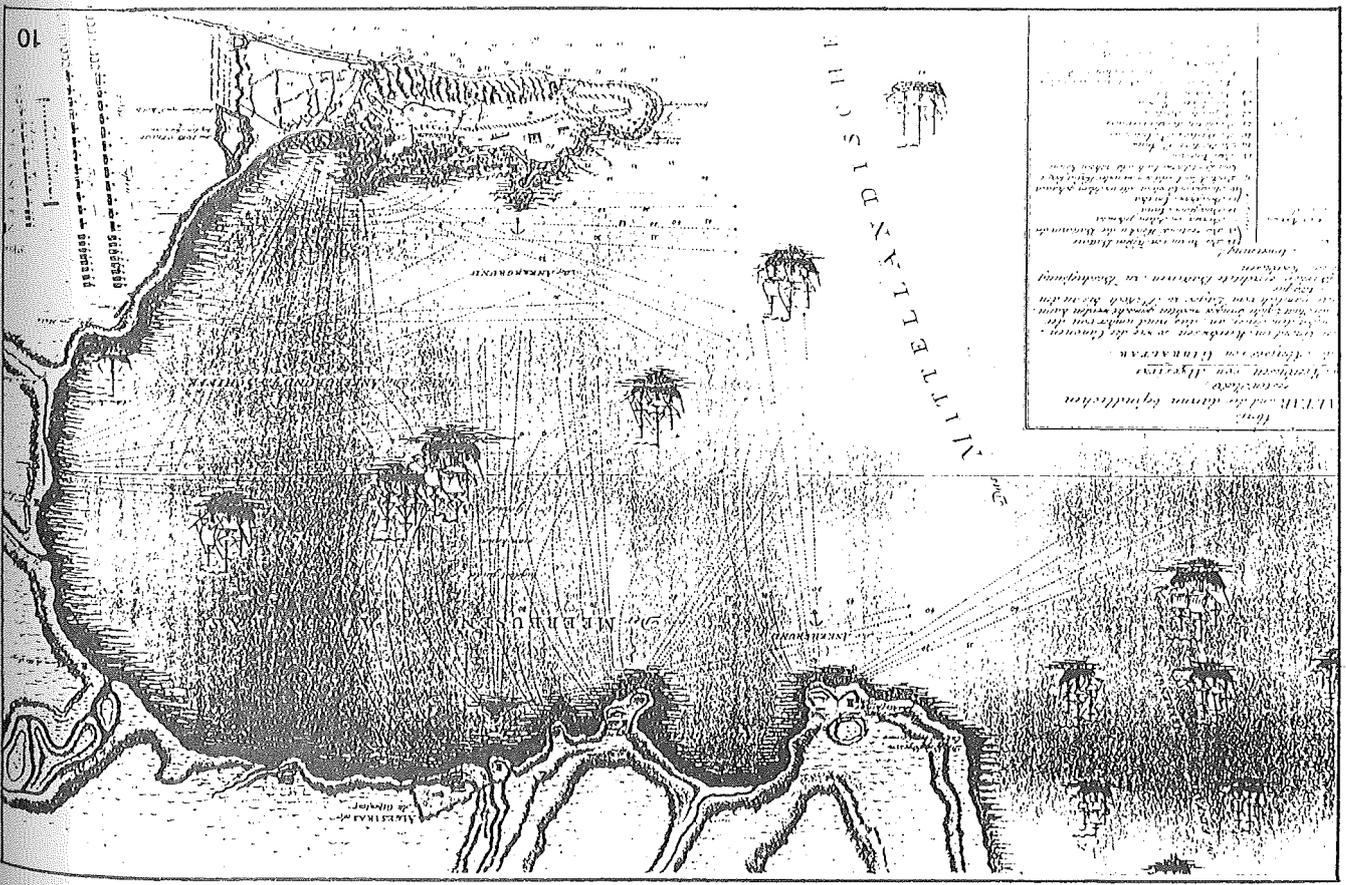
8





PLAN TOPOGRAPHIQUE DE LA VILLE PORT ET BAYE DE GIBRALTAR
ET DE SES ENVIRONS

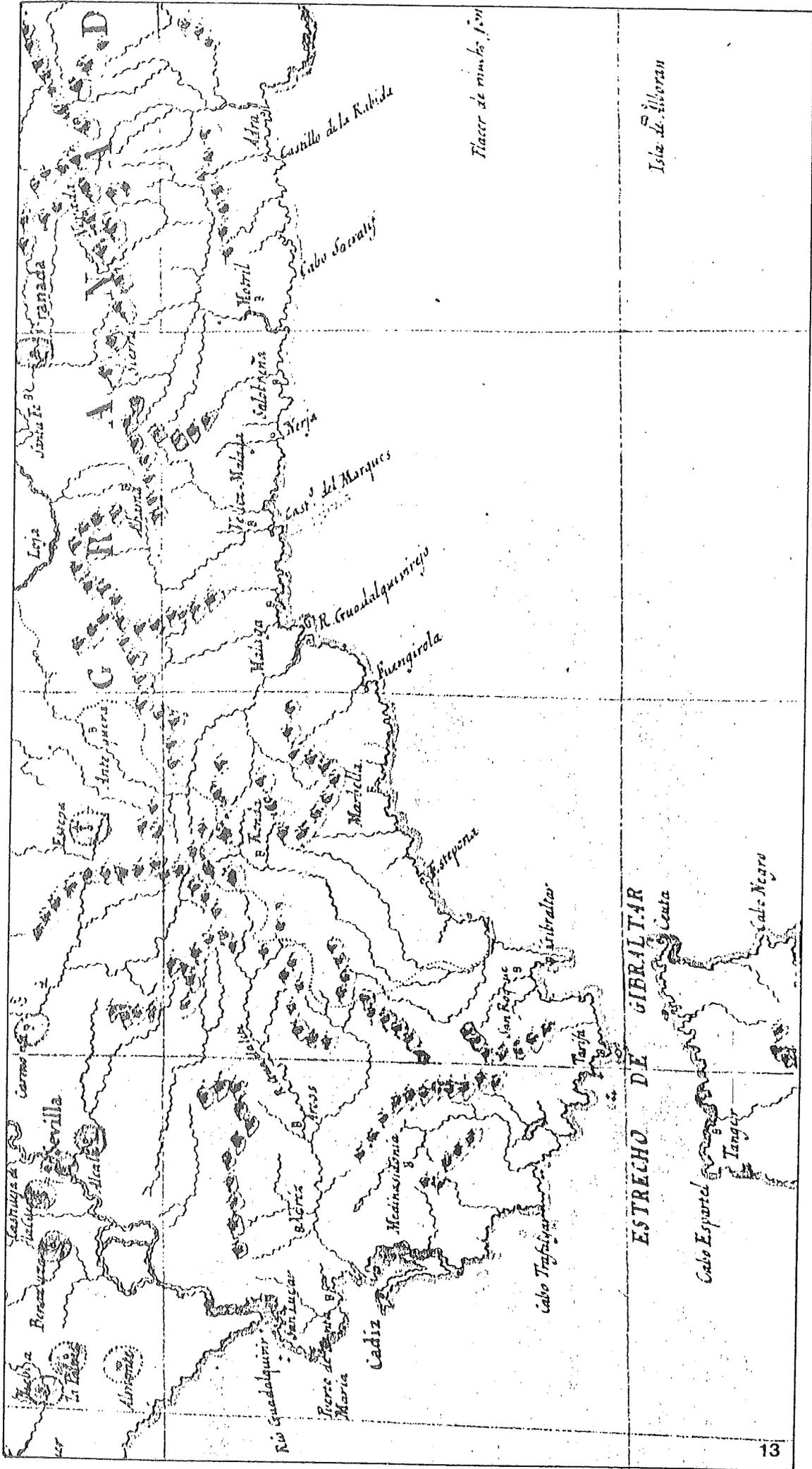
1. Plan de la Ville de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 2. Plan de la Baye de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 3. Plan de la Citadelle de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 4. Plan de la Ville de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 5. Plan de la Baye de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 6. Plan de la Citadelle de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 7. Plan de la Ville de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 8. Plan de la Baye de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 9. Plan de la Citadelle de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 10. Plan de la Ville de Gibraltar, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.



MIDDLE AND ISLANDS

1. Plan de l'Isle de Malte, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 2. Plan de la Ville de Valletta, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 3. Plan de la Ville de Mdina, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 4. Plan de la Citadelle de Valletta, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 5. Plan de la Citadelle de Mdina, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 6. Plan de la Ville de Valletta, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 7. Plan de la Ville de Mdina, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 8. Plan de la Citadelle de Valletta, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 9. Plan de la Citadelle de Mdina, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.
 10. Plan de la Ville de Valletta, par le Sr. J. B. de la Cruz, 1763.

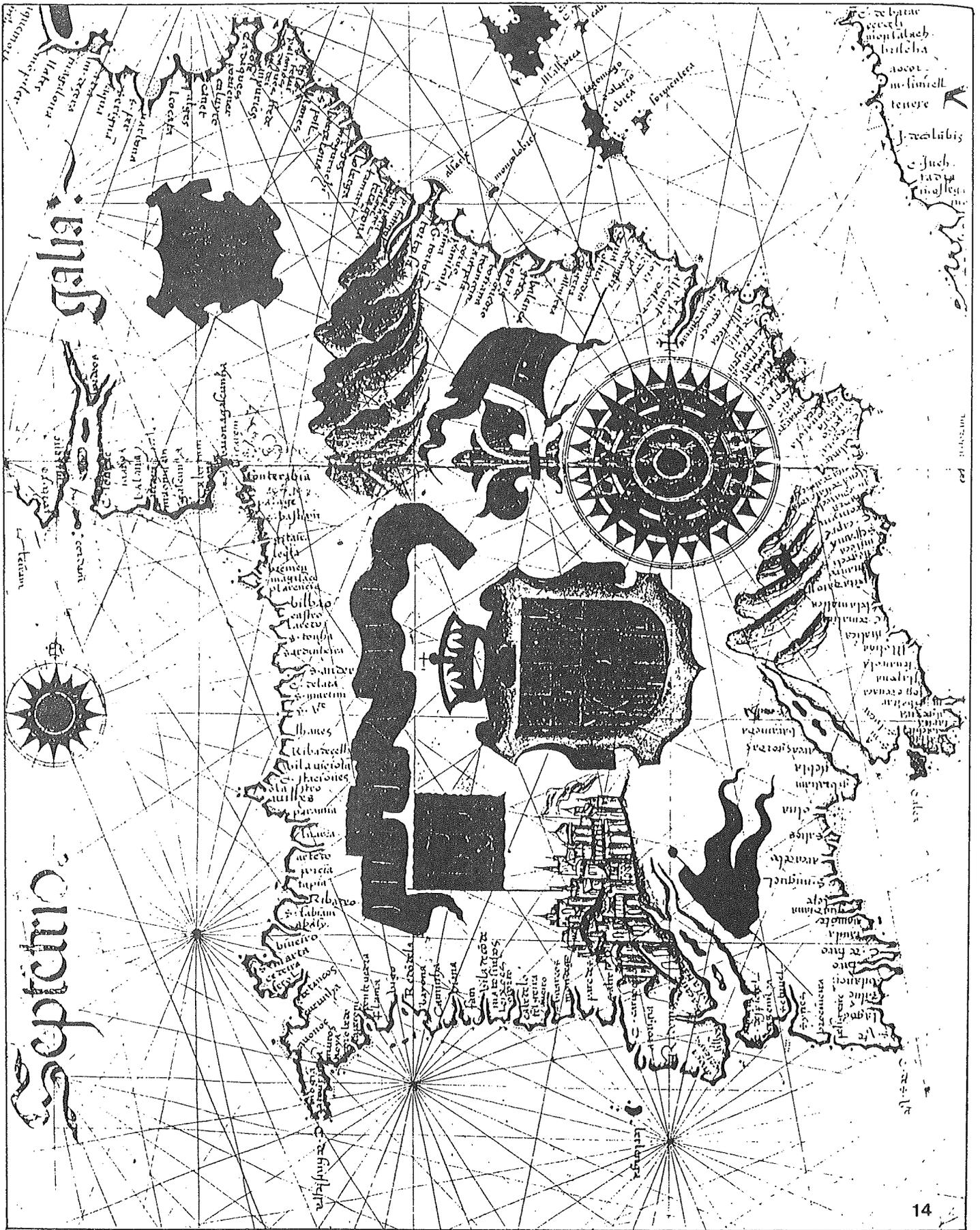




ESTRECHO DE GIBRALTAR

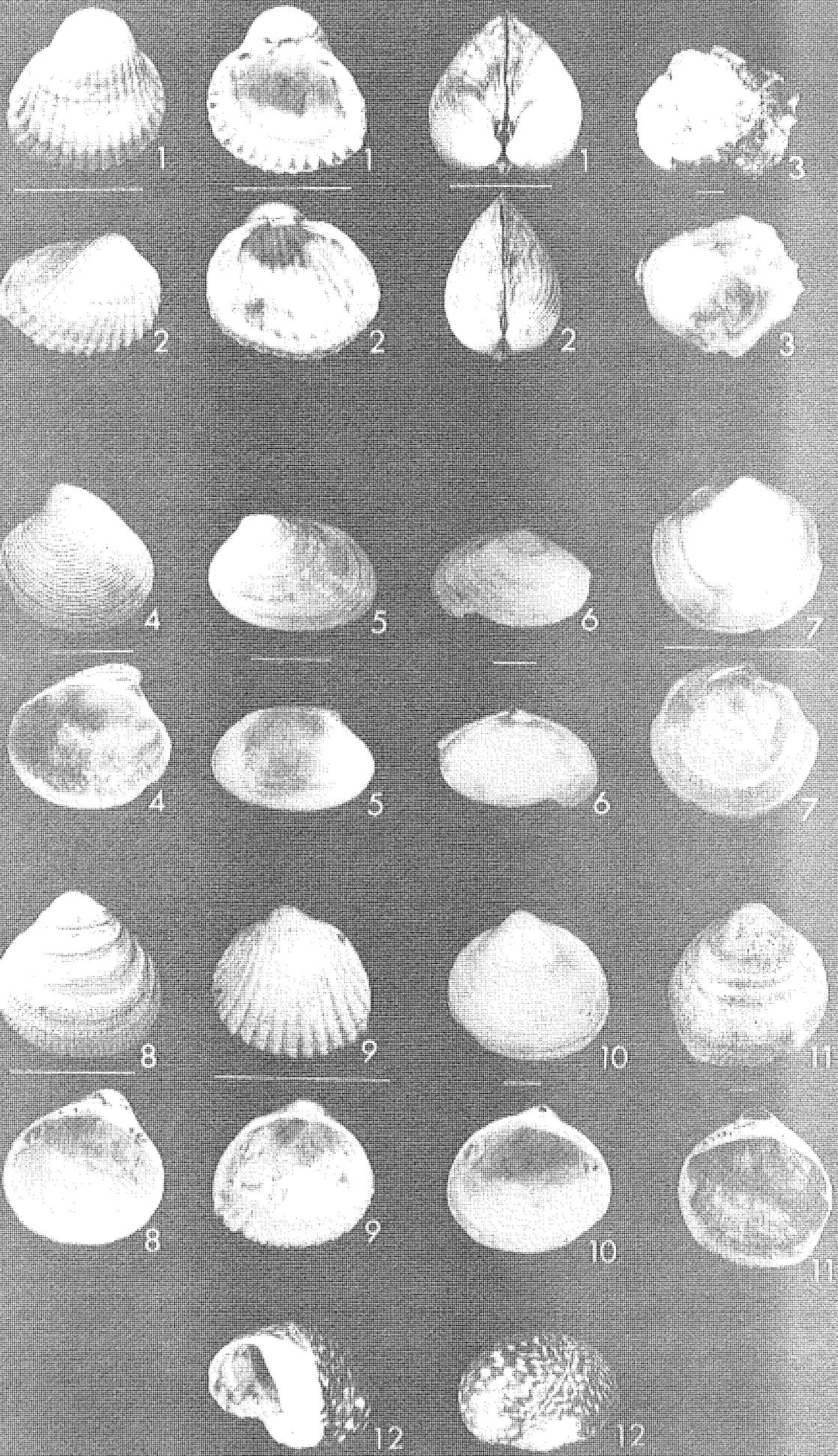
Isla de Alboran

Placer de nimbos, 1701



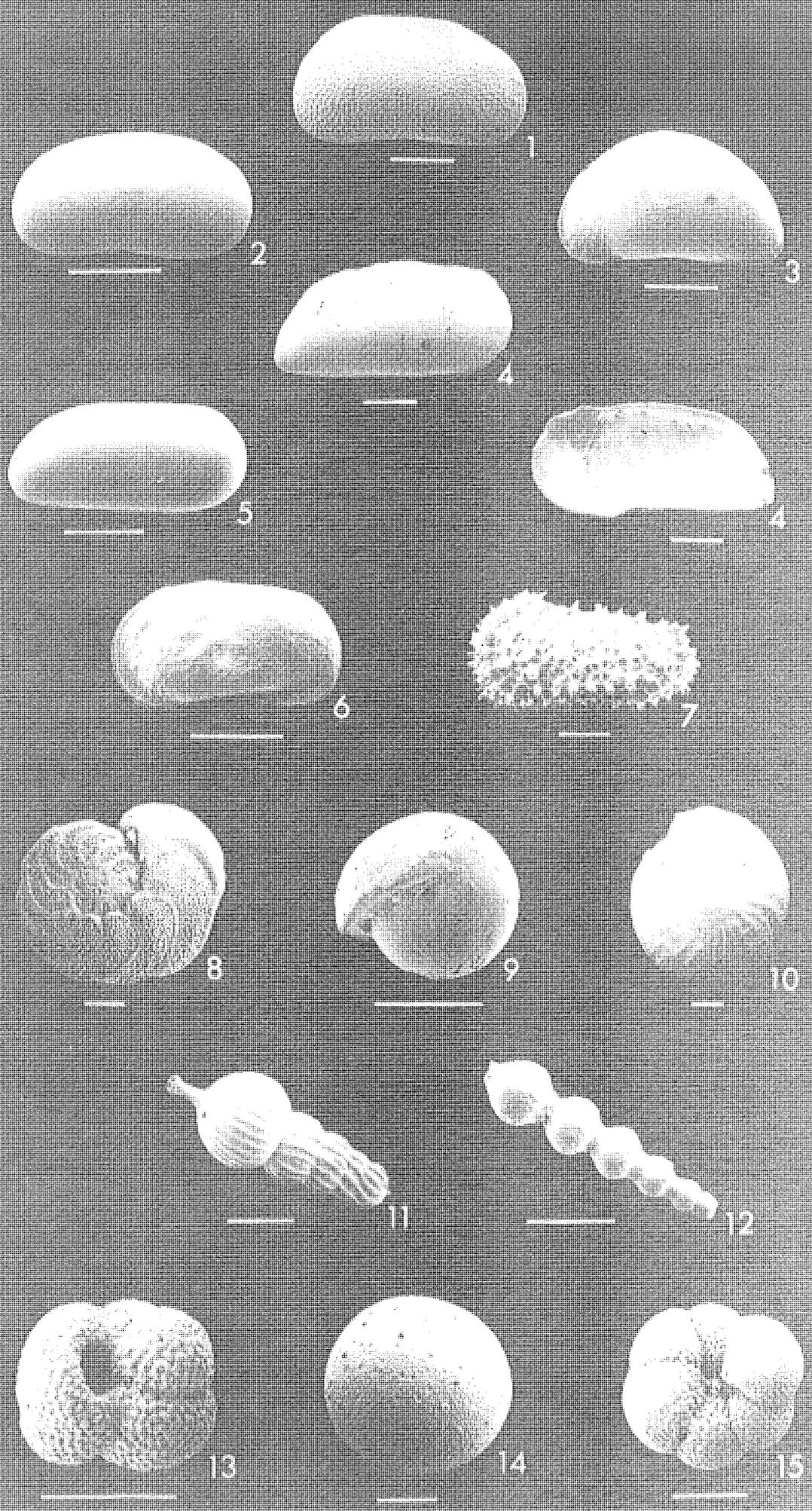
Tafel 1

1. *Cerastoderma glaucum* ?umbonatum
2. *Cerastoderma lamarcki*
3. *Ostrea* sp.
4. *Venerupis* sp.
5. *Venerupis aurea*
6. *Scrobicularia plana*
7. *Loripes lucinalis*
8. *Glycimeris* sp.
9. *Cardium edule*
10. *Glycimeris glycimeris*
11. *Glycimeris* sp.
12. *Theodoxus* sp.



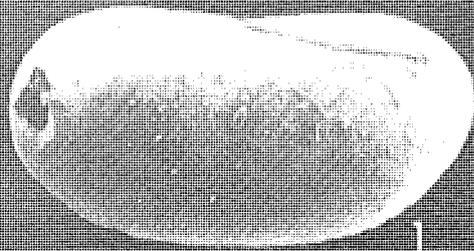
Tafel 2

1. *Candona (Pseudocandona) jv.*
2. *Candona (Candona) jv.*
3. *Potamocypris sp.*
4. *Krithe sp.*
5. *Darwinula cylindrica*
6. *Limnocythere inopinata*
7. *Acanthocythereis hystrix*
8. *Planulina wuellerstorfi*
9. *Pullenia bulloides.*
10. *Elphidium macellum*
11. *Amphicorina scalaris*
12. *Stillostomella antillea*
13. *Globigerinoides conglobatus*
14. *Orbulina universa*
15. *Neogloboquadrina dutertrei*

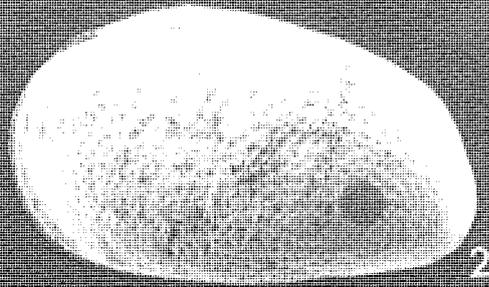


Tafel 3

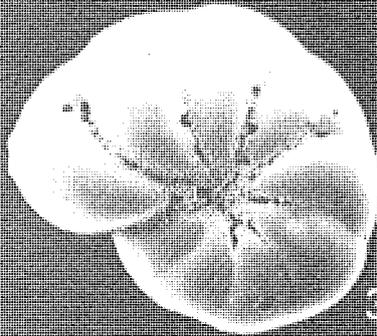
1. *Candona (Pseudocandona) jv.*
2. *Cyprides torosa*
3. *Nonion depressulus*
4. *Ammonia beccarii*
5. *Elphidium discoidale*
6. *Cyprides torosa*
7. *Loxoconcha elliptica*
8. *Leptocythere multipunctata*
9. *Loxoconcha sp.*
10. *Leptocythere multipunctata*
11. *Ylyocypris gibba*
12. Operculum von *Bithynia sp.*
13. *Characeae*



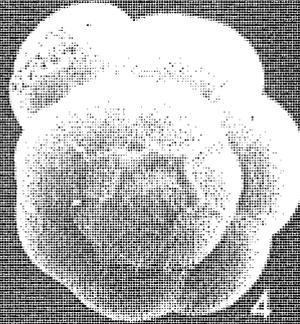
1



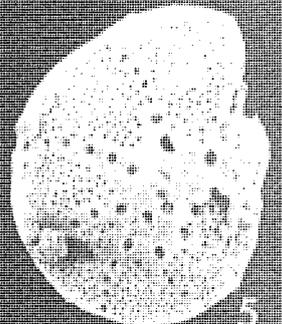
2



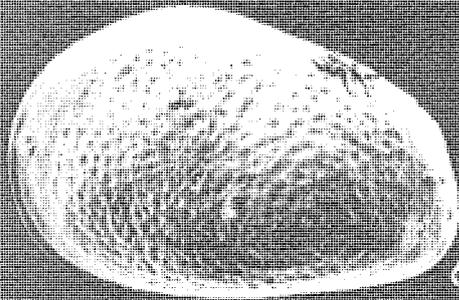
3



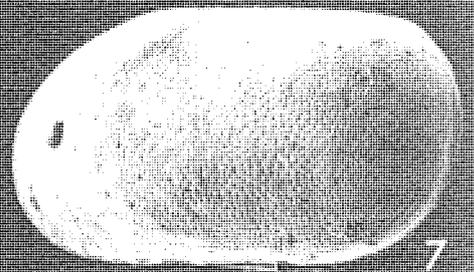
4



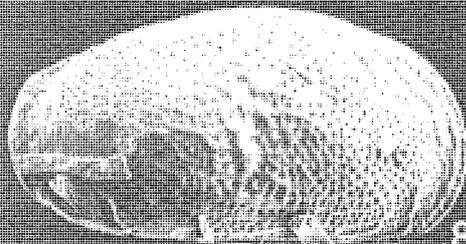
5



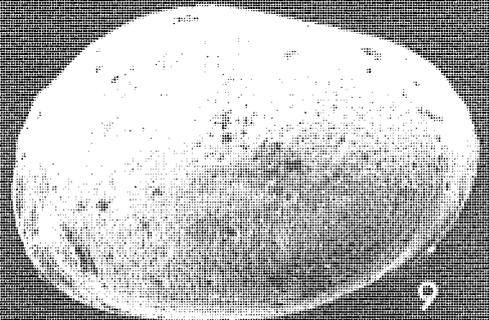
6



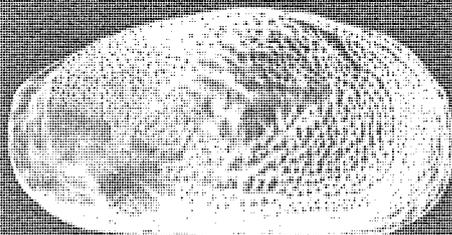
7



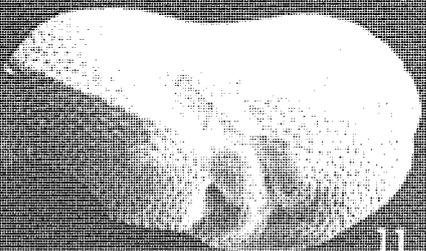
8



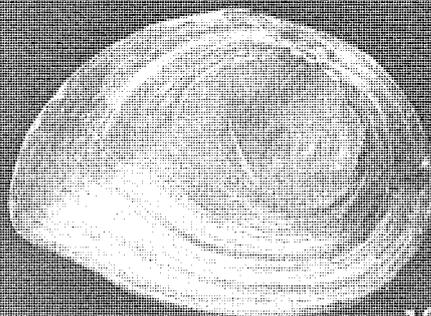
9



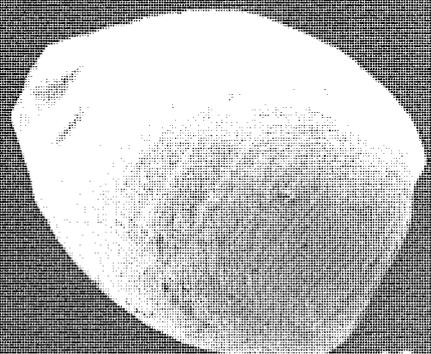
10



11



12



13