ARCHÄOLOGISCHE BERICHTE AUS DEM YEMEN

BAND II

ARCHÄOLOGISCHE BERICHTE AUS DEM YEMEN
BAND II

DEUTSCHES ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT ṢANᶜĀᵓ

ARCHÄOLOGISCHE BERICHTE AUS DEM YEMEN

BAND II

1983

VERLAG PHILIPP VON ZABERN · MAINZ AM RHEIN

FORSCHUNGEN DES
DEUTSCHEN ARCHÄOLOGISCHEN INSTITUTS
IN MĀRIB UND DER UMGEBUNG DER SABÄERHAUPTSTADT

UELI BRUNNER

DIE ERFORSCHUNG DER ANTIKEN OASE VON MĀRIB MIT HILFE GEOMORPHOLOGISCHER UNTERSUCHUNGSMETHODEN

VERLAG PHILIPP VON ZABERN · MAINZ AM RHEIN

XVIII, 134 Seiten mit 34 Abbildungen, 19 Tafeln mit 37 Abbildungen

© 1983 by Philipp von Zabern, Mainz am Rhein
ISBN 3-8053-0627-X
ISSN 0722-9844
Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet, dieses Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.
Printed in West Germany by Philipp von Zabern

Inhaltsverzeichnis

VORBEMERKUNG IX

VORWORT XI

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN XIII

VERZEICHNIS DER TABELLEN XIV

VERZEICHNIS DER TAFELN XV

GLOSSAR DER WICHTIGSTEN GEOLOGISCHEN UND GEOMORPHOLOGISCHEN AUSDRÜCKE XVII

A) EINLEITUNG 1
a) Arbeitsgebiet 1
b) Überblick über die Geschichte Altsüdarabiens 2
c) Bisherige Feldforschungen 3
d) Das Forschungsvorhaben des Deutschen Archäologischen Institutes 4
e) Problemstellungen der vorliegenden Arbeit und Ausblick 5

B) NATURGEOGRAPHISCHE VORAUSSETZUNGEN 7
1. Geologie und Morphologie 7
2. Klimatische Verhältnisse und Vegetation 10
3. Karst 13

C) IM ZUSAMMENHANG MIT DER BEWÄSSERUNG ABGELAGERTE SEDIMENTE. 15
1. Übersicht 15
2. Differenzierung der Sedimente 17
3. Vorherrschende morphologische Prozesse 20
a) Fluviale Abtragungsformen 20
b) Äolische Formungsvorgänge 23
c) Vergleich zwischen der Nord- und der Südoase 25
4. Oberflächenformen auf den Bewässerungssedimenten 25
a) Einleitung. 25
b) Erdring 26

c) Erdstotzen . . . 30
d) Pflugspuren . . . 31
e) Grabstrukturen . . . 33
f) Wege . . . 34
g) Kanäle . . . 34
h) Feldwälle . . . 38
i) Vergleich von Kanälen und Feldwällen und ihre Erkennung im Luftbild . . . 39
k) Vereinzelte Strukturen . . . 40
5. Sedimente im Stauraum . . . 42
a) Verbreitung . . . 42
b) Merkmale und Stratigraphie . . . 45
c) Die Sedimente beim Nordbau . . . 48
d) Ereignisse im Stauraum . . . 54
6. Die antike Oase . . . 59
a) Abgrenzung des Begriffes . . . 59
b) Die Nordoase . . . 60
c) Die Südoase . . . 67
d) Die Oasen im Überblick . . . 74
7. Die Dammanlage al-Mabnā und ihre zugehörigen Sedimentablagerungen . . . 74
a) Übersicht . . . 74
b) Die bewässerungsbedingten Sedimente von al-Ǧufayna . . . 75
c) Al-Mabnā . . . 78
d) Von al-Mabnā wegführende Kanäle . . . 81
e) Kanäle in den Lavafeldern um al-Mabnā . . . 83
f) Die Sedimente von Dār as-Sawdāʾ und Umgebung . . . 84
g) Zusammenfassung . . . 85
8. Die Sedimente von Raḥāba und Umgebung . . . 86
a) Rezente Entwicklung . . . 86
b) Qāʿ al-Hayyāl . . . 87
c) Raḥāba . . . 88
d) Zeitliche Einordnung . . . 88
9. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen . . . 89

D) FOLGERUNGEN FÜR FUNKTION UND AUFBAU DES ANTIKEN BEWÄSSERUNGSSYSTEMS . . . 93
1. Die heutigen Bewässerungsmethoden . . . 93
2. Anforderungen an das antike Bewässerungssystem . . . 94
3. Zur Funktionsweise . . . 95
a) Die Wasserfassung . . . 96
b) Wasserverteilung . . . 99
c) Die Wasserentsorgung . . . 103
4. Anmerkungen zur Bewirtschaftung . . . 104
5. Geschichte der Bewässerung . . . 106
a) Vorbemerkungen . . . 106
b) Das Einsetzen der Bewässerung . . . 106
c) Aufnahme einer geregelten Bewässerung . . . 109
d) Blütezeit . . . 111

e) Der Niedergang 113
f) Die Aufgabe des großen Dammes 118
g) Die nachantike Bewässerung 119

E) ZUSAMMENFASSUNG 121

LITERATURVERZEICHNIS 125

KARTENVERZEICHNIS. 131

ANHANG 1. 132

ANHANG 2. 134

TAFELN 1–19

Vorbemerkung

In Band I der *Archäologischen Berichte aus dem Yemen* ist bei der Berichterstattung über bestimmte Forschungsvorhaben verschiedentlich auf den zweiten Band als Fortsetzung hingewiesen worden. Ich habe mich jedoch nunmehr entschlossen, die Berichte über die laufenden Kampagnen des Jahres 1980, wie die der Märib-Expedition und des Unternehmens „Survey der islamischen Bau- und Kunstdenkmäler im Yemen" sowie auch die photogrammetrischen Bauaufnahmen des großen Tempelkomplexes von Ṣirwāḥ zugunsten der monographischen Arbeit von Ueli Brunner, *Die Erforschung der antiken Oase von Märib mit Hilfe geomorphologischer Untersuchungsmethoden,* zurückzustellen. Diese drei erwähnten Forschungsvorhaben fanden im Jahre 1980 statt, daneben kleinere Untersuchungen, die teils noch in Band I Aufnahme fanden oder dann im dritten Band der Reihe erscheinen werden. Einer der Gründe, daß der Arbeit von U. Brunner hier der Vorrang eingeräumt wird, liegt in der Bedeutung, die sie als Grundlagenforschung für jede weitere Behandlung des Themas *Antike Technologie* im Rahmen unseres Forschungsprogrammes *Die Entstehung der sabäischen Hochkultur* besitzt. Im weiteren Sinne enthält sie aber auch gleichzeitig einen großen Teil der Arbeitsergebnisse aus der dritten Kampagne in Märib 1980, an der der Verfasser teilgenommen hat und seine zuvor begonnenen Studien fortführen und intensivieren konnte. Die Arbeit sollte auch aus einem anderen Grunde von den allgemeinen vorläufigen Berichten separiert werden: weil sie bis zu einem gewissen Grade auf vielen Gebieten der angesprochenen Thematik bereits abgeschlossene Untersuchungen und endgültige Ergebnisse zu bieten hat.

Ueli Brunner hat mit seinen Forschungen als erster den Versuch unternommen, den geomorphologischen Bereich der antiken Bewässerungsanlagen von Märib systematisch von der naturwissenschaftlichen Seite her zu erfassen. Forschungsgeschichtlich setzt er damit einen besonderen Akzent, schafft er ein exemplarisches Kapitel der Grundlagenforschung, eine Basis für jede Art weiterer Einzeluntersuchungen auf diesem Gebiet. Darüber hinaus haben die Untersuchungsergebnisse gezeigt, daß die geomorphologische Arbeitsweise eine sinnvolle Ergänzung zur archäologischen Erforschung der antiken Oase von Märib darstellt. Mit Genugtuung nimmt der Archäologe die Datierung der Sedimente in der Ebene von Raḥāba in die ersten Jahrhunderte Hiǧra zur Kenntnis, eine Zeitstellung, die sich mit der schon zuvor erfolgten Datierung des keramischen Materials und der Bauruinen absolut in Einklang bringen läßt. Überraschend ist auch die Kongruenz der auf getrennten Wegen erreichten Resultate an den frühesten, noch heute sichtbaren wasserwirtschaftlichen Bauwerken im Wādī Ḏana und deren zeitliche Einordnung. Auch hier wird die Datierung mit baugeschichtlichen Methoden und stratigraphischen Untersuchungen in den Anfang des 1. vorchristlichen Jahrtausends durch geomorphologisches Vorgehen voll und ganz bestätigt.

Eine wesentliche Vertiefung der im ersten Band umrissenen Thematik und Problematik zur Entstehungsfrage der sabäischen Hochkultur liefert die Arbeit von Brunner auf dem Sektor der anti-

ken Technologie. Wurde schon früher bei Betrachtungen der sabäischen Kunst und Kultur auf die großen schöpferischen Leistungen dieses Volkes hingewiesen und versucht, gegen die bisher weit verbreitete Meinung, die altsüdarabischen Staatengebilde und Kunstkreise als kulturhistorische Randerscheinungen abzutun, zu polemisieren und auf die großen Leistungen im Bereich der Baukunst, der Bildhauerei, der Literatur und in anderen Zweigen der materiellen und geistigen Kultur aufmerksam zu machen, so liefert uns nun die Erkenntnis, daß das ganze weitverzweigte, komplizierte System der Wasserwirtschaft von Mārib als genialer schöpferischer Akt in der Grundkonzeption, als technologisches Wunderwerk des Ingenieurwesens, bereits in der 1. Hälfte des 1. Jahrtausends v. Chr. angelegt war, einen klaren Beweis für unsere These. Die baulichen Zeugen dieses fest eingerichteten Bewässerungssystems in Form von Stau- und Ablenkungsdämmen, Kanälen und Schleusen, lassen durch ihre massive Konstruktionsart, durch die technische Perfektion der Arbeit und den äußerst geschickt gewählten Standort auf den Grad der zu dieser Zeit schon außerordentlich hoch entwickelten Wasserwirtschaft schließen. Alle diese Einrichtungen bildeten die Voraussetzung und die Grundlage für das spätere Großwerk der Bewässerungstechnik und für das gesamte Irrigationswesen der Sabäer in den nachfolgenden Jahrhunderten, in denen das einmal geschaffene System zunehmend verzweigter wurde, die Methoden jedoch nur noch verfeinerter und komplizierter. Der erste große schöpferische Impuls aber fällt in die Epoche des Aufstiegs der sabäischen Hochkultur. Die Anfänge der Stau- und Bewässerungsanlagen aber reichen noch viel weiter zurück, bis in die Mitte des 3. vorchristlichen Jahrtausends, denn im ausgehenden 3. Jtd. muß es bereits eine regulierte Bewässerung gegeben haben, auch diese Erkenntnis verdanken wir weitgehend der hier vorliegenden Arbeit.

Mir ist es ein Bedürfnis, Herrn U. Brunner an dieser Stelle für seine intensive Mitarbeit und für seinen unermüdlichen Einsatz in der Mārib-Expedition zu danken. Dank gebührt aber auch Herrn Prof. Dr. Walter W. Müller, der freundlicherweise die Durchsicht des Manuskriptes im Hinblick auf die Schreibweise der arabischen und sabäischen Ausdrücke und Namen übernommen hat, die Zitierweise der epigraphischen Siglen vereinheitlicht hat und manchen Hinweis zur Fachliteratur gab. Mein ganz persönlicher Dank gilt schließlich Herrn Franz Rutzen und seinen Mitarbeitern vom Verlag Philipp von Zabern für die hervorragende Gestaltung des vorliegenden und des vorangegangenen ersten Bandes dieser Reihe.

Ṣanᶜāᵓ, im Mai 1982 Jürgen Schmidt

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 1979–1981 unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Haefner. Er förderte die Auswertung der Feldforschungen in großzügiger Weise und stand mir bei auftauchenden Problemen stets zur Verfügung. Mit seiner wohlwollenden Haltung hat er maßgeblich zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen. Dafür danke ich ihm ganz herzlich.
Die Felduntersuchungen erfolgten im Rahmen des Forschungsvorhabens des Deutschen Archäologischen Instituts Ṣanʿāʾ und wurden vom Ersten Direktor des Instituts, Prof. Dr. J. Schmidt, betreut. Unter seiner Leitung sind unter schwierigen Bedingungen in Mārib mehrere Kampagnen durchgeführt worden, die eine eingehende Erforschung der antiken Oase erst ermöglichten. Für seine Hilfe bin ich ihm zu Dank verpflichtet.
Ebenfalls danken möchte ich dem Deutschen Archäologischen Institut, das den Druck der vorliegenden Arbeit übernommen hat.
Ganz besonderer Dank gebührt meinen lieben Kollegen M. Gerig und R. Schoch, die mir ihre reiche Mārib-Erfahrung jederzeit zur Verfügung stellten und bei der Ausarbeitung mit fundierten Anregungen und kritischen Bemerkungen teilnahmen.
Dank schulde ich auch allen anderen Projektmitarbeitern, die in anregenden Diskussionen mancherlei Ideen zur Problemlösung beigetragen und mit ihren eigenen Untersuchungen wichtige Grundlagen zur Verfügung gestellt haben. Namentlich sind zu erwähnen: W. Pape, Dr.-Ing. H. Radermacher, Dipl.-Ing. B. Tischbein, Frau Dr. B. Finster, K. Mathieu und Th. Oberndorfer, insbesondere aber Dipl.-Geogr. G. Remmele, der mir bei der Aufnahme von Profilen geholfen und darüber hinaus bis heute weitere wertvolle Dienste geleistet hat.
Bei der Auswertung der Feldergebnisse erhielt ich von verschiedener Seite fachliche Unterstützung, für die ich an dieser Stelle danken möchte:

Prof. Dr. G. Furrer erlaubte mir die Benützung der Infrastruktur des Geogr. Inst. der Univ. Zürich.
Prof. Dr. W. W. Müller (Seminar für Semitistik, Philipps-Univ. Marburg) nahm sich in verdankenswerter Weise der Überprüfung der Transliteration und der inschriftlichen Belege an.
Dr. F. Schweingruber und W. Schoch (Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen Birmensdorf) nahmen die holzanatomische Bestimmung von Holzkohlen vor.
Dr. L. Forcart und O. Garraux bearbeiteten die mitgebrachten Schneckenfunde.
Prof. Dr. K. W. Butzer (Geogr. Inst. der ETH Zürich) gab mir wertvolle Hinweise zu geoarchäologischen Problemen und entsprechender Literatur.
Die Herren Bonhage, Hunger, Roose und Trinacty (Electrowatt Engineering Ltd. Zürich) stellten bereitwillig die Unterlagen über den in Mārib geplanten Staudamm zur Verfügung.

Dr. W. A. Keller und R. Erne (Geogr. Inst. der Univ. Zürich) führten die ^{14}C-Datierungen meiner Proben durch.
Prof. Dr. C. U. Kramer (Bot. Inst. der Univ. Zürich) nahm eine Pflanzenbestimmung vor und beriet mich bei botanischen Fragen.
Dipl.-Geol. U. Raz (Petrogr. Inst. der ETH Zürich) führte die röntgenographische Mineralbestimmung durch.
B. Kägi und Dr. T. Strüby (Geogr. Inst. der Univ. Zürich) gaben mir Ratschläge bei den Laboruntersuchungen.
PD Dr. K. J. Graf bereitete einige Pollenproben auf und wertete sie aus.

Das Entstehen der Arbeit erleichterten mir durch kleinere und größere Handreichungen die folgenden Personen:
Dr. K. Stänz, Dipl.-Geogr. R. Humbel und alle anderen Arbeitskollegen am Geogr. Inst. der Univ. Zürich.
Die Familien Dubach, Egli und Hauswirth sowie U. Hablützel in Ṣanᶜāᵓ.
ᶜAlí ᶜAbdallah Barūt, seine Familie und Freunde in Mārib.
Ihnen allen gehört mein aufrichtiger Dank.

Das Schreiben der Arbeit besorgten in verdankenswerter Art Frau R. Brem, Frau A. Futo und Frau B. Kälin. Abschließend gilt mein ganz spezieller Dank meiner hilfsbereiten Frau für ihre tatkräftige Unterstützung während der ganzen Arbeitsdauer, sowie meinen Eltern, die mir das Studium überhaupt ermöglichten.

Bassersdorf, Ende Dezember 1981 Ueli Brunner

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1. Geologische Kartenskizze des Untersuchungsgebietes
Abb. 2. Karte der Arabischen Republik Yemen mit Einzugsgebiet des Wādī Dana
Abb. 3. Übersichtskarte des Raumes Mārib
Abb. 4. Korngrößenverteilung ausgewählter Sedimente
Abb. 5. Querprofil durch das Wādī as-Sudd
Abb. 6. Längsprofil des Wādī as-Sudd
Abb. 7. Abtragungsformen im Bereich der antiken Oasen
Abb. 8. Erdring im Grundriß und Profil (Typ A und B)
Abb. 9. Schemaskizze der Entstehung von Erdring und Erdstotzen
Abb. 10. Plan eines antiken Feldes
Abb. 11. Querprofile durch Feldwall- und Kanalstrukturen
Abb. 12. Schematische Skizze der Kanalanpassung an erhöhtes Feldniveau
Abb. 13. Darstellung des Abtrags von Kanal und Feldwall im Blockdiagramm
Abb. 14. Übersichtsskizze zum Stauraum und der südwestlich anschließenden Talkammer
Abb. 15. Stratigraphische Profile der Stauraumsedimente von der Nord- und Südseite des Wādī as-Sudd
Abb. 16. Übersichtsskizze des Stauraumes beim Nordbau
Abb. 17. Detailprofile von Mergelbändern
Abb. 18. Detailprofil von Rutschungshorizonten
Abb. 19. a) Ausdehnung der Ausräumung durch Ereignisse X–U
b) Profilskizze der Südwand der Stauraumsedimente beim Nordbau
Abb. 20. Profil der Kanalstruktur am Ostrand vom Dammrest N
Abb. 21. Stratigraphisches Detailprofil östlich Dammrest N
Abb. 22. Dammprofil am Südrand der Stauraumsedimente beim Nordbau
Abb. 23. Stratigraphisches Sammelprofil der Stauraumsedimente
Abb. 24. Übersichtskarte der Oase von Mārib
Abb. 25. Skizze der Bauanlage von Maḥram Bilqīs mit Detailprofil
Abb. 26. a) Kartenskizze eines Ausschnittes vom Westrand der Nordoase
b) Profilskizze durch den Nordrand der Oasensedimente
Abb. 27. Skizze der Dammanlage al-Mabnā
Abb. 28. Funktionsweise einer Gruppe von Wasserverteilern in der Qāᶜ al-Hayyāl
Abb. 29. Skizze der Dammanlage
Abb. 30. Ausschnitt aus dem Verlauf des südlichen Primärkanales bei Bau B
Abb. 31. Detailkartierung der Oberflächenformen am Westrand der Südoase
Abb. 32. Höhenverhältnisse im dammnahen Bereich
Abb. 33. Angaben zur zeitlichen Einordnung der Ereignisse im Stauraum

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1. Morphometrische und mineralogische Angaben von ausgewählten Sedimentproben
Tab. 2. Angaben zur Mächtigkeit antiker Bewässerungssedimente
Tab. 3. Zusammenstellung der wichtigsten Daten zur antiken Oase von Mārib

Verzeichnis der Tafeln

Taf. 1. Luftbild der antiken Oase von Mārib
Taf. 2a. Dünen am Ostfuß des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ
Taf. 2b. Kleinformen des Karstes
Taf. 3. Inschrift Gl. 513 am Überlauf des Südbaus
Taf. 4a. Linksseitige Erosionskante des Wādī Ḏana unterhalb Mārib
Taf. 4b. Rechtsseitige Erosionswand des Wādī as-Sā'ila unterhalb al-Mabnā
Taf. 5a. Flußterrassen am Nordufer des Wādī Ḏana
Taf. 5b. Steintische
Taf. 5c. Erdstotzenfeld bei al-Manṣūra
Taf. 6. Erdstotzen aufgesetzt auf antiken Pflugspuren
Taf. 7a. Erdring vom Typ A
Taf. 7b. Wurzelfüllungen
Taf. 8a. Grabstruktur
Taf. 8b. Antike Pflugspuren nordöstlich Dār as-Sawdā'
Taf. 9a. Regelmäßig angeordnete Eindrücke in Sedimentoberfläche
Taf. 9b. Fossile Trockenrisse
Taf. 9c. Oberflächenformen bei Dār as-Sawdā'
Taf. 10a. Aufschluß eines Feldwalls
Taf. 10b. Steinbedeckter Erdwall bei Dār as-Sawdā'
Taf. 11a. Tierpfad auf der Nordoase
Taf. 11b. Kleiner erodierter Feldwall
Taf. 11c. Halbkugelförmige Eindrücke in den Bewässerungssedimenten
Taf. 12. Übersicht über die Stauraumsedimente am Nordrand des Wādī as-Sudd
Taf. 13a. Älteste Diskordanzen in den Stauraumsedimenten beim Nordbau
Taf. 13b. Profil aus den Stauraumsedimenten am Nordrand des Wādī as-Sudd
Taf. 14a. Profil der Stauraumsedimente beim Dammrest M
Taf. 14b. Oasensedimente von al-Ǧufayna
Taf. 15a. Ansicht der Dammanlage al-Mabnā
Taf. 15b. Von al-Mabnā nach Mārib führender Hauptkanal
Taf. 16a. Erddämme in Runse bei Mārib
Taf. 16b. Dammauer am Ostabhang des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ
Taf. 17a. Bewässerungssedimente der Qā' al-Hayyāl
Taf. 17b. Bewässerungssedimente von Raḥāba
Taf. 18a. Südlicher Primärkanal im Querprofil
Taf. 18b. Kanalstruktur beim wahrscheinlichen Hauptverteiler der Südoase
Taf. 18c. Gruppe von Wasserverteilern
Taf. 19. Überlaufbau in Runse bei Mārib

Glossar

(der wichtigsten geologischen und geomorphologischen Ausdrücke)

Antezedenz	Flußverlauf, der konsequent seine Richtung beibehalten hat trotz lokaler tektonischer Hebungseffekte im von ihm durchflossenen Gebirge, d. h. die Anlage des Flußsystems ist älter als die Heraushebung
Ausbißlinie	Bereich, an dem eine diskordante Schichtung in die Luft ausstreicht
Deflation	Ausblasende Tätigkeit des Windes
Diskordanz	Trennlinie zwischen zwei ungleichsinnig lagernden Sedimentschichten
fluvial	Von Flüssen ausgearbeitet, im weiteren Sinne auch: durch fließendes Wasser bedingt
Geomorphologie	Lehre von den auf die Erdoberfläche gestaltend wirkenden physischen Vorgängen und den durch sie geschaffenen Formen
Kamenitsa	Pfannenartige Eintiefung in wasserlöslichem Gestein (Karstform)
Karren	Rinnen verschiedenster Tiefe auf wasserlöslichem Gestein (Karstform)
Karst	Zusammenfassender Begriff für geologische und geomorphologische Naturerscheinungen, die durch Lösungsverwitterung entstanden sind
Kavernöse Karren	Hohlräume („Löcher") in wasserlöslichem Gestein (Karstform)
Klinometer	Neigungsmeßgerät
Klus	Durchbruchstal
Korrasion	Mechanischer Angriff bewegter Medien auf Gesteine, v.a. beim Wind
Korrosion	Auflösung von Gesteinen durch chemisch aktive Lösungen
Löß	Gelbes bis gelbgraues, poröses äolisches Staubsediment
Morphometrie	Methode zur Erfassung der äußeren Gestalt von Bestandteilen der körnigen Sedimente
Reflexionsseismik	Methode zur Erfassung der Untergrundstrukturen mit Hilfe künstlich ausgelöster Erdbebenwellen
Reptation	Schieben von Sedimentteilen am Boden durch aufprallende Körper
Rillenkarren	Untiefe, cm-breite lineare Vertiefungen in wasserlöslichem Gestein (Karstform)
Rinnenkarren	Dm-breite lineare Vertiefungen in wasserlöslichem Gestein (Karstform)
Saltation	Aufwirbelung feiner Sedimentteilchen
Sayf-Düne	Längsdüne (Sayf arab. = Schwert)
Sayl	Gelegentlich auftretendes Abflußwasser in meist trockenem Wadi
Stratigraphie	Einordnung der Gesteine nach ihrer zeitlichen Bildungsfolge und Aufstellung einer Zeitskala zur Datierung von Ereignissen
Tektonik	Lehre vom Bau der Erdkruste und den Bewegungen und Kräften, die diese erzeugt haben

Trappserien	Mächtige basaltische Flächenergüsse von oft erheblicher Ausdehnung
Verwerfung	Relative Abwärtsbewegung einer Gesteinsscholle an einer mehr oder weniger geneigten Gesteinsfuge
Wadi	Durch fließendes Wasser entstandenes Tal
Yardang	Durch steilwandige Furchen getrennte Längsrippen, die sich nach dem vorherrschenden Wind richten

A) Einleitung

a) Arbeitsgebiet

Südarabien war in der Antike unter dem Namen „Arabia felix" bekannt. Glückliches Arabien wurde es vor allem wegen seiner klimatisch bevorzugten Lage genannt. Auch noch heute zählt das Bergland der Arabischen Republik Yemen[1] zum fruchtbarsten Gebiet Südarabiens. Zwei Regenzeiten ermöglichen einen Regenfeldbau, der eine seßhafte Bevölkerung zu ernähren vermag. Die Abhänge des Hochlandes werden von Wadis durchfurcht. Der zeitweilig auftretende Abfluß, Sayl genannt, wird zur Bewässerung mittels Erddämmen auf die randlich gelegenen Felder geleitet. Die nach Osten, also ins Landesinnere entwässernden Wadis verlieren sich in der Sandwüste Ramlat as-Sabᶜatayn. Von diesen hat das Wādī Ḏana das größte Einzugsgebiet. Es reicht beinahe bis zur Hauptstadt Ṣanᶜāᵓ und nach Yarīm und umfaßt über 10000 km² (Abb. 2). Beim Austritt aus dem Gebirge in die Wüste durchbricht das Wādī Ḏana den Bergrücken der Ǧibāl Balaq. Acht Kilometer östlich davon ragt auf einem Tell die Siedlung Mārib über die Ebene der randlichen Ramlat as-Sabᶜatayn. Der heutige Provinzhauptort Mārib besteht nur noch aus wenigen, z. T. zerfallenen Lehmhäusern. Das nahegelegene Wādī Ḏana hat sich stark eingetieft, so daß die Felder um Mārib für die Sayl-Bewässerung zu hoch liegen. Die landwirtschaftlich nutzbaren Gebiete liegen heute weiter wadiabwärts und dort hat sich auch Ḥuṣūn al-Ǧalāl al- Ǧadīda als neues Wirtschaftszentrum etabliert.

In der Antike bildete Mārib das wichtigste Zentrum an der bedeutsamen Weihrauchstraße, die den Handelsweg von den südarabischen Anbaugebieten von aromatischen Pflanzen zu den am Mittelmeer gelegenen Verbraucherplätzen bildete.

Ein mächtiger Erddamm sperrte den Ausgang des Wādī Ḏana aus den Ǧibāl Balaq ab. Er gab das Wasser über massiv gebaute Auslasse an Kanäle ab, die das Wasser auf die beidseits des Wadis gelegenen Felder leiteten. Dadurch bestand bei Mārib eine fruchtbare Oase, die einen wesentlichen Rückhalt der Handelsmacht der Sabäer bildete. Der Damm erlangte Berühmtheit in der ganzen islamischen Welt durch seine Erwähnung im Koran (Sure 34, 15–17). Hier ist seine Zerstörung, die zur Auswanderung einiger Stämme aus dem Raume Mārib führte, als Strafe Gottes beschrieben. Er besiegelte den Niedergang von Mārib von einer einst glanzvollen Handelsmetropole zu einem lokalen Umschlagplatz für die Salzkarawanen.

1 Die hier verwendete Umschrift richtet sich im allgemeinen nach den Regeln der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft, wird jedoch nicht einheitlich gehandhabt. Auch in der deutschen Sprache gebräuchliche Begriffe wurden ohne diakritische Zeichen geschrieben, z. B. Wadi, im Zusammenhang mit einem Namen aber in voller Umschrift, z. B. Wādī Ḏana. Die Schreibweise der Namen und Begriffe in den Abbildungen konnte aus Zeitgründen nicht mehr der im Text verwendeten angepaßt werden.

Der Damm ist seither nie mehr aufgebaut worden. Seit einigen Jahren bestehen Pläne, nach denen in naher Zukunft wenig oberhalb des antiken Dammes ein neuer entstehen soll. Nach den vorhandenen Unterlagen zu schließen[2], ist projektiert, den periodisch fließenden Sayl besser zu nutzen und damit die Bewässerungsfläche wieder auf eine ähnliche Größe auszuweiten, wie sie in der Antike bestand. Durch die Realisierung dieses Vorhabens wird gezwungenermaßen ein enormer Wandel in der Landschaft um Mārib einsetzen, der bestimmt auch die Relikte der antiken Bewässerungswirtschaft beeinträchtigen wird. Um unwiederbringliche Überreste der einstigen Kultur festzuhalten und für spätere Forschungen als Unterlagen bereitzustellen, ist eine Bestandsaufnahme der heutigen Situation dringend nötig. In diesem Sinne soll die vorliegende Arbeit den morphologischen Bereich abdecken. Das Untersuchungsgebiet erstreckte sich im wesentlichen auf den Raum des antiken Stausees, die Dammanlage sowie die ehemaligen Bewässerungsflächen.

b) Überblick über die Geschichte Altsüdarabiens[3]

Die Zentren der antiken Reiche lagen am Innenrand des Gebirges und bildeten Stützpunkte an der Weihrauchstraße. In der wechselvollen Geschichte Altsüdarabiens treten im wesentlichen vier Königreiche bestimmend hervor: Im heutigen Wādī Ǧauf dasjenige von Maʿīn mit der Hauptstadt Qarnāwu, südlich angrenzend Sabaʾ mit Mārib, im Wādī Bayḥān lag das Zentrum des qatabānischen Reiches, Timna' und das östlich liegende Gebiet stand unter der Herrschaft von Ḥaḍramawt, dessen Kapitale Šabwa war. Diese vier Königreiche besaßen im Laufe der Zeit stark wechselnde Machtanteile in Südarabien, wobei über die ganze vorchristliche Zeitepoche gesehen, das sabäische Reich dominierte.

Die frühesten sabäischen Inschriften weisen in die Mitte des 8. Jhs. v. Chr. zurück. Sie berichten von Mukarribs (Priesterfürsten), die das Land regierten. Die Kulmination seiner Macht hatte das Sabäerreich aber wahrscheinlich schon im 10. Jh. v. Chr. erreicht, also in der Zeit Salomos, als es beiderseits des Roten Meeres herrschte. Zentrum war vermutlich bereits damals die Oase von Mārib (Wissmann 1976b, S. 313 und 340f.). Inschriftlich tritt Mārib erstmals in den Vordergrund, als um 715 v. Chr. der Mukarrib Yiṯaʿʾamar Bayyin bin Sumuhuʿalī die Metropole mit einer Mauer umgeben läßt. Nicht ganz 200 Jahre später (um 545 v. Chr.) legt ein anderer Mukarrib, Sumuhuʿalī Yanūf bin Ḏamarʿalī, mit dem Eintiefen eines Kanales in den Kalk des Ǧabal Balaq den Grundstein für die, bis heute erhaltene Konzeption des Südbaues, also dem südlichen Auslaß des Hauptdammes. Die folgende Periode, in der Könige in Mārib regierten, brachte dem sabäischen Reich empfindliche Einbußen, sowohl an Macht als auch an Land, und zwar zu Gunsten von Qatabān und v. a. von Maʿīn, das für rund 150 Jahre die Vorherrschaft an der Weihrauchstraße übernahm. Mitte des 3. Jhs. v. Chr. wurde Maʿīn in dieser Rolle durch Qatabān abgelöst. Sabaʾ konnte sich als Königreich knapp behaupten, während Ḥaḍramawt und Maʿīn zu Vasallen Qatabāns wurden.

Um 120 v. Chr. führten kriegerische Auseinandersetzungen in Südarabien zu einem großen inneren Umsturz. Das im Hochland neu entstandene Königreich Ḥimyar ging zusammen mit Sabaʾ

2 Electrowatt 1978 (MR und 12 Annexes). Projektleiter ist die Electrowatt Engineering Services Ltd. in Zürich, ihr Auftraggeber die Regierung von Abū Ḍabī.

3 Im wesentlichen folge ich den Angaben von WISSMANN (1976b: Die Geschichte des Sabäerreiches und der Feldzug des Aelius Gallus). Dieses Werk wurde als Grundlage gewählt, weil die darin aufgeführten Geschichtstafeln in ihrer zeitlichen Einordnung am ehesten mit den von mir erhaltenen Ergebnissen übereinstimmen. Daneben liefert es eine Fülle an Informationen zur Bewässerungswirtschaft, die sich als sehr nützlich erwiesen.

als Sieger hervor. Die zeitweilige Sperrung der Weihrauchstraße im Norden durch die Nabatäer begünstigte die Handelsschiffahrt auf dem Roten Meer. Dadurch verlor der Landweg an Bedeutung. Im Jahre 24 v. Chr. wurde ein römisches Heer unter Aelius Gallus bei Mārib zur Umkehr gezwungen, wobei die Stadt, wie auch die Bewässerungsanlagen vermutlich stark beschädigt wurden. Saba' konnte sich noch ein weiteres Mal behaupten, stand nun aber in stetigem Widerstreit mit Ḥimyar, das mit Ẓafār eine neue Residenzstadt im klimatisch begünstigten Hochland gebaut hatte. Trotzdem nannten sich die Herrscher von Saba' fortan „König von Saba' und Ḏū-Raydān". Bis um 300 n. Chr. eroberten die Ḥimyar ganz Südarabien; auch Saba' ging in diesem Reich auf, dessen Herrscher sich „König von Saba' und Ḏū-Raydān und Ḥaḍramawt und Yamnat" nannten. Mārib hatte damit seine Vormachtstellung verloren. Die straffe Organisation, die notwendig war, um die monumentale Dammanlage aufzubauen und funktionstüchtig zu halten, zerfiel immer mehr. In der Folge kam es zu mehreren Dammbrüchen, deren Verwüstungen nur mit riesigem Aufwand wieder behoben werden konnten. Vermutlich zu Beginn des 7. Jhs. n. Chr. fehlten die Kräfte, um den erneut gebrochenen Damm zu reparieren (Kap. D 5 f). Die erhöht liegenden Felder fielen brach und somit wurde die Nahrungsgrundlage der Bevölkerung entzogen. Ganze Stämme zogen aus und Mārib fiel in den Rang einer Provinzstadt zurück, ohne jedoch seine Bedeutung als Umschlagplatz von Karawanen völlig zu verlieren.

c) Bisherige Feldforschungen

Die biblische Geschichte vom Besuch der sagenhaft reichen Königin von Saba' beim König Salomo hat das Interesse der Forscher recht früh auf das Kernland der Sabäer, auf die Region von Mārib gelenkt. Die ältesten uns zugänglichen Nachrichten sind in den sabäischen Inschriften enthalten. Weitere Hinweise liefert der yemenitische Geograph *al-Hamdānī*[4], der Mārib in der ersten Hälfte des 10. Jhs. n. Chr. besucht hatte. Er betonte den guten Erhaltungszustand der verlassenen Bewässerungsbauten, doch fehlt eine eingehende Beschreibung der Dammanlagen.
Aus den folgenden Jahrhunderten liegen keine Aufzeichnungen vor. Im Osten des Yemens war die Stammesgewalt stets größer als die Macht des Staates. Auch die Türken brachten diese Gebiete nicht unter ihre Herrschaft. So blieb es dem französischen Apotheker *Th. J. Arnaud* vorbehalten, am 18. Juli 1843 als erster Europäer die ehemalige Königsstadt Mārib zu besichtigen (Arnaud 1845). Während seines kurzen Aufenthaltes kopierte er wertvolle Inschriften und zeichnete erste Lageskizzen, u. a. der Dammanlage, die aber erst erschienen (Arnaud 1874), als bereits ein weiterer Franzose, nämlich *J. Halévy* in der Verkleidung eines orientalischen Juden im Jahre 1870 den Osten des Yemen bereist hatte. Halévy legte in Mārib nur eine kurze Rastpause ein. Dementsprechend sind seine Bemerkungen zu dieser Region fragmentarisch geblieben (Halévy 1872, Habshush 1941). Unschätzbar für jene Zeit waren aber seine zahlreichen Kopien altsüdarabischer Inschriften.
Sämtliche bis dahin betriebenen Studien im Mašriq des Yemen werden überragt durch diejenigen *Eduard Glasers*. Er verbrachte im Frühjahr 1888 als arabischer Faqīh verkleidet beinahe einen Monat in Mārib und sammelte dabei eine derartige Fülle von Informationen, daß er nie dazu kam, alles zu veröffentlichen[5]. Seine Werke bilden in mancher Beziehung noch heute eine

4 Übersetzungen und Bearbeitungen von Teilen seines immensen Werkes liegen u. a. vor von: MÜLLER, D. H (1877, 1879, 1881), FARIS (1938) und FORRER (1942).

5 Zu Lebzeiten erschienen von ihm u. a GLASER (1890, 1897). In Bd. 1 der „Sammlung Eduard Glaser", redigiert von D. H. Müller und N. Rhodokanakis (GLASER 1913) findet sich eine Zusammenfassung seiner Reise nach Mārib. Eine Übersicht über die Forschungsreisen Eduard Glasers im Yemen gibt WEBER (1909).

wichtige Grundlage: Noch immer unerreicht ist seine Sammlung geographischer Orts- und Landschaftsnamen. Daneben beinhalten seine detaillierten Beschreibungen antiker Bauten mit den beigefügten Skizzen ein beinahe unerschöpfliches Vergleichsmaterial für heutige Untersuchungen. Ebenfalls brachte er reiches Inschriftenmaterial nach Europa.
Die nächsten zwei Reiseberichte stammen von einem Syrer und einem Ägypter. In den 30er Jahren gelangte *al-ᶜAẓm* nach Märib (Al-ᶜAẓm 1938[6]) und im nächsten Jahrzehnt *A. Fakhry,* der als erster Fotografien sabäischer Altertümer aus dieser Gegend veröffentlichte (Fakhry 1952).
Zur ersten Ausgrabung in Märib kam es vom 16.12.1951 bis 12.2.1952 durch die „American Foundation for the Study of Man" unter der Führung von Wendell Phillips (Phillips 1955). Sie förderte umfangreiches archäologisches Material zu Tage, das bei ihrer Flucht in Märib zurückblieb (Albright, F. P. 1958; Jamme 1962). Die gleiche Stiftung hatte dem amerikanischen Ingenieur *R. Bowen* im Jahre davor umfangreiche Studien zur Bewässerung im antiken Qatabān ermöglicht (Bowen 1958). Er versuchte, die im Wādī Bayḥān gewonnenen Erkenntnisse auf Märib zu übertragen, obwohl er selber die dortige Dammanlage nur aus der Luft gesehen hatte. Dennoch erarbeitete er mit Hilfe der Beschreibungen Glasers und Fotografien seiner in Märib tätigen Kollegen einen Bericht über das Bewässerungssystem von Märib, auf den sich bis heute die meisten Arbeiten abstützen. Er erklärte die verbreitet vorkommenden, feinkörnigen Sedimentterrassen in den, gegen das Innere entwässernden Wadis als Überreste antiker Bewässerung. Er stellt sich damit gegen die Meinung früherer (Stark 1939, Caton-Thompson und Gardner 1939) und späterer Forscher (Leidlmair 1962, Wissmann 1968), die sie als natürliche Ablagerungen gedeutet haben.
In der Folge konnten verschiedene Reisende Märib besuchen, doch zu mehr als einem Reisebericht reichte der kurze Aufenthalt in Märib nicht (z.B. Fayein 1956, Vinck 1962a und b, Gerlach 1966, Dequin 1968[7]). Neuere Arbeiten, die sich mit den dortigen antiken Bewässerungsanlagen befassen, stammen von Dayton (1975, 1979), Raikes (1978) und Wade (1979)[8].
Die meisten Arbeiten über das antike Südarabien basieren auf den inzwischen in bemerkenswerter Anzahl vorliegenden Inschriften. Diese Literatur konnte aus Zeit- und Platzgründen nicht vollumfänglich berücksichtigt werden. Für Interessierte sei deshalb auf die umfassende Bibliographie in Wissmann (1976b, S. 490–500) verwiesen.

d) Das Forschungsvorhaben des Deutschen Archäologischen Institutes

Im Jahre 1978 errichtete das Deutsche Archäologische Institut eine Zweigstelle in Ṣanᶜā'. Sie ist aus der seit 1975 bestehenden Forschungstätigkeit der Yemen Expedition des Deutschen Archäologischen Instituts hervorgegangen. Das Institut Ṣanᶜā' dient als Basis für verschiedene Forschungsvorhaben auf den Gebieten der Archäologie, Bauforschung, Epigraphik und Orientalistik sowie der Islamischen Kunstgeschichte. Die Ziele der Forschungen reichen von der Vor- und Frühgeschichte bis ins ausgehende Mittelalter. Als Schwerpunkt innerhalb der Tätigkeit des Instituts ist das Forschungsprojekt „Die Entstehung der sabäischen Hochkultur" anzusprechen. In diesem Aufgabengebiet kommt dem Thema „Antike Technologie", insbesondere den Bewässe-

6 Es stand mir nur die Buchbesprechung von ROSSI (1940) zur Verfügung.

7 Bei der von ihm beschriebenen Wasser-Kultstätte handelt es sich um Bau A (Abb. 1). Wie er später selber feststellte (DEQUIN 1976), war er nicht der Entdecker dieser Anlage, denn bereits GLASER (1913, S. 70) hat sie beschrieben und sogar ARNAUD (1874) hat sie auf seiner Skizze „Digue de Mareb" als „Blocs de grani" angedeutet.

8 Die Forschungsergebnisse der französischen Archäologen unter der Leitung von Mlle. PIRENNE standen mir nicht zur Verfügung.

rungssystemen und Oasen der Sabäerhauptstadt Mārib, große Bedeutung zu. Die Durchführung der Arbeiten steht hier unter dem besonderen Aspekt der engen Kooperation mit naturwissenschaftlichen Disziplinen.
Bis 1981 fanden, nebst einer kurzen Inspektion im Frühjahr 1978, drei längere Feldaufenthalte in Mārib statt. Dabei war es mir vergönnt, an der zweiten und dritten Kampagne teilzunehmen und weitgehend eigenständige Untersuchungen an den bewässerungsbedingten Sedimenten vornehmen zu können. Das Ziel der vorliegenden Arbeit wird durch die Fragestellung des Gesamtprojektes des Deutschen Archäologischen Institutes gegeben. Über die bisherigen Arbeiten wird in Band I der Reihe „Archäologische Berichte aus dem Yemen" informiert.

e) Problemstellungen der vorliegenden Arbeit und Ausblick

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war durch das interdisziplinäre Studium der antiken Oase vorgegeben. Sie bestand darin, mit Hilfe geomorphologischer Untersuchungen an den bewässerungsbedingten Sedimenten einen Beitrag zur Erforschung des antiken Bewässerungssystems zu leisten. Für die Erreichung dieses Ziels wurden folgende Problemstellungen festgehalten:

- Welche morphologischen Arbeitsmethoden liefern die besten Resultate zur Kenntnis des Bewässerungssystems?
- Können die an der Oberfläche auftretenden Formen hinsichtlich ihrer Genese gedeutet werden?
- Können aus den Oberflächenformen Hinweise zur Bewirtschaftung der antiken Oase gewonnen werden?
- Ist es möglich, mit Hilfe detaillierter Sedimentuntersuchungen verschiedene Bewässerungssysteme auseinanderzuhalten und sie räumlich abzugrenzen?
- Gelingt mit stratigraphischen Aufnahmen und Radiokarbon-Datierungen die altersmäßige Einordnung der verschiedenen Sedimentkomplexe?
- Können aus der Zusammensetzung der bewässerungsbedingten Ablagerungen Rückschlüsse auf die Funktionsweise der Dammanlage gezogen werden?
- Sind Diskordanzen in den Sedimenten beim Nordbau Dammbrüchen zuzuordnen?

Bei der ersten Frage ging es darum, bestimmte Arbeitsmethoden kleinräumig anzuwenden und auf ihre Brauchbarkeit hin zu testen. Es wird nötig sein, in weiteren Feldaufenthalten die erprobten Methoden auf der ganzen Oase anzuwenden. Der Rahmen dieser Arbeit wäre ebenfalls gesprengt worden, wenn die gewonnenen Erkenntnisse mit der reichen inschriftlichen Ausbeute umfassend verglichen worden wären. Auch dieses Unterfangen wird weiteren Arbeiten vorbehalten sein. Es lag in der Absicht des Verfassers, durch die Beschränkung der Untersuchungen auf morphologische Aspekte, einen fachspezifischen Beitrag zur Kenntnis der sabäischen Bewässerungswirtschaft zu liefern und damit auch Grundlagen für die geomorphologische Erforschung aller antiken Bewässerungsgebiete am Ostabhang des yemenitischen Hochlandes bereitzustellen.

B) Naturgeographische Voraussetzungen

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit sollen die natürlichen Rahmenbedingungen untersucht werden, unter denen die menschliche Besiedlung des Raumes Mārib stattfand. Dazu sind u.a. die geologischen, topographischen, hydrologischen und klimatischen Verhältnisse der Region zu zählen. Im Hinblick auf eine landwirtschaftliche Nutzung können diese zusammenfassend als gut bezeichnet werden, so daß eine dauerhafte Besiedlung möglich war. Auf diese Weise entstand in Mārib eine hochstehende Bewässerungswirtschaft, die imstande war, die Region ausreichend mit Nahrungsmitteln zu versorgen. Zu den günstigen naturräumlichen Voraussetzungen gehört auch die bevorzugte Verkehrslage von Mārib, die dem Ort erlaubte, einer der wichtigsten Umschlagplätze an der Weihrauchstraße zu werden und darüber hinaus sich zu einem bedeutenden Zentrum des antiken Südarabien zu entwickeln (Grohmann 1936, S. 304).
Um diese Entwicklung nachzuzeichnen, gehe ich vorerst der Frage nach, wie sich die Landschaft um Mārib vor der intensiven Überprägung durch die Bewässerung präsentierte.

1. GEOLOGIE UND MORPHOLOGIE

Das Relief des Yemens wird weitgehend von der Großtektonik des afrikanisch-arabischen Raumes bestimmt. Im Mittelpunkt steht die Grabenzone des Roten Meeres, die im Tertiär die afro-arabische Platte infolge Hebung und Dehnung zerbrach. Die randlichen Teile wurden zu Horsten emporgetürmt, die in Äthiopien und im Yemen das Gebirgsland aufbauen (Geukens 1960 und 1966). Das yemenitische Hochland fällt im Osten als Staffelbruch gegen Innerarabien ab, wobei einzelne kleine Horste herausragen. Zu ihnen gehören auch die von NW nach SO ziehenden Ǧibāl Balaq, der markante Kalkriegel im Westen von Mārib, der sich rund 600 m über die Ebene erhebt. Ihm schließt östlich die Senkungszone der Ramlat as-Sabᶜatayn an (Geukens 1960, S. 170). Daneben treten auch quer zu dieser tektonischen Hauptrichtung verlaufende Verwerfungen auf. Einer solchen Störungszone folgt das ausgedehnte, sich von SW nach NO erstreckende Vulkanfeld Ṣirwāḥ-Mārib. Es war im Quartär aktiv und durchbrach das eingeebnete präkambrische Grundgebirge samt seiner jurassischen Deckschicht, welche den größten Teil der Ǧibāl Balaq aufbaut und zu den ᶜAmrān Serien gezählt wird. Tertiäre Trappserien der „Yemen Volcanics" (Grolier und Overstreet 1978) sind im SW-Viertel des Landes bestimmend, fehlen aber im Osten.
Im Raume Mārib können folgende geologischen Einheiten unterschieden werden (Abb. 1):

- *Präkambrisches Grundgebirge:* Es ist an der SW-Flanke der Ǧibāl Balaq aufgeschlossen und besteht mehrheitlich aus dunklen Glimmerschiefern und Gneisen sowie stellenweise aus grobkörnigem, rötlichem Granit.

- *ᶜAmrān Serien:* Diese jurassischen Ablagerungen bauen den größten Teil der Ǧibāl Balaq auf und fallen mit etwa 30° gegen NO ein. Sie bestehen aus fossilreichem, z. T. mergeligem Kalk. An der Basis tritt Sandstein auf. Lokal kommt Marmor und Alabaster vor.
- *Quartärer Vulkanismus:* Er schuf eine eigentliche Ḥarra-Fläche[9] im NW von Mārib, Ǧibāl Daš al-Ḫašab genannt. Mehrheitlich handelt es sich um ruhig verlaufene basische Ergüsse, die zur Ablagerung von ausgedehnten, olivinreichen Basalten führten. Der Zeitpunkt des Ausklingens dieses Vulkanismus ist noch ungeklärt. Er dürfte aber kaum in historische Zeit zu liegen kommen, da er sonst sicher inschriftlich belegt wäre, wie dies für das Hochland bei al-Ḥuqqa nachgewiesen werden konnte (Müller, W. W. und Wissmann 1976, S. 117).

Topographisch wird die Region von Mārib in vier Gebiete gegliedert. Den größten Raum nimmt die Sandebene der Ramlat as-Sabᶜatayn ein, aus der im Westen unvermittelt der Kalkhorst der Ǧibāl Balaq aufsteigt. Im Norden hebt sich das schwer begehbare Vulkangebiet der Ǧibāl Daš al-Ḫašab dunkel ab. Westlich der Ǧibāl Balaq breiten sich die Ebenen von Raḥāba und al-Hayyāl aus, bevor bei der Siedlung Arāk das stark zerklüftete, hier aus präkambrischen Schiefern aufgebaute yemenitische Bergland beginnt.

Die topographischen Verhältnisse beeinflußten die Standortwahl wichtiger Bauten. Diese wurden bevorzugt auf festen Untergrund gebaut, wenn möglich in erhöhter Lage. Dies trifft für den Maḥram Bilqīs zu, dessen Maueroval auf festen Kalk gebaut wurde (Wissmann 1976a, S. 11), der damals über die Ebene ragte, heute aber nur noch unmerklich höher liegt als die aufsedimentierte Südoase. Anstehender Kalk tritt auch 800 m im OSO des Tempels auf. Er kann über 200 m verfolgt werden und sein Streichen verläuft von OSO nach WNW, also zum Maḥram Bilqīs hin, der am westseitigen Ende eines langgestreckten Tells liegt. Daß mit anstehendem Kalk gerechnet werden kann, zeigt ein weiterer markanter Kalkriegel rund 700 m südlich, der beinahe 300 m in WO-Richtung zu verfolgen ist.

Ungeklärt ist bisher, ob auch Mārib als Siedlungsplatz gewählt wurde, weil an jener Stelle fester Fels in Form eines Kalkhorstes oder einer Lavazunge aus dem Schuttfächer hervorstand.

Einer tektonischen Störung dürfte der Lauf des Wādī Ḏana im Bereich der Ǧibāl Balaq folgen, die er antezedent durchbricht. Electrowatt (1978: V, Fig. 4 und 5) konnte mit Hilfe von Bohrungen und Reflexionsseismik eine entsprechende Verwerfung feststellen. Hätte während der Hebung der Ǧibāl Balaq der damalige Fluß in diesem Bereich keine Schwächezone vorgefunden, so hätte er ihn südlich umflossen. Die gleichen Überlegungen gelten gleichermaßen für das Wādī al-Masīl, das sich in al-Falaǧ bei damals sicherlich größerem Wasserangebot während der Hebung genügend eintiefen konnte, um den Lauf zu halten und damit eine Klus auszubilden.

Nach dem Austritt des Wādī Ḏana aus der Klus ist das plötzliche Umbiegen nach SO auf einen Lavastrom zurückzuführen, der mehr als 5 km entlang dem Ǧabal Balaq al-Qiblī nach SO floß und damit den geradlinigen Ausgang des Wādī Ḏana aus der Klus versperrte. Anzeichen für diese wichtige, bisher von niemandem beobachtete Lavazunge finden sich sowohl im Wādī as-Sudd bei Bau A (Kap. D 5b), wo flächenhaft säulenartiger Basalt ansteht, als auch in einem Brunnen beim Hauptverteiler der Nordoase, der bis in die Lava hinunterreicht (Abb. 1). Dieses Einengen des Wadilaufes zwischen der Lava und den Ǧibāl Balaq begünstigte die Anlage der frühesten festen Bauten zur Wasserverteilung, die funktionsgemäß einem starken Druck ausgesetzt waren und demzufolge auf starrem Untergrund fest verankert werden mußten. So wurde Bau B auf den vorspringenden Kalk gebaut und als Fundament für Bau A wurde der Basalt gewählt. Vor der Ausbildung der Lavazunge lag das Wadibett vermutlich mehrere Dekameter tiefer. Dies zeigen

9 Nach WISSMANN (1942, S. 230) bezeichnen die Araber mit dem Begriff Ḥarra ein mit vielen kleinen Kratern durchsetztes Vulkangebiet mit flachen Lavazungen, das somit ein bewegtes Kleinrelief aufweist.

NOT FOR

REPRODUCTION

Präkambrische Schiefer und Gneise

Mesozoischer Kalk

Quartäre Laven mit Abgrenzung einzelner Lavaströme

Alluviale Aufschüttungen (Wadibett / Schuttfächer)

Aeolische Sande (Saif-Dünen / Dünenfeld)

Antike Bauten

Wadilauf

Abb. 1. Geologische Kartenskizze* des Untersuchungsgebietes vor der Aufnahme der Bewässerung mit der Lage wichtiger Bauten und Lokalitäten

* Alle in der vorliegenden Arbeit abgebildeten Karten- und Übersichtsskizzen basieren auf Luftbildern oder Luftbildmosaiken. Die Flugaufnahmen stammen von:
- British Royal Air-Force, Januar 1973, Originalmaßstab ca. 1 : 60 000
- Aero-Precisa Beirut, Dezember 1973, Originalmaßstab ca. 1 : 30 000

wiederum die Querprofile in Electrowatt (s. o.) in der Klus, die mehr als 50 m mächtige Wadiablagerungen über dem anstehenden Fels belegen, die wahrscheinlich als Folge der natürlichen Sperre durch den Lavariegel zur Ablagerung gelangten. Hinzu kommt, daß beim heutigen Niveau des Wadis das Wasser über die Lavazunge hinweg in die Ramlat as-Sabᶜatayn hinausgeflossen wäre. So aber umfloß das Wasser den Lavariegel und schüttete anschließend einen mächtigen Schuttfächer, der heute als Grundwasserspeicher auftritt. Die vielen Brunnen der Region reichen alle in diesen Schichtkörper hinunter. Ihre Tiefe zeigt die Mächtigkeit der überlagernden, während der Bewässerungszeit abgelagerten feinen Sedimente. Im Osten dürfte sich das

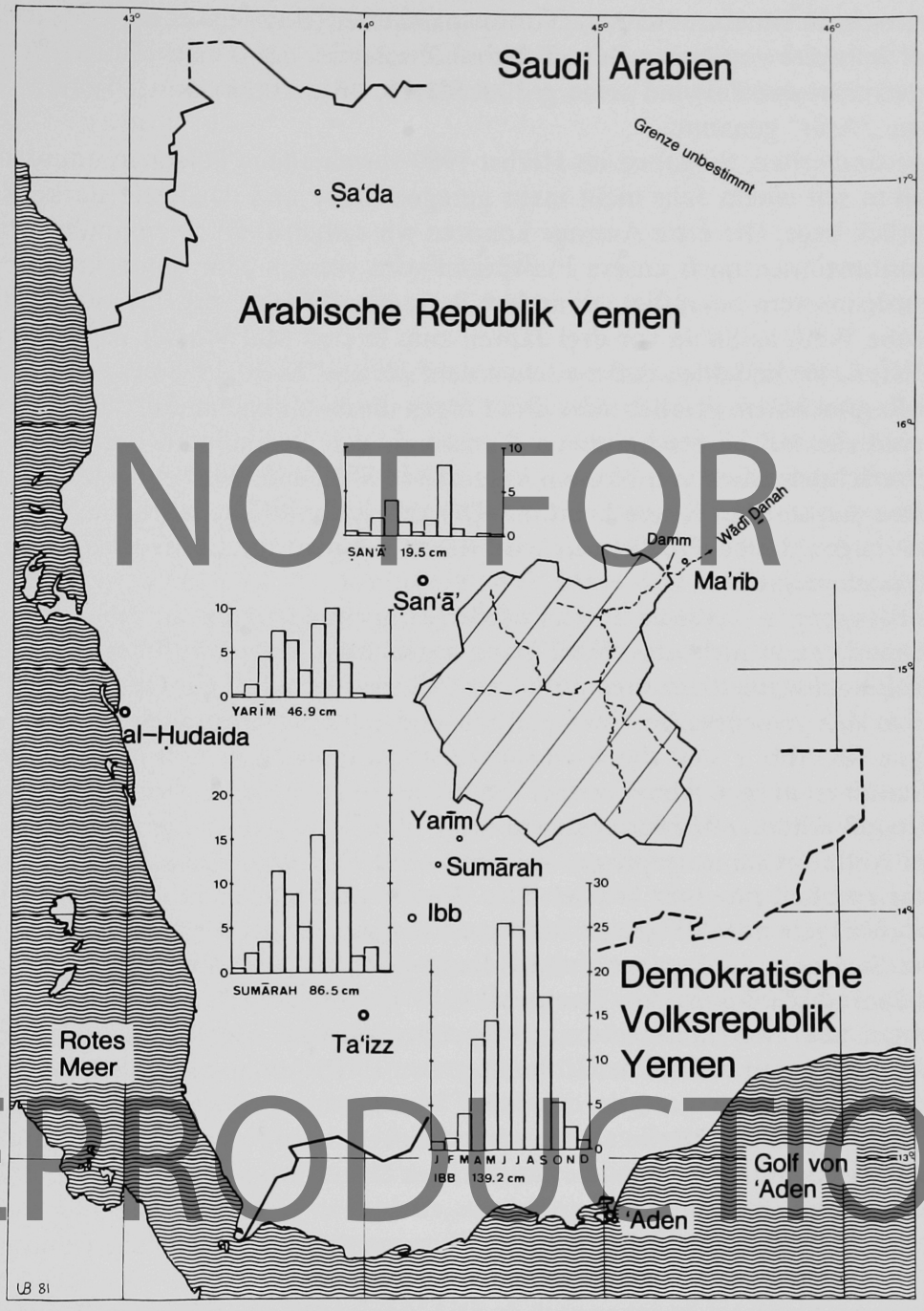
Wadi in den äolischen Sanden der Ramlat as-Sabᶜatayn verloren haben, in niederschlagsreichen Jahren etwas weiter draußen, in trockenen Jahren bereits im randlichen Bereich der Sandwüste. Dieser pulsierende Kampf zwischen der formenden Kraft des Wassers und der, aus entgegengesetzter Richtung kommenden, in diesem Fall nivellierenden Kraft des Windes hat sich bis heute erhalten. Zudem liefert der Schuttfächer dem Wind immer neues Feinmaterial, das er ausbläst und am Fuß der Ǧibāl Balaq zu Dünen anhäuft (Taf. 2a).
In der Literatur wird manchmal auf die Bedeutung von Erdbeben bei der Zerstörung der Dammanlagen hingewiesen. Wissmann (1966, S. 107) verbindet die Erdbeben direkt mit dem Vulkanismus: „Ausbrüche scheinen mit Erdbeben verbunden gewesen zu sein, die wohl in der letzten vorislamischen Zeit den Damm zerstörten, das Kanalgefälle änderten und den Wiederaufbau sehr erschwert hätten." Für die Region Mārib erscheint mir eine Verknüpfung von Erdbeben mit Vulkanausbrüchen fraglich, da auch heute noch Erdbeben auftreten, obwohl die vulkanische Aktivität aufgehört hat. So richtete ein Erdbeben 1977 an den Regierungsgebäuden in Mārib recht großen Schaden an und brachte einige beschädigte Lehmhäuser zum Einsturz. Ein weiteres Erdbeben scheint 1980 gewesen zu sein. Mit Erdbeben während der Betriebszeit des Dammes kann daher gerechnet werden, ob sie allerdings einen Bruch des Erddammes verursachen konnten, sei vorläufig dahingestellt.

2. KLIMATISCHE VERHÄLTNISSE UND VEGETATION

Aufgrund seiner Breitenlage unterliegt Südarabien der tropischen Zirkulation. Die innertropische Konvergenzzone bewirkt im Yemen zwei Regenzeiten: eine kleinere im April und eine etwas größere im Juli–September. Die jährliche Niederschlagsmenge variiert innerhalb des Landes sehr stark (Abb. 2). Der sehr trockenen Küstenebene entlang dem Roten Meer (Zabīd 130 mm[10]) folgt der niederschlagreichste Landesteil, der westliche Gebirgsrand (Ibb 1392 mm), der ostwärts von relativ trockenen Hochebenen abgelöst wird (Ṣanᶜāʾ 195 mm). Gegen Osten nehmen die Niederschläge weiter ab. Charakteristisch sind große jährliche Schwankungen in der zeitlichen Verteilung und in der Summe der Niederschläge. Der Temperaturverlauf zeigt sowohl im täglichen als auch im jährlichen Gang den dominanten Einfluß der Einstrahlung. Dabei ist – den randtropischen Verhältnissen entsprechend – die tägliche Temperaturamplitude markant größer als die Jahresschwankungen (Rathjens et al., 1956, S. 6 und Abb. 4).
Aus dem Osten der Arabischen Republik Yemen sind keine klimatischen Daten erhältlich[11]. Alle Angaben beruhen auf kurzfristigen Messungen von Reisenden oder – was die Niederschläge und den Wadiabfluß betrifft – auf den Aussagen der befragten einheimischen Bevölkerung.
Das Klima von Mārib ist zweifellos arid. Der Gang der Temperatur ist gekennzeichnet durch große tägliche Schwankungen, die im Sommerhalbjahr etwas kleiner als im Winterhalbjahr sind. Glaser (1913, S. 30) berichtet für die erste Aprilhälfte 1888 von einem mittleren Temperaturma-

10 Alle Angaben als Mittel der Jahre 1970–75 (Statistical Yearbook 1974, 75, 76). Sie dürften eher unter dem langjährigen Mittel liegen, da die Sahel-Trockenzeit z.T. in diese Periode fällt: Ṣanᶜāʾ 1938–46, 302 mm (Electrowatt 1978: VII, Tafel 2.1).

11 Meßstationen am Ostabfall des Hochlandes bestehen in Naǧrān, Saudi Arabien (Jahresmitteltemperatur 23,2 °C, 71,7 mm Niederschlag/Jahr) und in der Demokratischen Volksrepublik Yemen in Bayḥān (23,8 °C, 162,7 mm) und Nuqub (25,0 °C, 41,5 mm) (Electrowatt 1978: III, Tafel 2.4).



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 2. Karte der Arabischen Republik Yemen mit dem Einzugsgebiet des Wādī Ḏana sowie Niederschlagsdiagrammen von vier, nahe dem Einzugsgebiet liegenden Stationen (Niederschlag als Durchschnitt der Jahre 1970–1975, Angaben in cm, aus Statistical Yearbook 1973 und 1976; Karte und Abgrenzung des Einzugsgebietes nach Swiss Technical Co-Operation 1978, Beilage)

ximum von 34,2 °C und einer Morgentemperatur von 23 °C, was einer täglichen Amplitude von 11 °C entspricht. Im Dezember 1980 konnten wir innerhalb eines Tages Temperaturdifferenzen von bis zu 25 °C feststellen. Sie sind durch die große Ausstrahlung in der Nacht bedingt, die Temperaturen um den Gefrierpunkt herum bewirken kann. Die Jahresmitteltemperatur dürfte bei 25 °C liegen.

Allgemein herrscht in Innerarabien der Nordostpassat vor (Rathjens et al. 1956, S. 5). Im Raum Mārib wird er zeitweise von einem Berg-Talwind überlagert, der in ostwestlicher Richtung weht. Über Mittag erreicht der Talwind seine größte Stärke, oft markiert durch Windhosen. Sie werden im Yemen „ᶜAṣār" genannt.

Niederschläge sind selten. So gaben im Herbst 1980 verschiedene Personen unabhängig voneinander an, daß es seit einem Jahr nicht mehr geregnet habe und der letzte starke Regen bereits drei Jahre zurück liege. Die erste Aussage konnten wir selber überprüfen, indem wir in windgeschützten Erosionsrinnen noch unsere Fußspuren vom vorigen Jahr entdeckten, und die zweite Annahme wurde insofern bekräftigt, als andere Befragte erklärten, daß das aus der nahen Umgebung gespiesene Wādī as-Sāʾila vor drei Jahren zum letzten Mal Wasser geführt habe. Electrowatt (1978: VII, S. 46) berichtet, daß zwischen dem 22. und 25. 10. 1977 etwa 30–40 mm Niederschlag in der Region Mārib gefallen sind. Die Folgen dieser unregelmäßig auftretenden, gewittrigen Regen sind die tief eingeschnittenen Runsen in den Sedimenten der Oasen. Auch 1980 konnten wir verschiedentlich von Norden kommende Wolkenfelder beobachten, Ausläufer von Zyklonen, ohne daß sie aber Regen brachten. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag wird unter 100 mm liegen. Diese Trockenheit wird durch die niedrige Luftfeuchtigkeit und die stets bewegte Luft noch vergrößert.

Die Lebensbedingungen in dieser ariden, heißen Umgebung wären für eine seßhafte Bevölkerung ungenügend, wenn nicht das Wādī Ḏana regelmäßig Wasser zuführen würde. Das Wādī Ḏana hat ein Einzugsgebiet von rund 10000 km² (Swiss Technical Co-Operation 1978, S. I/18). Es greift tief in das yemenitische Hochland ein und umfaßt damit auch Gebiete mit höheren Niederschlägen. In Abb. 2 sind die Niederschlagsdiagramme von vier, dem Einzugsgebiet benachbarten Stationen aufgezeichnet, wobei Ibb bereits am westlichen Gebirgshang liegt und damit in den Genuß erhöhter Niederschläge kommt. Der Jahresgang zeigt zwei deutliche Spitzen, die sich beim Abfluß noch ausgeprägter manifestieren. Das Wādī Ḏana führt bei Mārib durchschnittlich nur zweimal pro Jahr Wasser. Das Wasser trifft als eigentliche Flutwelle bei Mārib ein. Dieses vorübergehende Auftreten von Wasser in einem Wadi wird als „Sayl" bezeichnet. Im April hält der Sayl etwa 15 Tage an, Juli bis September maximal 45 Tage (Glaser 1913, S. 55). Der mittlere Jahresabfluß wird von Electrowatt (1978: VII, S. 43 f.) mit 200 Mio m³ angegeben, wobei im Mittel alle zwei Jahre mit einer Hochwasserspitze von 950 m³/sec gerechnet wird. Überschlagsrechnungen mit Hilfe der Höhenlage von Fließspuren am Wadirand bestätigen diesen Wert[12]. Dieser entspricht etwa der mittleren Wasserführung des Rheins bei Basel (1027 m³/sec, Nigg 1975, S. 30). Damit dürfte auch noch in trockenen Jahren genügend Wasser vorhanden sein, um eine ausgedehnte Fläche zu bewässern, das Grundwasser zu speisen und einer seßhaften Bevölkerung eine sichere Lebensgrundlage zu bieten. Die sabäische Bewässerungskultur konnte demnach durchaus unter den heutigen Klimaverhältnissen entstehen und gedeihen, sie hätte sogar mit geringeren Niederschlägen bestehen können[13].

Die Vegetation des Gebietes ist sehr spärlich. Die kleinen Wadis werden von Dornbüschen begleitet und einzig im Wādī Ḏana und Wādī as-Sāʾila vermag eine dichtere Vegetation zu sprießen. Vorherrschend sind Tamarisken (Tamarix sp.), aber auch der ᶜUschar-Strauch (Calotropis procera) und das Arāk-Gebüsch (Salvadora persica) sind recht häufig (Migahid 1978). Noch in historischer Zeit soll ein Teil des yemenitischen Berglandes bewaldet gewesen sein (Hepper und

12 RAIKES (1978, S. 30) bezweifelt diese Werte. Er schätzt den jährlichen Abfluß auf 100 Mio m³ und den maximalen Abfluß auf rund 200 m³/sec. Diese Angaben liegen sicherlich zu tief, v.a. wenn die Breite des Wādī Ḏana in Betracht gezogen wird (vgl. RIGGS 1977, S. 22).

13 Vgl. RATHJENS et al. (1956, S. 35) sowie BOWEN (1958, S. 83). Gegenteiliger Meinung ist DAYTON (1975, S. 58).

Wood 1979, S. 67). Nach Lamare (1931, S. 59) zierten Zedernbestände die Hänge und verzögerten den Abfluß des Regenwassers. Mit der Entwaldung[14] setzte eine verstärkte Bodenerosion ein, die aber wahrscheinlich stellenweise durch die intensive Terrassierung der Berghänge zum Teil aufgehoben wurde.

3. KARST

Es mutet seltsam an, unter den oben beschriebenen ariden Klimaverhältnissen auf dem Kalk der Ǧibāl Balaq einen reichen und erstaunlich frisch wirkenden Karstformenschatz anzutreffen. Es handelt sich durchwegs um korrosive Kleinformen. Am häufigsten sind Rillenkarren und Kamenitsas, sowie kavernöse Karren, auch Karstlöcher genannt. Selten treten auch Hohl- und Kluftkarren auf[15]. Alle Formen sind deutlich ausgebildet und können sicher angesprochen werden. Die Rillenkarren sind meist etwa 1 cm tief und können bis über 1 m Länge erreichen (Taf. 2b). Hier und da treten sie zusammen mit Kamenitsas auf. Diese sind um 3–5 cm in die Oberfläche eingetieft, ihr Durchmesser schwankt zwischen 10 und 50 cm. Oftmals sind ihre Ränder unterschnitten und mit Karstlöchern durchsetzt. Kavernöse Karren treten aber auch unabhängig von Rillenkarren und Kamenitsas auf und durchlöchern oft größere Felsgruppen. Alle Formen bevorzugen einzelstehende Kalkfelsen in windgeschützten Mulden und Wadis. Hohl- und Kluftkarren beschränken sich auf schuttfreie Verflachungen.

Angaben über den Karst in Trockengebieten sind rar. Becker (1977, S. 45) berichtet von rezenten Karstformen aus dem niederschlagsreicheren yemenitischen Hochland und weist dabei deutlich auf das Fehlen von Rillenkarren hin. Auch andere Autoren (Wissmann 1957, S. 264; Leidlmair 1962; Mensching 1973, S. 48) haben schon darauf aufmerksam gemacht, daß in ariden Gebieten keine linearen Kleinformen des Karstes zu erwarten sind. Einzig Zwittkovits (1966, S. 292) beobachtete in der Arabischen Wüste Ägyptens größere Rinnenkarren, allerdings in einem Wadibett, bezeichnet sie aber auch als „einen seltenen Fall für streng aride Gebiete". Tatsächlich sind die Bildungsbedingungen für korrosive Kleinformen unter derart ariden Verhältnissen, wie sie Mārib aufweist, äußerst ungünstig. Darauf weisen auch die sabäischen Kalkbauten hin, die – obwohl mehr als 2000 Jahre alt – nirgends Spuren von Korrosion zeigen. Nur bei Wasserbauten finden sich Lösungsansätze, die aber eindeutig als Fließspuren des Bewässerungswassers identifiziert werden können (Taf. 3). Bei einem sabäischen Grab am Ǧabal Balaq al-Awsaṭ konnten andererseits an einem der das Grab kreisförmig umgebenden, hochkant gestellten Kalkbruchstücke schräg zur Fallinie verlaufende Rillenkarren beobachtet werden. Da Rillenkarren stets dem größten Gefälle folgen, waren sie bereits vor der Benützung des Steines vorhanden gewesen. Sie belegen damit auch den äußerst langsamen Ablauf der morphologischen Prozesse unter dem heutigen Klima. Diese Tatsache stützt die Vermutung, daß es sich bei den vorgefundenen Beispielen um Vorzeitformen handelt, die unter günstigen Bedingungen (windgeschützte Lage, homogener Fels) bis heute erhalten geblieben sind. Bei kavernösen Karren und Kamenitsas ist eine Weiterbildung auch unter den heutigen Klimaverhältnissen durchaus denkbar, da sich das selte-

14 Sie könnte z. T. auf den Bau von Moscheen zurückzuführen sein, da Zedernholz für Trägerbalken verwendet wurde (DEQUIN 1976, S. 42).

15 Östlich Ḏībīn, 70 km nördlich Ṣanʿāʾ beobachtete ich an alleinstehenden Felsen auch prächtige Rinnenkarren, die über mehrere Meter Länge tief eingeschnitten waren und ebenfalls einen überraschend frischen Eindruck hinterließen.

ne Niederschlagswasser in diesen Hohlformen sammeln und somit etwas länger aggressiv wirken kann. Bei Rillenkarren, die sich in ihrer Verbreitung an geschützte Standorte halten, scheint der Regen gerade auszureichen, um die vorhandenen Formen derart zu verstärken, daß die Wirkung der glättenden Windkorrasion aufgehoben wird.

In ihrer Anlage reichen die Hohl- und Kluftkarren, die kavernösen Karren sowie die Kamenitsas wohl ins Pleistozän zurück, da sie alle in ihrem Initialstadium eine, zumindest teilweise Boden- und Vegetationsbedeckung benötigen (Bögli 1978, S. 58 f.; Louis und Fischer 1979, S. 385 f.). Ein dichter Pflanzenbewuchs ist an den Ǧibāl Balaq aber nur bei einem deutlich feuchteren Klima als heute möglich, wie es für die arabische Halbinsel für die Zeit des Übergangs vom Pliozän zum Pleistozän, also für die Zeit vor 3–1 Mio Jahre angenommen wird (Hötzl and Zötl 1978, S. 310; Butzer 1978, S. 206). Somit wären die beschriebenen Karstformen Relikte eines wesentlich feuchteren Klimas.

C) Im Zusammenhang mit der Bewässerung abgelagerte Sedimente

1. ÜBERSICHT

Die beinahe zweitausend Jahre dauernde antike Bewässerungswirtschaft hat das Landschaftsbild der Region Mārib nachhaltig beeinflußt. Noch heute verleihen die auf der dunklen basaltischen Lava hell kontrastierenden, antiken Felder der Region ein unverwechselbares Gepräge, das den Besucher – besonders bei seiner Ankunft mit dem Flugzeug – in seinen Bann zieht. Die Felder sind aus feinen Sedimenten aufgebaut, die durch die ehemalige Bewässerung auf weiter Fläche abgelagert worden sind und bis in die Gegenwart die Ausdehnung der antiken Bewässerung andeuten (Taf. 1).

Die Anlage des antiken Bewässerungssystems geschah unter geschickter Ausnützung der topographischen Verhältnisse (Abb. 3). Ihr zentraler Teil, der große Damm, wurde am östlichen Ausgang der Klus aus den Ǧibāl Balaq[16] aufgeschüttet. Er staute das Wasser des Sayl zu einem See auf, der bei maximaler Ausdehnung bis in die Ebene von Raḥāba reichte. In diesen See lagerte der Sayl gewaltige Mengen an mitgeführtem Material ab, im Strömungsbereich vor allem Geröll und Sand, randlich auch Silt. Diese Ablagerungen zeichnen sich durch eine klar erkennbare Schichtung im cm- bis dm-Bereich aus. Einzelne tonige, mit Trockenrissen durchsetzte Schichten belegen eine zeitweise Austrocknung. Im folgenden werde ich diese Ablagerungen als Stauraumsedimente ansprechen. Dort wo bei ihnen die deutliche Schichtung fehlt, kann im Zusammenhang mit Baurelikten und Bearbeitungsspuren in den Sedimenten eine Bewirtschaftung des Bodens angenommen werden. Dies trifft besonders für die randlichen Bereiche des zeitweiligen Stausees zu. Eigenständige Bewässerungssysteme scheinen in der Ebene von Raḥāba und in der Qāᶜ al-Hayyāl[17] existiert zu haben.

Mit zwei mächtigen Auslaßbauten auf festem Kalk, dem Nordbau am NW-Ende des Dammes und dem Südbau am SO-Ende, wurde das Wasser gefaßt und in je einen Hauptkanal abgegeben. Der vom Nordbau abgehende Kanal führte auf die links des Wādī Ḏana gelegene Nordoase mit der Stadt Mārib, der andere entlang dem Ǧabal Balaq al-Awsaṭ auf die rechts gelegene Südoase mit dem Tempel Maḥram Bilqīs. Der Koran spricht hierbei in Sure 34, Vers 15 von: „Zwei Gärten, einen zur Rechten und einen zur Linken". Am westlichen Rand der Oasen fächerten die Hauptkanäle in ein weitverzweigtes Kanalsystem auf, über das der im Wasser mitgeführte Silt und Ton auf die Felder gelangte, wo er bei der Überstauung sedimentierte. Dies führte zu einer sehr feinen Schichtung, die aber durch das Hacken und Pflügen der Felder meistens zerstört

16 Dieser Abschnitt des Wādī Ḏana wird, bezugnehmend auf den antiken Damm, auch Wādī as-Sudd genannt.

17 Qāᶜ ist im Yemen die allgemeine Bezeichnung für Ebene (FAKHRY 1952: I, S. 10).

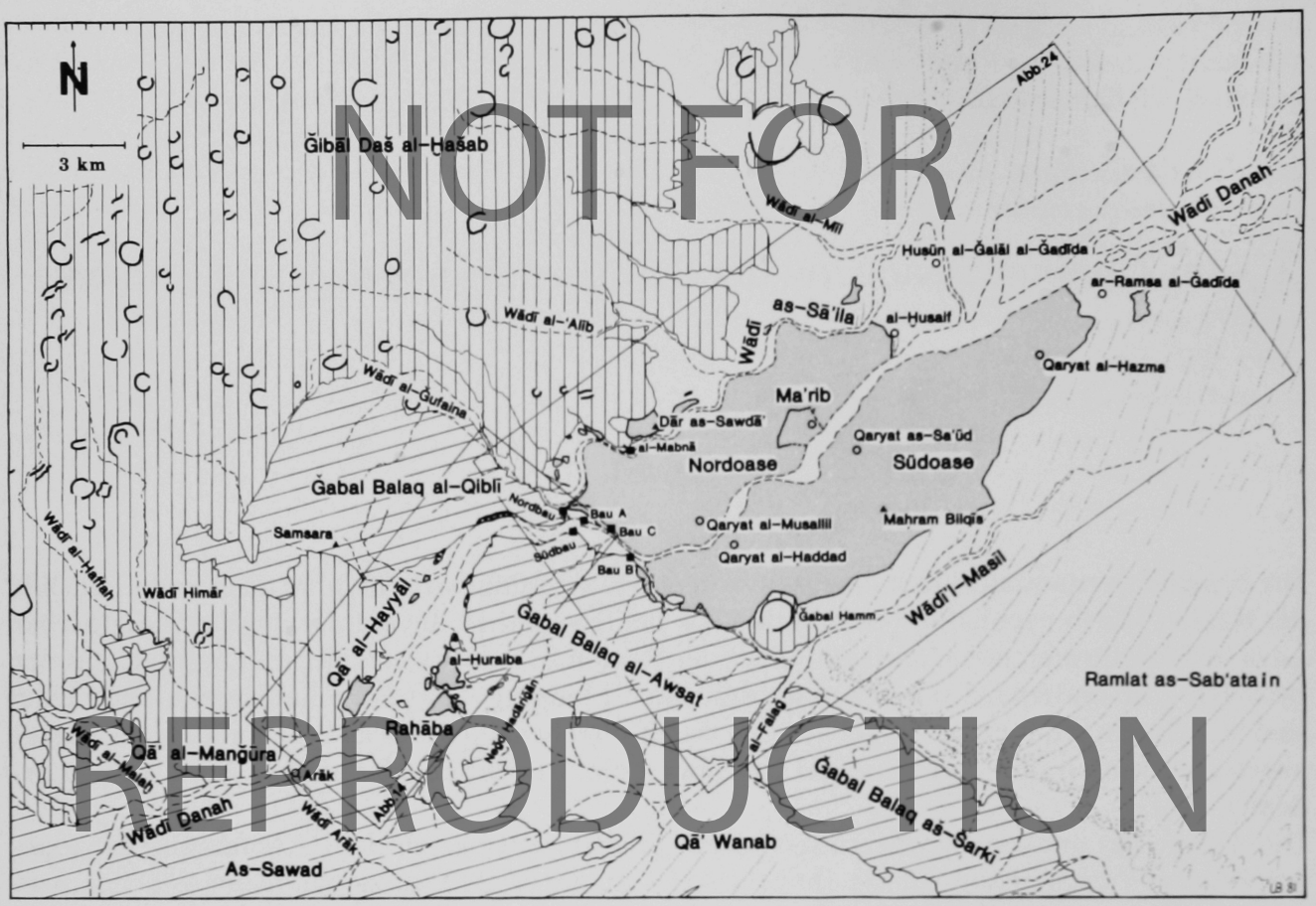


Abb. 3. Übersichtskarte des Raumes Mārib mit besonderer Berücksichtigung der bewässerungsbedingten Sedimente (Legende vgl. Abb. 24)

wurde. So zeigen sich diese Ablagerungen heute als mächtige, in ihrem Aufbau monotone Silterrassen, die an ihrer Oberfläche mannigfache Strukturen aufweisen. Im folgenden werde ich sie als Bewässerungssedimente bezeichnen und ihr Hauptverbreitungsgebiet beidseits des Wādī Ḏana als Nord- bzw. Südoase. Diese zwei Oasen reichen entlang dem Wādī Ḏana von den Ğibāl Balaq im Westen bis al-Ḥusayf und ar-Ramsa im Osten. Im Norden sind sie weitgehend vom Wādī as-Sā'ila eingegrenzt, im Süden vom Ğabal Ḥamm und Wādī al-Masīl, im Osten verzahnen sich die Bewässerungssedimente mit den äolischen Sanden der Ramlat as-Sabᶜatayn (Abb. 3). Diese sind wegen ihrer gröberen Korngröße und geringeren Konsistenz leicht von den Oasensedimenten zu unterscheiden. Sämtliche bewässerungsbedingten Sedimente der antiken Oasen, wie z. B. Bewässerungssedimente und Ablagerungen in Kanälen, werden unter dem Begriff Oasensedimente zusammengefaßt.

In der Talausweitung des Wādī al-Ğufayna nördlich des Dammes liegen bewässerungsbedingte Sedimente auf der dunklen basaltischen Lava. Sie zeigen keine direkte Verbindung mit den Sedimenten der Nordoase und liegen z. T. im Staubereich der Dammanlage al-Mabnā. Ihre genetische Zuordnung kann nicht eindeutig vorgenommen werden. Wahrscheinlich sind sie als randliche Oasensedimente aufzufassen (Kap. C 7b). Die zur Stauanlage al-Mabnā zugehörenden Stauraumsedimente scheinen weitgehend erodiert worden zu sein. Die entsprechenden Bewässerungssedimente befinden sich bei Dār as-Sawdā', also nördlich des Wādī as-Sā'ila, z. T. überlagern sie aber auch die Oasensedimente westlich und nördlich Mārib.

Um die im Zusammenhang mit der Bewässerung abgelagerten Sedimente als Hilfe bei der Rekonstruktion der ehemaligen Bewässerung gebrauchen zu können, sollen zunächst die seit der Aufgabe des Systems durch Wind und Wasser wirksamen Ablagerungs- und vor allem Abtragungsvorgänge besprochen sowie Unterscheidungskriterien für die verschiedenen Sedimente ausgearbeitet werden.

2. DIFFERENZIERUNG DER SEDIMENTE

Als wichtige Grundlage für die Erforschung der räumlichen Ausdehnung und des Funktionssystems der Bewässerungsanlage erweist sich die sichere Unterscheidung der bewässerungsbedingten Sedimente von den natürlichen Ablagerungen der Sayls und des Windes. Ein brauchbares Unterscheidungskriterium ist die Korngrößenzusammensetzung der Ablagerungen (Abb. 4). Die Bewässerungssedimente sind sehr einheitlich aufgebaut. Sie zeigen ein Vorherrschen der Siltfraktion mit einem Maximum des Grobsiltes. Der Anteil der Tonfraktion liegt meist über 10%. Daneben tritt noch wenig Feinsand auf. Demgegenüber weisen die rezenten Ablagerungen des Wādī Dana ein viel breiteres Spektrum auf. Je nach Ablagerungsort ergibt sich eine spezifische Korngrößenzusammensetzung. So weisen einzelne Proben aus der Wadimitte (P 25-1, SU/S-1)[18] ein zweigeteiltes Maximum auf; eines liegt im Mittelsand, das andere im Grobkies. Eine andere Probe besteht beinahe ausschließlich aus Sand (P 21-1) mit einem Anteil an Mittelsand von über 60%. Am Wadirand, vor allem an Gleithängen können auch viel feinkörnigere Ablagerungen auftreten, wie Probe ED/S-7 zeigt, wo – ähnlich wie bei den Bewässerungssedimenten – der Silt überwiegt und Ton ebenfalls vertreten ist. Als Unterscheidungsmerkmal dient hier das Auftreten von Sand und etwas Feinkies, die den Bewässerungssedimenten durchweg fehlen.

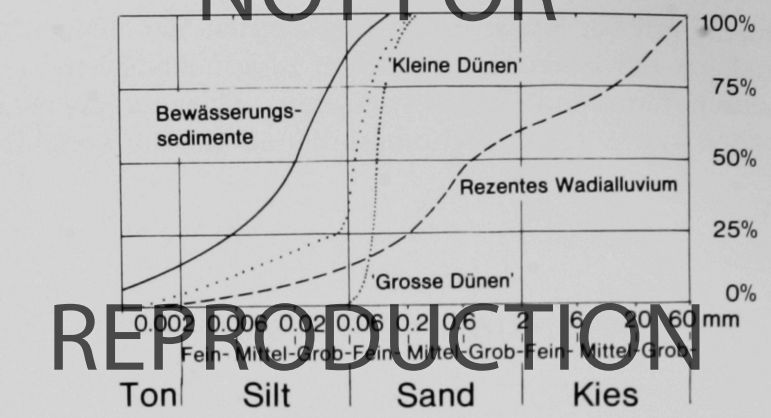
Die Abgrenzung der Bewässerungssedimente gegenüber den äolischen Ablagerungen kann in den meisten Fällen ebenfalls mit Hilfe der Korngrößenanalyse vorgenommen werden. Allgemein wird den Flugsanden ein Maximum im Fein- und Mittelsand zugesprochen (Louis und Fischer 1979, S. 494 f.). Dies trifft in Mārib für die großen Dünen zu. Auf den Oasen im Lee von Büschen bilden sich kleinere Dünen aus lokalem Flugsand, der ein etwas anderes Korngrößenspektrum zeigt. Hier überwiegt der Feinsand, wobei auch feinere Komponenten auftreten. Zusammen mit ihrer stets geringen Verfestigung sind die äolischen Sedimente somit leicht von den fluvialen Ablagerungen zu trennen.

Neben den Unterschieden in der Korngrößenzusammensetzung kann auch der Mineralbestand der Sedimente zu ihrer Differenzierung herangezogen werden. Deutliche Unterschiede sind vor allem im Feinsand zu beobachten. Die Oasensedimente weisen in dieser Fraktion einen sehr kleinen Quarzanteil auf, dafür einen sehr hohen Gehalt an Glimmer (Tab. 1). Weiter sind Feldspäte, Kalzit und Chlorit sowie Bruchstücke von Basalt beigemengt[19]. Demgegenüber bestehen die Flugsande fast ausschließlich aus Quarz. Auch die Wadialluvionen haben einen deutlich höheren Quarzanteil als die Bewässerungssedimente. Damit kann der Quarzgehalt der Feinsandfraktion als wichtige Unterscheidungshilfe zwischen antiken und rezenten Bewässerungssedimenten herangezogen werden, da beim antiken Verteilersystem der Quarz im Staubecken sedimentierte, während bei der heute betriebenen Flutbewässerung der Quarz auf die Felder gelangt.

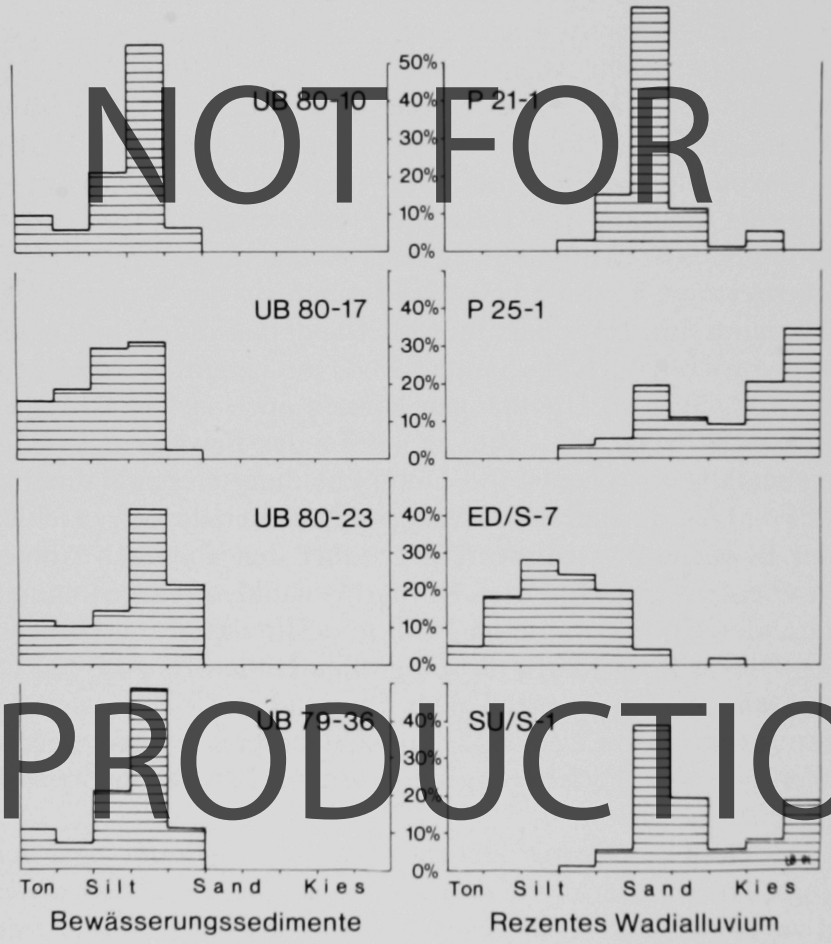
18 Bezeichnet die Probenummer, vgl. Abb. 4.

19 Die röntgenographische Mineralbestimmung wurde von Dipl.-Geol. U. Raz am Petrographischen Institut der ETH Zürich durchgeführt.

NOT FOR REPRODUCTION



NOT FOR REPRODUCTION



REPRODUCTION

Abb. 4. Korngrößenverteilung* ausgewählter Sedimente aus dem Raume Märib. Oben Summationskurven von Durchschnittswerten und Bezeichnung der verwendeten Korngrößeneinteilung (Louis + Fischer 1979, S. 48), unten Granulogramme einiger Einzelproben. Die Bewässerungssedimente zeichnen sich gegenüber den natürlichen Ablagerungen durch ein Vorherrschen des Siltes und ein völliges Fehlen gröberer Komponenten aus.

* Die Korngrößenanalyse aller UB-Proben wurde am Geogr. Inst. der Univ. Zürich durchgeführt. Die Bearbeitung der Proben wurde einheitlich gehandhabt und geschah folgendermaßen:

- Vorbehandlung der Probe (100–150 gr.) mit H_2O_2 3%
- Sieben der Probe mit Siebsatz 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,08 mm
- Trocknen der einzelnen Fraktionen bei 105 °C und Wägen
- Dispergierung von 20 gr. kleiner 0,08 mm und Behandlung in 200 cm^3 0,01-proz. Natriumhexametaphosphat mit Ultraschall (Müller-VonMoos 1971, S. 247)
- Aräometeranalyse

Die Korngrößenverteilung der übrigen Proben stammen aus Electrowatt (1978: V, Appendix).

Tabelle 1. Morphometrische und mineralogische Angaben von ausgewählten Sedimentproben

Probenummer[1]/Ort	Korngrößenverteilung						Gehalt an	Gehalt an[5]		
	Ton	Silt	Sand	Median	Sortierung[2]	Rundung[3]	org. C[4]	Quarz	Glimmer	Basalt
Bewässerungssedimente:										
UB 79-36, Nordoase	12	76	12	24 µ	2,0	2 – 3	0,11	+	+ + +	+
UB 80-21, Nordoase	11	81	8	19 µ	2,5	2 – 3	0,28	–	+ + +	+
UB 80-10, Ḥuṣūn al-Ǧadīda	10	83	7	27 µ	1,8	2 – 3	?	–	+ + +	
UB 79-4, al-Ǧufayna	19	73	8	9 µ	2,6	2 – 3	0,26	+	+ + +	+
UB 80-12, al-Mabnā	10	80	10	33 µ	1,8	2 – 3	0,06	+	+ + +	
UB 80-20, Dār as-Sawdā'	13	57	30	41 µ	2,3	2 – 3	0,15	+	+ + +	+
UB 80-23, Südoase	12	66	22	36 µ	2,7	2 – 3	0,12	+ +	+ + +	+
UB 80-14, Raḥāba	15	70	15	24 µ	2,7	2 – 3	0,22	+ +	+ + +	+
UB 80-13, Ǧūba al-Ǧadīda	12	61	27	37 µ	2,5	2 – 3	0,22	+ +	+ + +	
Stauraumsedimente:										
UB 79-17, Nordbau	26	74	0	5 µ	2,6	2	0,44	+ + +	+	+ +
S 51a, Nordbau	41	59	0	3 µ	3,0	2 – 3	0,51	+ + +	+	+
S 51b, Nordbau	25	73	2	5 µ	2,4	2 – 3	0,44	+ + +	+	+
S 53, Nordbau	16	78	6	13 µ	2,3	2	0,60	+ + +	+	+
Rezentes Wadialluvium:										
UB 80-9, Ḥuṣūn al-Ǧadīda	11	71	18	21 µ	2,7	2 – 3	0,14	+ +	+ + +	+
A 51-1, ar-Ramsa	9	41	50	60 µ	2,4	?	0,14	?	?	?
Flugsand:										
UB 80-27, ‚Große Dünen'	0	1	99	120 µ	1,2	3	0,0	+ + +	–	–

1 UB und S-Proben vom Autor untersucht, A-Probe aus Electrowatt 1978: I, Appendix A

2 Sortierung = $\sqrt{Q_3/Q_1}$, Q = Quartil der Summationskurve

3 Grad der Rundung nach MÜLLER G. 1964, S. 110: 1 = angular (scharfe Ecken), 2 = subangular (beginnende Rundung der Ecken), 3 = angerundet, 4 = gerundet, 5 = gut gerundet

4 Bestimmung nach der Methode von WALKLY und BLACK

5 Es wurde nur die Feinsandfraktion untersucht. Weiter sind vorhanden: Kalzit, Feldspat und Chlorit. + + + = Hauptbestandteil, + + = Sekundärbestandteil, + = untergeordneter Bestandteil, – = vereinzelt auftretend, ? = keine Information vorhanden

Die Bewässerungssedimente und gelegentlich auch ungeschichtete Stauraumsedimente sind durchsetzt von kleinen Hohlräumen (Brunner 1980, Abb. 2). Bei der Aufbereitung der Proben für die Laboranalysen stellten sich die Hohlräume als feine Wurzelröhrchen heraus. Diese sind nur wenige Millimeter lang und erreichen kaum einen größeren Durchmesser als 1 mm. Ihre Farbe weicht kaum vom übrigen Material ab. Manchmal zeigen sie Verzweigungen. Wurzelröhrchen gelten als charakteristische Form des Löß. Sie konnten dort eindeutig als verkalkte Teile ehemaliger Wurzeln gedeutet werden (Maus 1969, S. 121). Daß sie auch in den Bewässerungssedimenten von Mārib auftreten, deutet auf die nahe Verwandtschaft dieser Ablagerungen mit dem Löß hin[20]. Die große Anzahl der Wurzelröhrchen zeigt des weiteren, daß die Bewässe-

20 In der „Geologic Map of the Yemen Arab Republic" von GROLIER und OVERSTREET 1978 sind denn auch die Nord- und Südoase fälschlicherweise als Löß-Ablagerungen deklariert worden.

rungssedimente sehr stark durchwurzelt waren und demnach eine recht dichte Vegetation trugen.
Je nach Problemstellung wurden des weiteren die Verfestigung und die Schichtung der Ablagerungen, sowie der Gehalt an organischem Material untersucht. Zum Anteil an org. C ist zu bemerken, daß er allgemein sehr niedrig ist und bei den Bewässerungssedimenten bei durchschnittlich 0,2% liegt. Wie Probe A 51-1 zeigt, weist er auch im heute bewirtschafteten Boden mit 0,14% sehr geringe Werte auf. Dies mag damit zusammenhängen, daß die Bearbeitung des Bodens, in Kombination mit der periodischen Durchfeuchtung und den hohen Temperaturen, die Zersetzung der organischen Substanz fördert. Die Stauraumsedimente haben denn auch einen merklich höheren org. C-Gehalt. Gesamthaft gesehen ist es möglich, mit Hilfe der oben aufgeführten Methoden die nicht im Zusammenhang mit der antiken Bewässerung entstandenen Ablagerungen auszuscheiden.

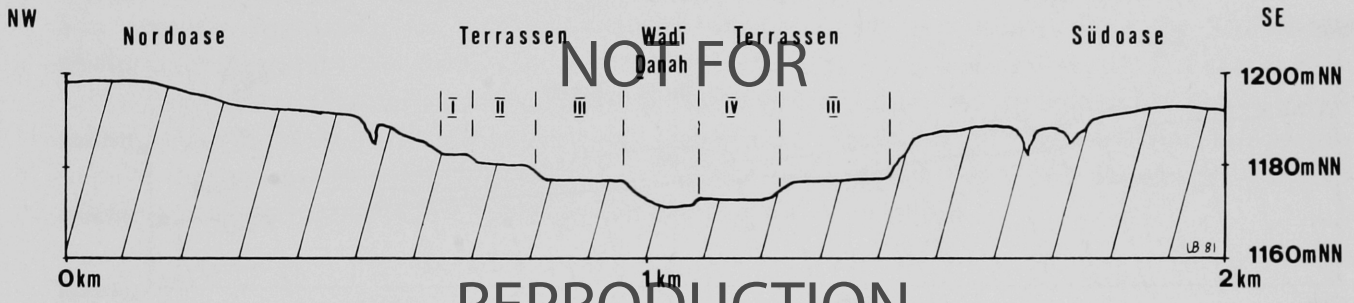
3. VORHERRSCHENDE MORPHOLOGISCHE PROZESSE

Die heutige Oberflächengestalt der antiken Oase von Mārib wurde vor allem durch die wirksamen Kräfte des Wassers und des Windes geformt, wobei in zunehmendem Maße auch der Einfluß des Menschen, also die anthropogene Umgestaltung der Landschaft berücksichtigt werden muß. Insbesondere im Gebiet der Südoase sind viele Spuren antiker Bewirtschaftung durch rezente Bewässerungsanlagen überdeckt oder zerstört worden, was die Forschung erheblich erschwert.
Die Erosion des Wassers ist im unmittelbaren Bereich des Wādī Ḏana und Wādī as-Sāʾila und ihren meist steilen Zuflüssen der bestimmende Vorgang, der sich besonders in den tief eingeschnittenen, steilwandigen Runsen der Oasen manifestiert. Die Flächenabspülung ist gering. Demgegenüber leistet die Deflation des Windes beim flächenhaften Abtrag einen stärkeren Beitrag, wobei die östlichen Bereiche der Oasen wegen ihrer, gegenüber dem NO-Passat ungeschützten Lage stärker erniedrigt wurden als die westlichen Teile (Abb. 7). Lokal kommt es auch zu Anhäufungen des Flugsandes über den Bewässerungssedimenten, was besonders die Suche nach der maximalen Ausdehnung des ehemals bewässerten Gebietes sehr stark erschwert. Es sind hier einige grundlegende Gedanken zum Abtrag der nur mittelstark verfestigten Silte der Oasen angebracht, um später die auftretenden Formen in und auf den Oasensedimenten besser zu verstehen.

a) Fluviale Abtragungsformen

Zunächst kann festgehalten werden, daß im Bereich der antiken Oasen das Wasser überwiegend eine abtragende Wirkung hat, dies als Folge der gegenüber der Umgebung erhöhten Lage der Oasen. Die Ablagerung des mitgeführten Materials erfolgt heute erst weiter im Osten, dort, wo sich das Wādī Ḏana in verschiedene Arme teilt und allmählich in den Sanden der Ramlat as-Sabᶜatayn verschwindet. Im Bereich der Oasen finden sich an mehreren Orten Anzeichen für eine Eintiefung des Wādī Ḏana seit dem letzten Dammbruch vor rund 1400 Jahren. In erster Linie sind die häufig auftretenden Terrassen entlang dem Hauptwadi zu nennen, die als Überreste früherer Wadiniveaus gedeutet werden können. Etwa 1,5 km südwestlich Qaryat al-Musallil können im Querprofil des Wādī Ḏana vier voneinander klar getrennte Terrassenniveaus unterschie-

den werden (Abb. 5). Die höchste Terrasse I liegt gute 10 m über dem heutigen Wadibett und ist aus den Bewässerungssedimenten der Nordoase herauserodiert worden. An ihrer Oberfläche liegen nuß- bis eigroße Gerölle, selten bis Kopfgröße; das feinere Material ist später durch Starkniederschläge abgespült worden (Taf. 5a). Terrasse II liegt um 2–3 m tiefer und erreicht etwas weiter westsüdwestlich eine maximale Breite von 150 m. Auch sie besteht aus Oasensedimenten, die aber meist von einer geringmächtigen Sandschicht mit vereinzelten Geröllen überlagert sind. Sie ist, wie Terrasse I, nur am linksseitigen Rand des Wadis ausgebildet. Demgegenüber ist die tieferliegende Terrasse III beidseits des Wadis klar erkennbar. Auf der rechten Wadiseite ist ihr Aufbau aus Bewässerungssedimenten unbestritten, da nur wenig Sand und Geröll ihre Oberfläche bedecken. Eine gut sichtbare oberflächliche Eindellung deutet einen Kanal an. Soweit anhand der wenigen Aufschlüsse auf der linken Wadiseite festgestellt werden konnte, ist dort Terrasse III auch weitgehend aus Bewässerungssedimenten aufgebaut, die von einer bis über einen Meter mächtigen Sandlage überdeckt sind. Darin eingestreut finden sich Gerölle verschiedenster Größe. Sie zeigt also ein sehr ähnliches Erscheinungsbild wie Terrasse II.



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 5. Querprofil durch das Wādī as-Sudd 1,5 km südwestlich Qaryat al-Musallil mit Blick wadiabwärts. Das Profil ist achtfach überhöht. I–IV bezeichnen verschiedene Terrassenniveaus, wobei IV durch einen Ablenkdamm verursacht ist. Die Höhenangaben wurden der Karte 1 : 10 000, Bl. 1 (Hunting Surveys Ltd. 1977) entnommen. Eintiefungen konnten auch an anderen Wadis festgestellt werden (Bunker 1953, S. 418).

Die nur etwa 2 m über dem Wadigrund, in dem wenige Meter oberhalb noch Kalk ansteht, auftretende Verflachung IV kann nicht als natürliche Flußterrasse gedeutet werden, da sie auf einen künstlich errichteten, heute noch benützten Ablenkdamm zurückzuführen ist, der das Wasser seitlich auslenkt, um die randlich angelegten Felder zu bewässern. Somit können drei natürliche Flußterrassen höhenmäßig unterschieden werden. Verfolgt man sie in ihrer räumlichen Ausdehnung (Abb. 6), so lassen sich vor allem zwei Terrassenniveaus verfolgen, wobei das Niveau II nur lokal in Erscheinung tritt. Die höher liegenden Terrassenreste können alle dem Niveau I zugeordnet werden, außer der ausgedehnten Terrasse in der Klus, die schwierig einzuordnen ist. Auffallend gut korrelieren die unterhalb des Dammes gelegenen Terrassen links und rechts des Wadis, wobei letztere allerdings nicht, wie alle übrigen Terrassen, aus Oasensedimenten bestehen, sondern aus Kies und Geröll. Es handelt sich also um Wadialluvium, das, wie eingelagerte Lavabrocken zeigen, durch den Sayl des Wādī Dana abgelagert wurde. Die Terrassenreste des Niveaus I zeigen ferner, daß die Eintiefung des Hauptwadis nicht überall gleich stark ist. Die Erosion ist erwartungsgemäß in steileren Wadiabschnitten stärker tätig als in den flacheren. So liegt bei Mārib, also in einem relativ flachen Bereich das Terrassenniveau I rund 7 m über dem Wadigrund, während es im steileren Bereich unterhalb des Dammes z. T. über 10 m sind.
Das Niveau III läßt sich wieder auf längerer Strecke verfolgen. Es zeigt das gleiche Verhalten wie Niveau I. Die Terrasse liegt bei Mārib kaum 5 m erhöht, im steilen Bereich aber bis gegen 7 m.

Bei all diesen Terrassen handelt es sich um Verflachungen in den Randstufen der Oasensedimente. Sie sind demzufolge nach der Ablagerung der Bewässerungssedimente entstanden, also nach der Aufgabe der Bewässerung mit Hilfe des großen Dammes.
Die Eintiefung des Wādī Ḏana wird auch von den kleinen, vom Ǧabal Balaq al-Awsaṭ herkommenden Seitenwadis, die sich stark in das Terrassenniveau III eingetieft haben, belegt. Die Eintiefung des Wādī Ḏana scheint bis in die heutige Zeit anzuhalten. So wurden nach Dequin (1968) Teile von Bau A, den er als eine Wasserkultstätte deutet, erst 1960 durch den Sayl freigespült. Dieser Bau A, der von der baulichen Substanz her beurteilt, älter als der Südbau ist (Schmidt, 1981, S. 8), zeigt aber auch, daß das Wādī Ḏana früher im Bereich des Dammes ein tieferes Niveau als heute aufwies (Kap. D 5 c). Südlich von al-Ḫusayf wurde am Wadirand in einer lokalen Rinne der pleistozäne Schuttfächer des Wādī Ḏana freigelegt. Er besteht aus stark verfestigtem, polygenem Konglomerat und wird überlagert von charakteristischen Bewässerungssedimenten. Hier scheint das Wadi das vor der Aufnahme der Bewässerung innegehabte Niveau wieder erreicht zu haben. Ebenfalls eingetieft hat sich das Wādī as-Sāʾila (Kap. C 7).

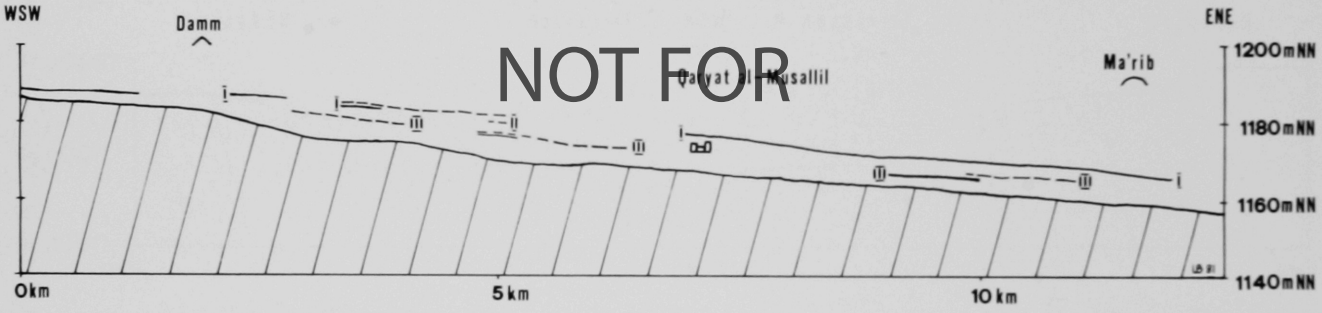


Abb. 6. Längsprofil des Wādī as-Sudd von der Klus bis unterhalb Mārib mit beidseitig auftretenden Terrassenresten (- - - linke Wadiseite, —— rechte Wadiseite). Es können zwei Niveaus unterschieden werden. Das Profil ist vierzigfach überhöht. Die Höhenangaben wurden der Karte 1 : 10 000, Bl. 1 + 2 (Hunting Surveys Ltd. 1977) entnommen.

NOT FOR REPRODUCTION

Zusammenfassend können wir folgendes festhalten:

Vor der Aufnahme der Bewässerung mit Hilfe von festen Bauten floß der Sayl auf etwas tieferem Niveau aus der Klus als heute.
Durch den Bau des Dammes sedimentierte das Wadi auch unterhalb des Dammes um über 10 m auf.
Seit dem Ende der antiken Bewässerung hat sich das Hauptwadi um etwa 10 m eingetieft, in den steileren Abschnitten z. T. etwas mehr, in den flacheren etwas weniger.

Sucht man nach Gründen, die zu dieser starken Eintiefung geführt haben, so wird man an erster Stelle die durch den Dammbruch veränderten Wasser- und Gefällsverhältnisse des Wādī Ḏana anführen müssen. Nachdem vorher ein Großteil des Sayl kontrolliert auf die Felder geleitet worden war, brach er nun ungehindert durch und riß zunächst viel Material aus dem Stauraum mit sich, das er im flacheren Bereich wieder ablagerte. Damit glättete er die Gefällskurve im Dammbereich. Dies dürfte zur Eintiefung vom Terrassenniveau I zu demjenigen von III geführt haben. Am Ostrand der Oasen bestand zur Wüste hin infolge der mächtigen Bewässerungssedimente ein Gefällsknick, der durch rückschreitende Erosion allmählich wadiaufwärts verlegt wurde. Dies führte zu einer weiteren Eintiefung, die heute im steileren Abschnitt unterhalb des Dammes verfolgt werden kann und die 1960 Teile von Bau A freigespült hat.

Durch diese Tieferlegung der lokalen Erosionsbasis unterlagen die gegenüber der Umgebung herausgehobenen Oasen verstärkt dem Abtrag durch das Wasser der episodisch auftretenden Niederschläge. An den Steilabfällen tieften sich Runsen und Rinnen ein, die in ihrer Anlage weitgehend den Vertiefungen antiker Kanäle folgen (Kap. C 4i). Hier sammelte sich das Oberflächenwasser und floß, dem ursprünglichen Gefälle folgend, ab. Dadurch wurde das ehemalige Kanalnetz akzentuiert. Es zeigt meist eine mehr oder weniger rechtwinklige Anordnung. Bowen (1958, S. 53) bezeichnet diesen Vorgang als „rectangular erosion", ein durchaus zutreffender und klarer Begriff.
In stark windgeschützten, randlichen Teilen der Oasen und des Stauraumes ist die oberste, mmfeine Schicht verbacken und bildet eine Staubhaut (Taf. 13b). Diese bildet sich nach einem der seltenen Regen, indem es nach der Verdunstung des niedergegangenen Wassers oder nach Taufall zu einer leichten oberflächlichen Verbackung des Staubes kommt (Mortensen 1927, in: Louis und Fischer 1979, S. 182). Die von Wissmann (1957, S. 266 und Abb. 7) aus dem Wādī Ḥaḍramawt beschriebenen „sinterdurchsetzten Rindenbildungen" bieten ein sehr ähnliches Bild wie die Staubhaut. Sie treten jedoch nur auf anstehendem Kalkstein auf und verlangen für ihre Bildung anscheinend eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit, die in Mārib nicht gegeben ist.
Ein weiteres Anzeichen für vorherrschenden Abtrag durch das Wasser sind die Steintische (Taf. 5b). Es handelt sich dabei um mindestens kopfgroße Gesteinsbrocken, die auf einem Siltsockel um wenige Dezimeter erhöht über der Oberfläche lagern. Sie entstehen bei Starkniederschlägen durch flächenhafte Abspülung der Umgebung. Einzig der Siltsockel ist vom darüberliegenden Gesteinsbrocken davor geschützt, so daß er sich erhalten kann. Die Steintische sind vor allem in den leicht coupierten Ansatzstellen der Runsen anzutreffen.

b) Äolische Formungsvorgänge

Neben dem Wasser ist der Wind der dominante Landschaftsgestalter im Raume Mārib, wobei er einerseits durch Deflation und Korrasion Abtragungsformen herausarbeitet und Material wegführt, andererseits weite Gebiete mit seinen Ablagerungen überdeckt. Es dominieren die für Innerarabien typischen Längsdünen, die im Arabischen Sayf-Dünen genannt werden (Bagnold 1951, S. 82; Louis und Fischer 1979, S. 500). Sie können über einen Kilometer lang werden und zeigen die vorherrschende Windrichtung des NO-Passates an, wobei die Topographie lokal leichte Richtungsänderungen herbeiführen kann. So bedingen die nördlich und nordwestlich von Mārib gelegenen Vulkane der Ǧibāl Daš al-Ḫašab einen Nordwind, der nach dem Umströmen dieses Hindernisses am Ostrand der Oasen, etwa im Bereich von Ḥuṣūn, wieder in einen NNO-Wind umbiegt und am Fuß des Ǧabal Balaq aš-Šarqī eine nach Südosten immer mächtiger werdende Querdüne auftürmt (Abb. 7). Die Felder der antiken Bewässerung liegen somit geschützt im Lee der Ǧibāl Daš al-Ḫašab, also außerhalb des Ablagerungsgebietes des Windes. Der mitgeführte Sand gelangt am Nordrand der Vulkane, im Luv, zur Ablagerung. Einzig die östlichen Oasenteile werden stellenweise von Dünen bedeckt, so z. B. bei al-Ḫusayf, wo eine über 20 m mächtige Düne den Abschluß der antiken Felder bildet, oder östlich al-Ḥazma, wo die Südoase von vielen kleinen Sayf-Dünen überlagert wird.
Für die vorliegende Untersuchung sind die Gebiete der antiken Oasen von Bedeutung, die überwiegend der Deflation und Korrasion ausgesetzt sind. Eine Ablagerung findet in diesem Bereich nicht statt, da die Oasen gegenüber der Umgebung leicht erhöht liegen und eine relativ harte Oberfläche bilden, auf der loses Material durch Saltation leicht weggeführt werden kann (Glennie 1970, S. 23) und durch die Reptation auch gröbere Bestandteile fortbewegt werden können (Louis und Fischer 1979, S. 487). Dadurch zeigen die dem Wind ausgesetzten Oasenteile eine

leicht aufgerauhte Oberfläche ohne loses Feinmaterial, einzig in Vertiefungen oder im Lee von Büschen sammelt sich hier und da wenig Flugsand zu kleinen Dünen (Abb. 4).
Am stärksten ist der Windabtrag an den exponierten Randstufen der Oasen. Hier bewirkte die Korrasion stark eingetiefte Furchen in der Richtung des Windes, wobei aber ihre Anlage in den zufällig in gleicher Richtung laufenden antiken Kanälen und Feldbegrenzungen begründet liegt. Daher rührt auch ihre regelmäßige Anordnung. Dazwischen sind breite Kuppen stehengeblieben. In der Literatur sind diese regelmäßig angeordneten Trennrippen als Yardang beschrieben worden (Louis und Fischer 1979, S. 492). Bei der Eintiefung wird auch gelegentlich auftretendes Wasser etwas mitgeholfen haben. Diese windexponierten Teile der Oasen zeichnen sich durch ein aufs feinste modelliertes Relief aus, in dem die kleinsten Unterschiede in der Beschaffenheit des Sedimentes gleichsam abgetastet und herausmodelliert werden (Kap. C 4 b).

NOT FOR REPRODUCTION

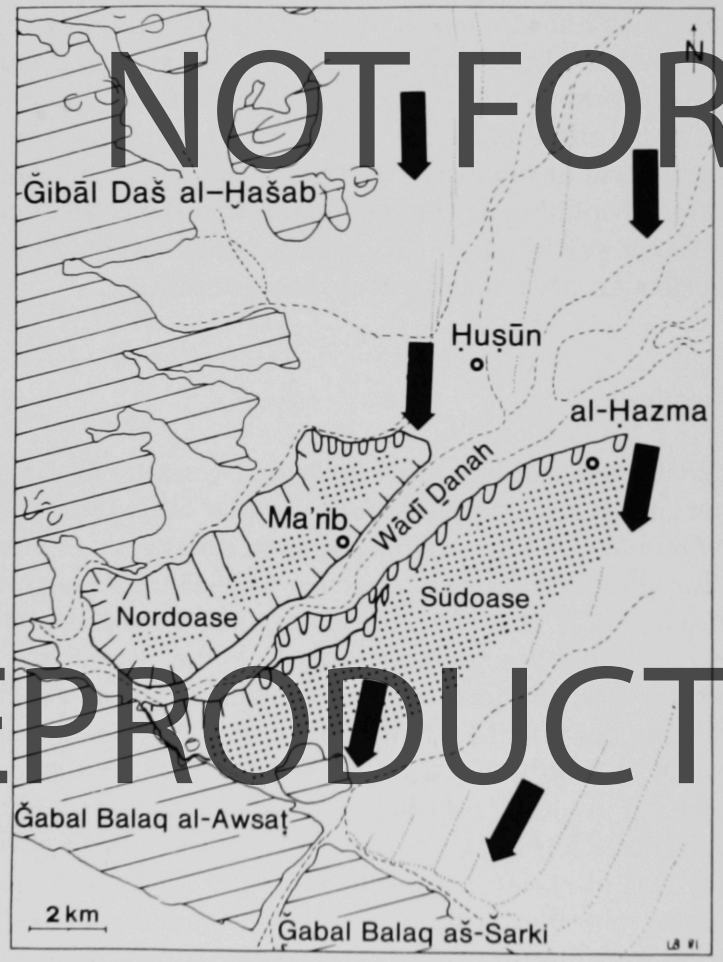


Abb. 7. Vorherrschende morphologische Abtragungsformen im Bereich der antiken Oasen. Die Hauptwindrichtung wurde aufgrund der Längsdünen bestimmt, die in ihrer Achse parallel zum vorherrschenden Wind liegen (Glennie 1970, S. 85).

Westlich des Ǧabal Ḥamm kann der Übergang von vorherrschender Deflation zur Dünenbildung beobachtet werden. In dieser Grenzzone sind die höchsten, noch erhalten gebliebenen Bewässerungssedimente der Höhe der Südoase bei der Aufgabe der Bewässerung gleichzusetzen. Sie zeigen also das Oasenniveau in der letzten Betriebsphase an. Von dieser Höhe muß ausgegangen werden, um ein Maß für den Abtrag in der Südoase zu berechnen (Kap. C 6 c).

c) Vergleich zwischen der Nord- und der Südoase

Das unterschiedliche Erscheinungsbild der Nord- und der Südoase, das vor allem im Luftbild deutlich ausgeprägt ist (Taf. 1), wurde in internen Diskussionen öfters als Folge eines unterschiedlichen Alters gedeutet. Die Südoase wäre demnach vor der Nordoase nicht mehr bewirtschaftet worden und folglich sei das Kanalsystem und die Feldeinteilung auf der Nordoase besser erhalten geblieben, also heute auch noch besser erkennbar. Nach morphologischen Kriterien beurteilt, muß diese Erklärung verworfen werden, da das unterschiedliche Bild der zwei Oasenoberflächen eine Folge unterschiedlichen Abtrages – sowohl in der Form als auch im Ausmaß – ist.
Die Nordoase liegt gegenüber ihrer Umgebung um gegen 10 m erhöht (Taf. 4 a). Dadurch vermag das Wasser vom Rande her tiefe Runsen einzuschneiden, die sich weitgehend an Kanal- und Feldstrukturen halten. Es ergibt sich das Bild der „rectangular erosion" mit klar ersichtlichem Kanal- und Feldernetz. Dort wo die Nordoase nur mit einer leichten Randstufe zur Umgebung abfällt, also im Norden, ist die Wirkung des Wassers geringer, dafür verstärken die Yardangs das Bild des antiken Nutzungssystems. Die zentralen Teile der Nordoase unterliegen keinem starken linearen Abtrag. In diesem Bereich wird das gröbere Material des fehlenden Reliefs wegen nicht wegtransportiert und die Oberfläche erscheint dunkel und wenig strukturiert. Dieser Effekt trifft auch für den größten Teil der Südoase zu. Die hier vorherrschende Deflation vermag den dunklen Kies, der, zusammen mit den auftretenden kleinen Dünen, im Luftbild einen matten Eindruck hervorruft, nicht zu entfernen. Das Bewässerungsnetz ist nur stellenweise sichtbar. Am stufenweisen Abfall zum Wādī Ḏana kommt es zu kleineren Yardang-Bildungen, die in den letzten Jahren durch die sich stark ausbreitende landwirtschaftliche Nutzung mancherorts maschinell zerstört wurden. Im Westen bezeugen tiefe Erosionsrinnen den vorherrschenden Abtrag durch das abfließende Regenwasser. In diesem Bereich weist die Südoase das gleiche Erscheinungsbild auf wie die Nordoase.
Die aufgeführten Überlegungen haben gezeigt, daß vom unterschiedlichen Erscheinungsbild, das vor allem im Luftbild deutlich wird, nicht auf ein unterschiedliches Alter geschlossen werden darf. Vielmehr unterliegen die zwei Oasen seit der Aufgabe ihrer Bewirtschaftung ganz verschiedenen Abtragungsprozessen, die zur Ausbildung verschiedener Oberflächen führten.

4. OBERFLÄCHENFORMEN AUF DEN BEWÄSSERUNGSSEDIMENTEN

a) Einleitung

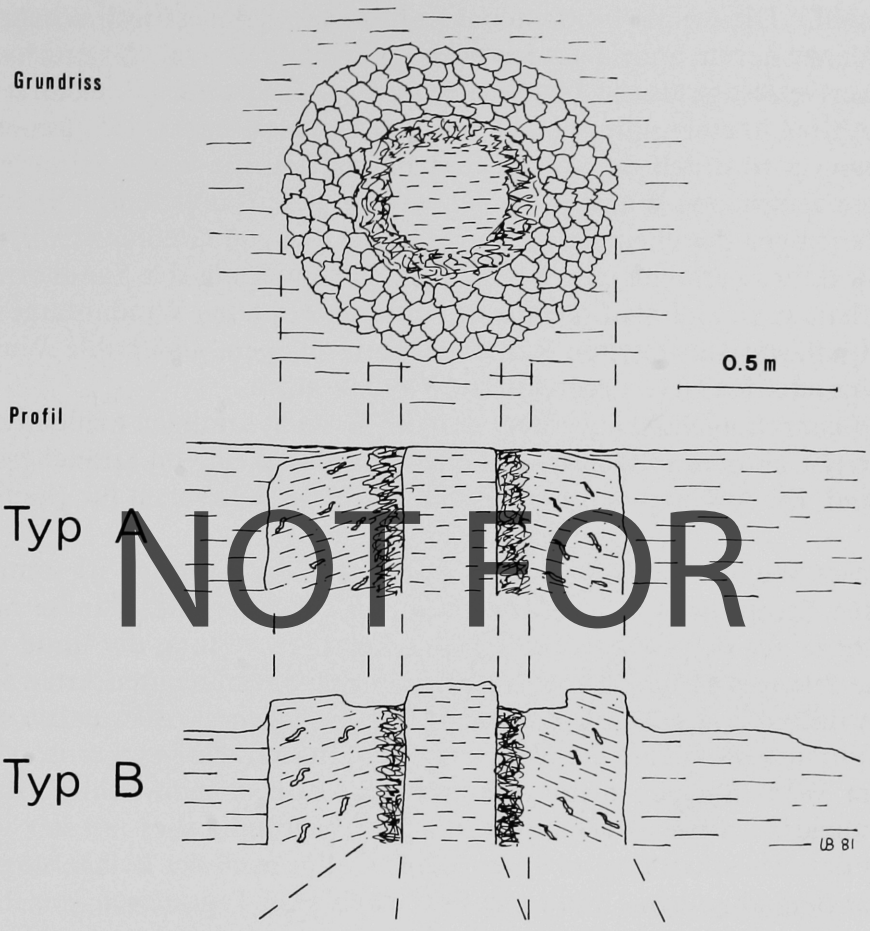
Auf der Oberfläche der Bewässerungssedimente treten feine Texturen und Strukturen auf, die verschiedenen Formen zugeordnet werden können. Die meisten Formen sind recht häufig und treten sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordoase auf. Gestaltende Kraft dieser Formen ist

vorwiegend der Wind, vor allem die Korrasion. Demgegenüber treten Deflation und fluviale Prozesse in den Hintergrund. In diesem Kapitel werden die auftretenden Formen vorgestellt, besprochen und wenn möglich Rückschlüsse auf ihre Genese getätigt. Ziel ist, mit Hilfe dieser erhaltenen Formenvielfalt Hinweise zur Bewirtschaftung der antiken Oasen zu erhalten.

b) Erdring

Die am häufigsten anzutreffende Kleinform ist der Erdring. Es handelt sich dabei um eine durch Änderung des Farbtones sichtbare Kreisfläche mit zwei konzentrischen Ringen auf den Oberflächen der Bewässerungssedimente (Taf. 7a). Ihre Verbreitung ist unregelmäßig, meist treten sie aber gehäuft in Gruppen auf, manchmal in regelmäßiger Anordnung. Der Erdring besteht aus einem helleren, 10–40 cm Durchmesser aufweisenden Zentrum, umgeben von einem inneren, dunkleren, 10–30 cm breiten und einem äußeren, gegenüber den Oasensedimenten nur wenig helleren, bis 50 cm breiten Ring. Mit diffusem Übergang folgt die mit feinsten Unebenheiten durchsetzte, harte Siltoberfläche der antiken Felder. Der Durchmesser des gesamten Erdringes schwankt damit zwischen etwa 0,5 m und 1,4 m, mit einem eindeutigen Häufigkeitsmaximum bei 0,9 m. Der innere dunklere Ring kann hier und da fehlen. Angaben zum Material, aus dem die einzelnen Formteile bestehen, können Abb. 8 entnommen werden.
Je nach vorherrschender Abtragungsform können zwei Erscheinungstypen unterschieden werden (Abb. 8):
Typ A: Herrscht die Deflation vor, so resultiert in den zentralen Teilen der Oasen ein vollständig ebenes Feld. Hier tritt der Erdring nur durch die vor allem bei schräg einfallendem Licht gut sichtbare Änderung des Brauntones hervor. Der dunklere, seltener auch der hellere Ring, können manchmal von einer feinen, mit Trockenrissen durchsetzten Tonschicht abgedeckt sein.
Typ B: Weist die umgebende Sedimentoberfläche auch nur ein leichtes Relief auf, z. B. als Folge einer naheliegenden Erosionsrinne, so wird der Erdring um wenige Zentimeter aus dem Feld herauspräpariert, wobei der helle Kern und der stark verfestigte helle, äußere Ring besonders betont werden. Der innere, dunklere Ring wird durch Ausschwemmung bei Starkniederschlägen erniedrigt, ebenso das Bewässerungssediment der Umgebung. Als Folge der bewegten Oberfläche bewirkt also der selten auftretende Regen ein Herausheben des Erdringes zu einem kleinen Stotzen, der kaum 10 cm hoch ist, in seltenen Fällen aber 40 cm Höhe erreicht (Taf. 10).
Es lohnt sich, an dieser Stelle etwas genauer auf die in Abb. 8 erwähnten Wurzelfüllungen einzutreten[21]. Es sind dies gewundene, durch Winderosion freigelegte ‚Würstchen' aus Mittel- bis Feinsand (Taf. 7b). Ihr Durchmesser ist meist etwas unter einem Zentimeter, kann im Extremfall aber bis 10 cm gehen, ihre Länge reicht von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Dezimetern. Oft verzweigen sie sich nach unten, ohne einander zu durchdringen. Zusammen mit dem geschwungenen Verlauf und massiven Auftreten auf kleinstem Raum, sind dies klare Indizien gegen einen tierischen Ursprung. Es handelt sich nicht um sandgefüllte Wühlgänge von Tieren (= Krotowinen), wie dies Gerig (1981, S. 23) noch für möglich hält. Vielmehr befinden sich diese Strukturen an der Stelle ehemaliger Wurzeln von größeren Pflanzen und treten immer dann in Erscheinung, wenn das umgebende Sediment nicht wie gewohnt aus mittel verfestigtem Silt, sondern aus schwach verfestigtem sandigen Silt besteht. Somit ist ihr Vorkommen in den Bewässerungssedimenten auf vereinzelte, leicht sandige Schichten und Linsen beschränkt, die sich in ih-

21 GLENNIE (1968, S. 77) beschreibt sie unter dem Begriff ‚Dikaka': „Plant-root structures, which are normally associated with low-lying swamp-like environments, have locally been found in the dune sands of arid deserts. The arabic word ‚Dikaka', meaning scrub covered dune sand, has been chosen to designate the latter type of plant structure."



	Innerer Ring	Kern	Aeusserer Ring	Bewässerungssedimente
Beschaffenheit:	Verfestigter krümeliger Silt, z.T. Feinsand	Kaum verfestigter, krümeliger Silt, ungeschichtet	Stark verfestigter Silt, z.T. mit Wurzelfüllungen, leicht geschichtet, Oberfläche z.T. mit Trockenrissen	Mittel verfestigter Silt, mit feinen Poren durchsetzt, ungeschichtet

Probe:						
Gehalt an organ. C:	UB 80-2	0.18%	0.29%	0.25%	0.12%	
	UB 80-7		0.55%	0.21%	0.14% 0.11%	0.12%

Abb. 8. Schematische Darstellung eines Erdrings im Grundriß und im Profil. Bei vorherrschendem Windabtrag auf ebener Oberfläche entsteht Typ A. Typ B ist charakteristisch für überwiegend fluviale Erosion in einem schwach bewegten Relief. Der Erdring weist gegenüber der Umgebung einen erhöhten Anteil an organischem Material auf.

NOT FOR REPRODUCTION

rer Verbreitung weitgehend an ehemalige Kanäle halten. Der Sand dürfte äolischen Ursprungs sein und sich in den Kanalvertiefungen abgelagert haben. Die Entstehung der Wurzelfüllungen beschreibt Glennie (1970, S. 115)[22]: „Stirbt die Pflanze, so wird unter ariden Verhältnissen das Gewebe recht schnell zu Kohlendioxyd oxydiert und Sand von oben füllt den so ent-

22 Übersetzung des Autors.

standenen Hohlraum." Dieser, als Füllmaterial auftretende Sand ist wahrscheinlich Flugsand, der sich um die Pflanze herum angelagert hatte und später die Wurzel substituierte. Die Füllung wurde etwas stärker verfestigt als die Umgebung und zudem wurde sie leicht zementiert. Dies äußert sich beim Abtrag in einer unterschiedlichen Erosionsresistenz. Das kaum verfestigte Sediment der Umgebung wird durch den Wind ausgeblasen und die leicht verhärteten, meist mit glatten Oberflächen versehenen Wurzelfüllungen werden herausmodelliert. Damit entspricht ihre Größe direkt derjenigen der ehemaligen Wurzeln. Bei den von Glennie (1970, S. 116 f.) beobachteten Wurzelstrukturen erfolgte eine bevorzugte Zementierung der Sandkörner, welche die Wurzeln umhüllt hatten, so daß als Ergebnis des differenzierenden Windabtrages unregelmäßige, eine rauhe Oberfläche aufweisende Röhrchen übrig blieben, also hohle Wurzelstrukturen, die eine, durch Gips oder Kalzit fest zementierte Wand besitzen.
Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die in leicht sandigen Schichten markant hervortretenden Wurzelstrukturen tatsächlich auf ehemalige Wurzeln von Sträuchern und Bäumen zurückzuführen sind. Ihr Auftreten kann deshalb als sicheres Anzeichen für ehemalige Pflanzen gewertet werden.
Das Auftreten dieser Wurzelfüllungen in den Sedimenten der Erdringe ist somit ein Hinweis, daß es sich bei den Erdringen um Standorte ehemaliger Büsche oder Bäume handelt. Bowen (1958, S. 60 ff.) schloß aus der stellenweise regelmäßigen Anordnung der ‚mud-circles', daß es sich um angebaute Pflanzen gehandelt hat. Von den in Frage kommenden Arten schließt er Dattelpalme (Phoenix dactylifera) und den ʿIlbbaum (Ziziphus spina-christi) aus, da sie ihm zu groß erscheinen[23]. Weihrauch (Boswellia Carterii) kam nicht in Betracht, weil er in seinem Untersuchungsgebiet, dem Wādī Bayḥān, nicht vorkommt. So kam er zum Schluß, daß es sich um Myrrhe (Balsamodendron myrrha) gehandelt habe. Er begründet dies mit der von Strabo berichteten Umkehr der römischen Legion unter Aelius Gallus nach der Belagerung von Marsiaba (= Mārib) und der Bemerkung von Strabo, daß sie noch zwei Tagesreisen vom Land, das Aromastoffe produzierte, entfernt gewesen seien. Da Bayḥān nur etwa 65 km von Mārib entfernt ist, hält er das Wādī Bayḥān für das von Strabo erwähnte Land. Andererseits folgert er, daß in Mārib selber keine Weihrauchpflanzen angebaut wurden, da Strabo dies sonst sicher erwähnt hätte.
Ein Vergleich der Erdringe von Mārib mit den Abbildungen von Bowen (1958, S. 105 und 112 f.) aus dem Wādī Bayḥān zeigt, daß es sich um die gleiche Erscheinung handelt, wobei die Größe seiner ‚mud-circles' stark schwankt. Einige regelmäßig angeordnete Erdringe weisen einen Durchmesser von über zwei Metern auf, andere kaum 60 cm. Dies könnte darauf hindeuten, daß nicht alle Erdringe durch die gleiche Pflanze gebildet wurden, sondern daß vielleicht verschiedene Pflanzenarten die gleiche Form ausbildeten, nur in verschiedener Größe. Systematische Untersuchungen an mehreren hundert Exemplaren könnten wohl zu wertvollen Ergebnissen führen, so daß eventuell bestimmte Erdringdurchmesser einzelnen Pflanzenarten zugeordnet werden könnten. In Mārib weist die Mehrzahl der Erdringe einen Durchmesser von 90 cm auf. Nur wenige Exemplare zeigen markante Abweichungen. Diese einheitliche Größe der Erdringe, die auch bei den Wurzelfüllungen beobachtet wurde, könnte als Indiz für Monokotyledonen gedeutet werden, da die einkeimblättrigen Pflanzen bekanntlich kein sekundäres Dickenwachstum aufweisen. Demzufolge hängt der Stamm- und Wurzeldurchmesser weitgehend von den äußeren Lebensbedingungen ab, variiert aber allgemein nur sehr gering. Handelt es sich um Monokotyle-

23 Diese Begründung ist kaum haltbar, da gerade die Dattelpalme und der ʿIlbbaum genügend groß sind, um eine Kreisform von z. T. 2 m Durchmesser auszubilden. Zweifel an seiner Argumentation hat auch SERJEANT (1960, S. 582) angebracht.

donen, so drängt sich zuallererst die Dattelpalme (Phoenix dactylifera) als mögliche Art auf. Es gibt zwei weitere Gründe, die auf die Dattelpalme hindeuten:
Dattelpalmen gedeihen auch noch heute in Mārib und Umgebung. Die klimatischen und edaphischen Bedingungen sind also genügend.
Inschriftlich sind Dattelpflanzungen für die antike Oase belegt, so z. B. in den Inschriften CIH 657 oder RES 4627 (Irvine 1962, S. 36 und 41), vor allem aber in CIH 375 = Ja 550 (schriftl. Mitt. von Prof. Dr. W. W. Müller).

NOT FOR REPRODUCTION

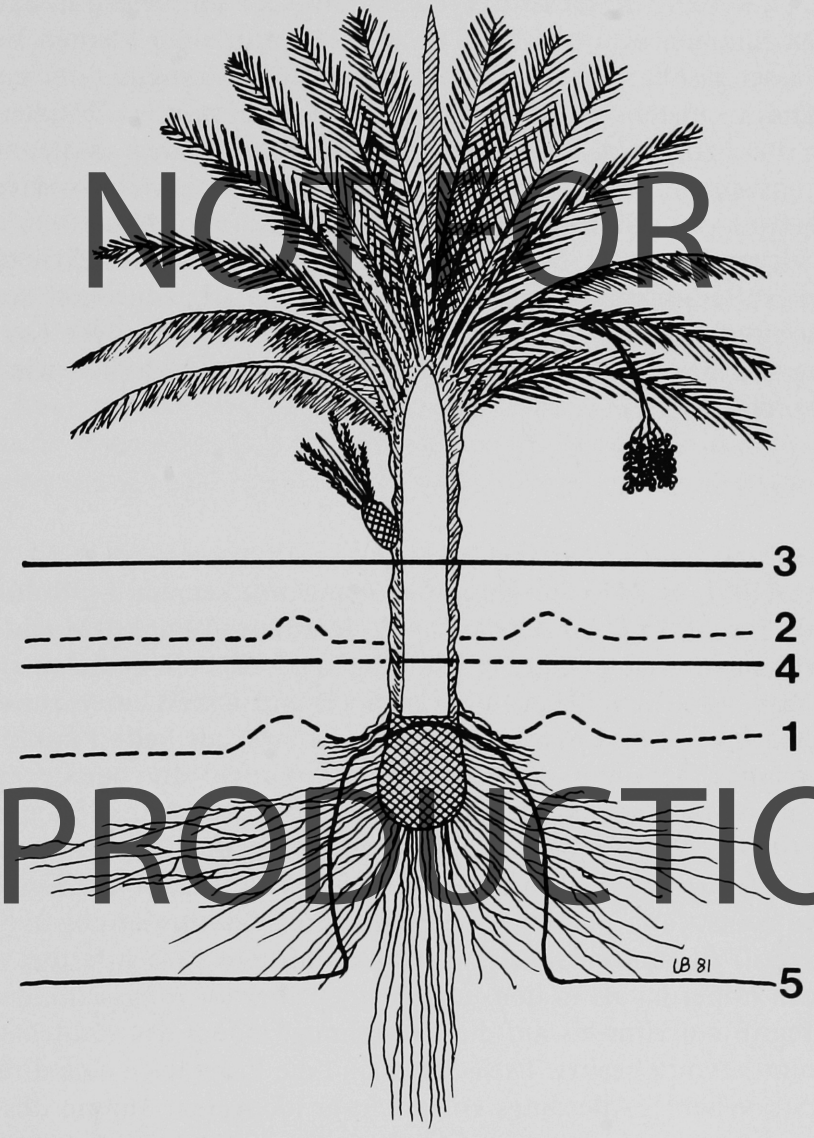


Abb. 9. Schemaskizze der Entstehung von Erdring und Erdstotzen an ehemaligem Dattelpalmen-Standort (Palme und Wurzelraum nach Munier 1973, S. 25 gezeichnet)
1 Feldniveau bei der Anpflanzung
2 Durch Aufsedimentierung erreichtes Feldniveau während der Lebensdauer
3 Feldniveau nach dem Absterben
4 Abtragungsfläche mit Ausbildung eines Erdringes vom Typus A
5 Heutiges Abtragungsniveau mit Ausbildung eines Erdstotzens bei vorherrschendem Wind von links

Die Dattelpalme kann sehr vielfältig genutzt werden. Der Stamm dient als Bauholz, die Blätter und der Bast werden zu Flechtwerk oder zum Decken von Häusern verwendet und schließlich liefert der Baum eines der wichtigsten Nahrungsmittel der nördlichen Trockenzone, die Dattel. Sie ist gut haltbar und wird deshalb als Proviant bei Karawanen bevorzugt.
Zu den Aufgaben, die Mārib als großem Umschlagplatz an der Weihrauchstraße zufielen, gehörte sicherlich auch die Verpflegung der Karawanen. Diese wurde bereits in frühester Zeit mit Datteln sichergestellt. Wenn es auf den Oasen so viele Dattelpalmen gab, wie durch Erdringe und durch Erdstotzen (Kap. C 4c) angedeutet sind, so hätte die Stadt der Nachfrage nach Datteln sicher gerecht werden können.
Die Frage, wie es zur Bildung dieser Erdringe kam, läßt sich am besten in einem Vergleich mit heute angepflanzten Bäumen beantworten. Diese wachsen in einer kleinen Vertiefung, die von Zeit zu Zeit mit Wasser gefüllt wird. Dadurch erfolgt eine Verfestigung der um den Baum gelegenen Sedimente und es entsteht der äußere Ring aus hellem, stark verfestigtem Silt, der stellenweise von Wurzeln durchzogen ist. Nach innen folgt die Rinden- bzw. Bastzone des Baumes, die dem inneren Ring entspricht. Wie an mehreren Beispielen festgestellt werden konnte, zersetzt sich diese viel langsamer als das Kernholz, so daß sie nach dem Absterben des Baumes nicht vollständig durch Silt ersetzt wurde. Bis die restlichen organischen Teile zersetzt wurden, war das Feld bereits so weit aufsedimentiert, daß der Strunk vollständig zugedeckt war und die entstehenden kleinen Hohlräume nicht mehr aufgefüllt werden konnten. Der Kern entspricht dem ehemaligen Stamm des Baumes, der recht schnell zersetzt und ähnlich wie die Wurzeln von oben substituiert wurde (Abb. 9).

c) Erdstotzen

Erstmals hat Gerig (1981, S. 24f.) im Zusammenhang mit seinem Luftbild-Survey auf diese Form aufmerksam gemacht. Er beschreibt sie unter dem Begriff Punktfeld und versteht darunter „Ansammlungen von mehr oder weniger regelmäßig angeordneten Sedimentstotzen. Die einzelnen Stotzen sind meist zwischen 50 cm und 2 m hoch und haben einen rundlichen bis ovalen Grundriß". Sie treten im Luftbild markant hervor und zwar als helle Punkte. Deshalb ist, von der Luftbildinterpretation herkommend, der Begriff Punktfeld durchaus prägnant, doch ist er vom morphologischen Gesichtspunkte aus kaum geeignet, diese Anhäufung von Vollformen zu kennzeichnen. Ich schlage deshalb vor, in Anlehnung an den Begriff Erdring und, wie weiter unten gezeigt werden soll, auch wegen der genetischen Verwandtschaft, die Einzelform Erdstotzen zu nennen und ihre Anhäufung innerhalb einer antiken Feldumrahmung als Erdstotzenfeld zu bezeichnen. Der Begriff Erdstotzen scheint mir auch insofern gerechtfertigt, als der Gehalt an org. C im Erdstotzen höher ist als in den umgebenden Bewässerungssedimenten (Abb. 8), und zudem steckt im Begriff ein Hinweis auf die Entstehung, indem das süddeutsche Wort Stotzen die Bedeutung (Baum-)stumpf besitzt. Tatsächlich sind die Erdstotzen eine direkte Folge ehemaliger Bäume oder Sträucher[24]. Allerdings entspricht er nicht dem Stamm des ehemaligen Bau-

24 Darauf hat bereits GERIG (1981, S. 24f.) hingewiesen. AL-HAMDĀNĪ, der Mārib etwa 300 Jahre nach der Aufgabe der Bewässerung besuchte, meinte wahrscheinlich ebenfalls einen Erdstotzen, als er schrieb: „Ich habe in einem dieser Gärten (d.h. der beiden Gärten von Mārib) einen versunkenen Arākstrauch gefunden, an dessen Wurzel ein schwarzer Palmenstock war, dessen Überreste die Winde mit Flugsand bedeckt hatten. Jemand, der mit mir dort war, meinte, es sei ein Überrest der Palmen aus den beiden Gärten, ich glaube aber nicht, daß etwas von dem alten Grundbestand übrig geblieben ist" (D. H. Müller 1881, S. 958). MURRAY (1951, S. 431) berichtet aus der nordafrikanischen Trockenzone von Erdstotzen. Er macht aber keine Angaben über ihr Alter.

mes, sondern dem Wurzelbereich, der durch die intensivere Bewässerung stärker verfestigt wurde. Ebenfalls zeugen die häufig erkennbaren Wurzelfüllungen an den Wänden der Erdstotzen noch von der dichten Durchwurzelung dieses Bereiches. Die Entstehung eines Erdstotzens ist in Abb. 9 schematisch skizziert und zwar inspiriert durch die, in pumpenbewässerten Gebieten auch heute noch praktizierte Anbaumethode. Sie wird bevorzugt bei Palmen angewendet und wurde oben bereits beschrieben.
Das Herauspräparieren besorgt vor allem der Wind. Die Deflation deckt die über- und umlagernden Bewässerungssedimente ab und die Korrasion tastet sich den Härteunterschieden entlang und modelliert die Erdstotzen z.T. pilzförmig aus der Umgebung heraus. Oftmals ist der Grundriß in der vorherrschenden Windrichtung, also in NO-SW-Richtung, elliptisch verlängert oder in anderen Fällen sind erst die am NO-Rand des Feldes gelegenen Erdringe zu Erdstotzen herauspräpariert und der Rest des Feldes weist noch eine höhere Oberfläche auf, die dann meist von Erdringen durchsetzt ist. Entlang der Terrassenkante können dabei verschiedene Entwicklungsstadien der Entstehung eines Erdstotzens beobachtet werden.
Vergleicht man die Verbreitung von Erdringen mit derjenigen von Erdstotzen, so fällt auf, daß klar ausgebildete Erdstotzenfelder auf die Südoase beschränkt sind. Demgegenüber sind Erdringe eher auf der Nordoase anzutreffen. Diese ungleiche Verteilung der Formen dürfte mit den unterschiedlichen Abtragungsformen auf den Oasen zusammenhängen (Abb. 7). Im Bereich der Südoase herrscht der Windabtrag vor. Die Saltation bewirkt durch die Reptation eine Auflockerung der Sedimentoberfläche, so daß die Deflation eine recht kräftige Wirkung besitzt. Auf diese Art wird das Feld flächenhaft erniedrigt und nur der stärker verfestigte Wurzelraum der ehemaligen Bäume bleibt als Erdstotzen erhalten, bis die Korrasion in den tieferen, schwächer durchwurzelten Niveaus immer größere Hohlkehlen ausbilden kann, so daß schließlich der Erdstotzen eingeebnet wird.
Demgegenüber ist die Nordoase wegen der relativen Heraushebung gegenüber der Umgebung durch die sekundäre Eintiefung der Wadis vor allem der Ausspülung durch das Wasser ausgesetzt. Dies führt zu einem bewegteren Relief mit vielen kleinen Runsen, in denen sich das Wasser der Starkniederschläge sammelt. Diese intensiven, gewittrigen Niederschläge lassen die Erdstotzen nicht über einen halben Meter hinauswachsen, sonst werden sie unterspült und zerstört.
Zusammenfassend kann gesagt werden, daß es sich bei Erdringen und Erdstotzen um das gleiche Phänomen handelt, nämlich um Standorte ehemaliger Büsche oder Bäume. Bei den Erdstotzenfeldern der Südoase handelt es sich wahrscheinlich um Spuren einer antiken Palmenpflanzung und vermutlich stellen auch viele Erdringe Standorte von Palmen dar, wobei aufgrund der Größe angenommen werden kann, daß daneben auch andere Kulturpflanzen Erdringe hinterlassen haben. Gehäuft treten Erdringe entlang von Kanalrändern auf, wobei dies bei Dār as-Sawdā' besonders schön belegt ist (Taf. 9c).

d) Pflugspuren

Die zusammen mit den Erdringen am weitesten verbreitete Oberflächenform sind die Pflugspuren. Sie sind auf den Sedimenten von Raḥāba und der Südoase ebenso häufig wie auf der Nordoase und um Dār as-Sawdā'. Sie manifestieren sich durch parallel verlaufende Rinnen im Bewässerungssediment, die oft mit Flugsand und feinen Geröllen aufgefüllt sind und daher etwas dunkler als die Umgebung erscheinen. Bei etwas breiteren Rinnen, wie sie vor allem auf den Sedimenten von Dār as-Sawdā' auftreten, liegen oft dünne Tonplättchen obenauf (Taf. 8b). Die Plättchen entstehen nach lokalen Niederschlägen, wenn sich das Wasser in den Rinnen des absolut ebenen Feldes sammelt. Bei der Verdunstung bleibt der mitgenommene Staub liegen und

verdichtet sich zu einer Tonkruste, die bei völliger Austrocknung durch Trockenrisse in einzelne Plättchen zerfällt.

Die Pflugspuren können mit Sicherheit als antik angesprochen werden, da sie immer wieder von Bewässerungssedimenten partiell überlagert werden (Taf. 6). Andererseits konnten aber in den randlichen Wadialluvionen auch rezente und in großen Erosionsrinnen um Mārib auch subrezente Pflugspuren beobachtet werden (Kap. C 6b). Sie unterscheiden sich kaum von den antiken. Dieser Umstand weist darauf hin, daß bereits in sabäischer Zeit mit dem heute noch gebräuchlichen hölzernen Ritzpflug der Boden gefurcht wurde. Auf die große Ähnlichkeit zwischen rezenten und antiken Pflugspuren hat auch Bowen (1958, S. 112 und 114) mit anschaulichen Abbildungen aus dem Wādī Bayḥān hingewiesen.

NOT FOR REPRODUCTION

Erhöhtes Feld
Kiesiger Sand
Flugsand
Rezenter Busch (Rhazia stricta)[1]
Stein
Erdstotzen
Erdring (klar/schwach ausgebildet)
Erosionskante (steil/flach)
Pflugspur
Feldrand
Rinne (ausgeblasener Erdbebenriss ?)

Abb. 10. Plan eines Teils eines antiken Feldes der Nordoase. Im oberen Teil ist ein höheres Niveau mit vertikaler Schraffur hervorgehoben, das im mittleren Abschnitt durch die Erdstotzen zeugenbergartig erhalten geblieben ist. Die Pflugspuren gehören einem tieferen Niveau an und ziehen unter den Erdstotzen durch, sind also vor der Anpflanzung der Bäume entstanden. Am südlichen Rand weichen sie aber einem, auf gleichem Niveau wie das Pflugfeld liegenden Erdring aus. Dies deutet darauf hin, daß während des Pflügens an dieser Stelle bereits ein Baum stand.

1 Die Artenbestimmung wurde von Prof. Dr. C. U. Kramer (Bot. Inst. der Univ. Zürich) durchgeführt.

Ein ausgesprochen schönes Anschauungsbeispiel fand sich 1,35 km südöstlich von Al-Mabnā inmitten der Nordoase. Hier hat das Wasser unter prägender Mithilfe des Windes ein antikes Feld von 30×50 m freigelegt (Taf. 6 und Abb. 10). Es ist durch Pflugspuren, Erdringe sowie kleine, 50 cm hohe Erdstotzen strukturiert. Man erkennt, daß die Pflugspuren einem anderen, tieferen Niveau angehören als Erdringe und -stotzen, da die Pflugspuren unter den Erdstotzen geradlinig durchziehen und die Erdringe auf gleicher Höhe wie die Oberfläche der Erdstotzen liegen. Letztere geben damit zeugenbergartig ein früheres Niveau. Andererseits zeigt obige Tatsache, daß die Pflugspuren tatsächlich antik sind. Eine kurze Geschichte dieses Feldes würde sich folgendermaßen lesen:
Vor der Überschwemmung wurde das Feld gepflügt. Das Umbiegen der Pflugscharen am Südrand deutet auf ein parzellenweises Pflügen hin. Nach der Bewässerung, die eine Ablagerung von Silt zur Folge hatte, wurde das Feld bewirtschaftet, ohne daß wieder umgepflügt wurde. Vielmehr beschränkten sich die Bauern auf das oberflächliche Ritzen und Hacken des Bodens, was durch das randlich darüberlagernde Bewässerungssediment, in dem keine Schichtung erkennbar ist, belegt werden kann.
Während einiger Jahre wurde das Feld auf diese Art und Weise bewirtschaftet, bis der Entschluß gefaßt wurde, einen Baumgarten anzulegen. Dieser wurde mehr oder weniger regelmäßig bepflanzt und periodisch unter Wasser gesetzt, so daß das Feld weiter aufsedimentierte. Über die weitere Geschichte sind wir nicht mehr informiert, da die Erosion die überlagernden Sedimente bereits ab- und damit auch die darin enthaltenen Mitteilungen weggetragen hat.
An anderer Stelle konnten auch Pflugspuren betrachtet werden, die den Erdstotzen ausweichen, sie also in geschwungener Linie umfahren. Daraus kann geschlossen werden, daß gleichzeitig mit den Bäumen noch eine andere Kulturpflanze angebaut wurde, so daß das Feld eine doppelte Nutzung aufwies.
Die Pflugspuren sind ein ganz wesentliches Hilfsmittel für die Abgrenzung von ehemals bewirtschaftetem Gebiet, die ganz besonders im randlichen Bereich des antiken Stauraumes schwierig ist. Allerdings muß immer wieder anhand der näheren Umgebung geprüft werden, ob die Pflugspuren antik sind.

e) Grabstrukturen

Am Ostabhang der Ǧibāl Balaq sind Gräber sehr häufig (Gerig und Schoch 1980, Karte b). Es handelt sich um runde Steinbauten, die durch Philby (1939, S. 373) im englischen Sprachbereich unter dem Begriff ‚pillboxes' bekannt wurden. Andere antike Grabformen sind bisher nur von Halévy (1872, S. 51) und Glaser (1913, S. 74f.) beobachtet worden. Während der Feldkampagne konnten weitere Grabfelder auf der Nordoase festgestellt werden. Das größte liegt unmittelbar nordöstlich des Nordbaues, weitere befinden sich um Dār as-Sawdā', eines 1,5 km westlich Qaryat al-Manīn und eines zwischen Mārib und al-Ḫusayf. Sie liegen damit weitab von heutigen Siedlungen. Sie wirken unscheinbar und zeichnen sich nur durch unregelmäßig angeordnete, rechteckige Oberflächenstrukturen aus, die auf einer Schmalseite oft leicht abgerundet sind (Taf. 8a). Die Breite beträgt knapp 0,8 m und die Länge zwischen 1,2 und 1,5 m. Die Oberfläche des Grabes liegt um 5–10 cm tiefer als die umgebenden Bewässerungssedimente. Die Grabfüllung besteht aus lockerem, oft mit kleinen Steinchen durchsetztem, krümeligem Silt bis Feinsand. Die Grabränder verlaufen senkrecht in die Tiefe. Größere Steine, wie sie mitunter bei islamischen Gräbern auftreten, fehlen meistens. Eine Ausnahme bildet das über eine halbe Hektare große Grabfeld beim Nordbau (Kap. C 6b). Es ist durch Wasser mehrfach anerodiert worden. Neben menschlichen Knochen liegen auch viele Kalksteine herum. Vereinzelt sind die Kalk-

bruchstücke noch in ursprünglicher Lage, als hochkant gestellte Platten am Grabende, anzutreffen. Dennoch muß es sich nicht unbedingt um einen islamischen Friedhof handeln, da die Gräber orientierungslos sind und stellenweise durch horizontale, ungestörte Siltbänke angelagert werden. Zudem fehlen jegliche Siedlungsspuren in der Umgebung.
Die Grabfelder sind zeitlich schwierig einzuordnen, da sie stratigraphisch nicht fixiert sind. Eine Datierung in das sabäische Zeitalter, wie es Glaser (1913, S. 75) angenommen hat, kann nicht ausgeschlossen, aber auch nicht vorbehaltlos für richtig erklärt werden. Dieser Fragenkomplex wurde jedoch nur am Rande beachtet, so daß hier keine abschließende Beurteilung vorgenommen werden soll. (Anm. d. Hrsg.: Vgl. in diesem Zusammenhang B. Finster/J. Schmidt, Antike Grabbauten im sabäischen Gebiet, Archäologische Berichte aus dem Yemen I, 171 ff. Taf. 67 f.).

f) Wege

Eine ganz besondere Erscheinung, deren Einordnung lange problematisch war, sind die Wege. Es handelt sich um leicht in die Oasensedimente eingetiefte, über weite Strecken verfolgbare Rinnen von stark unterschiedlicher Größe. Die kleineren sind kaum 30 cm breit und 10 cm tief, wogegen die größten annähernd 1 m Tiefe und 3 m Breite erreichen und damit leicht mit antiken Kanälen verwechselt werden können (Taf. 11 a). Sie treten im Luftbild deutlich hervor. Im Überblick läßt sich gut erkennen, daß sie, wie die heutigen Wege, sich nicht an die vorherrschenden Kanalrichtungen halten, sondern häufig schräg dazu verlaufen und sie auch queren. Zudem halten sie sich nicht an eine bestimmte Höhe, sondern weisen vielmehr auch Gefällsstufen auf. Die Wege haben sich, infolge der steten Begehung und der damit verbundenen Verdichtung des Untergrundes, eingetieft, so daß sie heute z. T. als Abflußrinnen dienen. Die starke Verfestigung der Sedimente schützt sie aber vor der Erosion durch das Wasser.
Das Alter der Wege variiert. Einzelne kleine Pfade werden noch heute mit Eseln begangen und sind demnach rezent. Der große Pfad auf Taf. 11 a dagegen führt über eine 5 m tiefe Runse hinweg und ist demnach sicher mehrere Jahrhunderte alt. Es dürfte sich um einen mittelalterlichen Karawanenweg handeln, der, als Folge der Zerschneidung durch die Erosion, aufgegeben wurde.

g) Kanäle

Reste ehemaliger Kanäle und Feldwälle teilen die Oberflächen der antiken Bewässerungssedimente in ungezählte Vierecke ein. Sie deuten damit die sabäische Feldeinteilung an. Die sichere Differenzierung der linearen Strukturelemente in Kanäle und Feldwälle erweist sich aber als äußerst schwierig, vor allem wenn man sie mit Hilfe von Luftbildern vornehmen möchte. So gelingt es nicht immer, auf den flächenhaft erniedrigten Oasen, Kanäle und Feldwälle voneinander zu trennen, weshalb Gerig und Schoch (1980 b) in ihrer Karte diese, für das Verständnis der Funktionsweise der Bewässerung eminent wichtige Unterscheidung wegließen. Zunächst sollen die beiden Formen detailliert beschrieben werden. Auf dieser Grundlage soll später versucht werden, sie im morphologischen Profil zu unterscheiden. Erst dann wird im günstigsten Fall ihre Unterscheidung im Luftbild möglich sein und damit die Erfassung ihrer räumlichen Verbreitung.
Auch außerhalb der bis heute erhaltenen Bewässerungssedimente sind Kanäle feststellbar. Sie sind in die anstehende Lava oder ins Geröll eingetieft, wobei der Aushub randlich, an Abhängen ausschließlich abwärts, zu einem Wall aufgeschüttet wurde, der als Kanaldamm diente. Heute

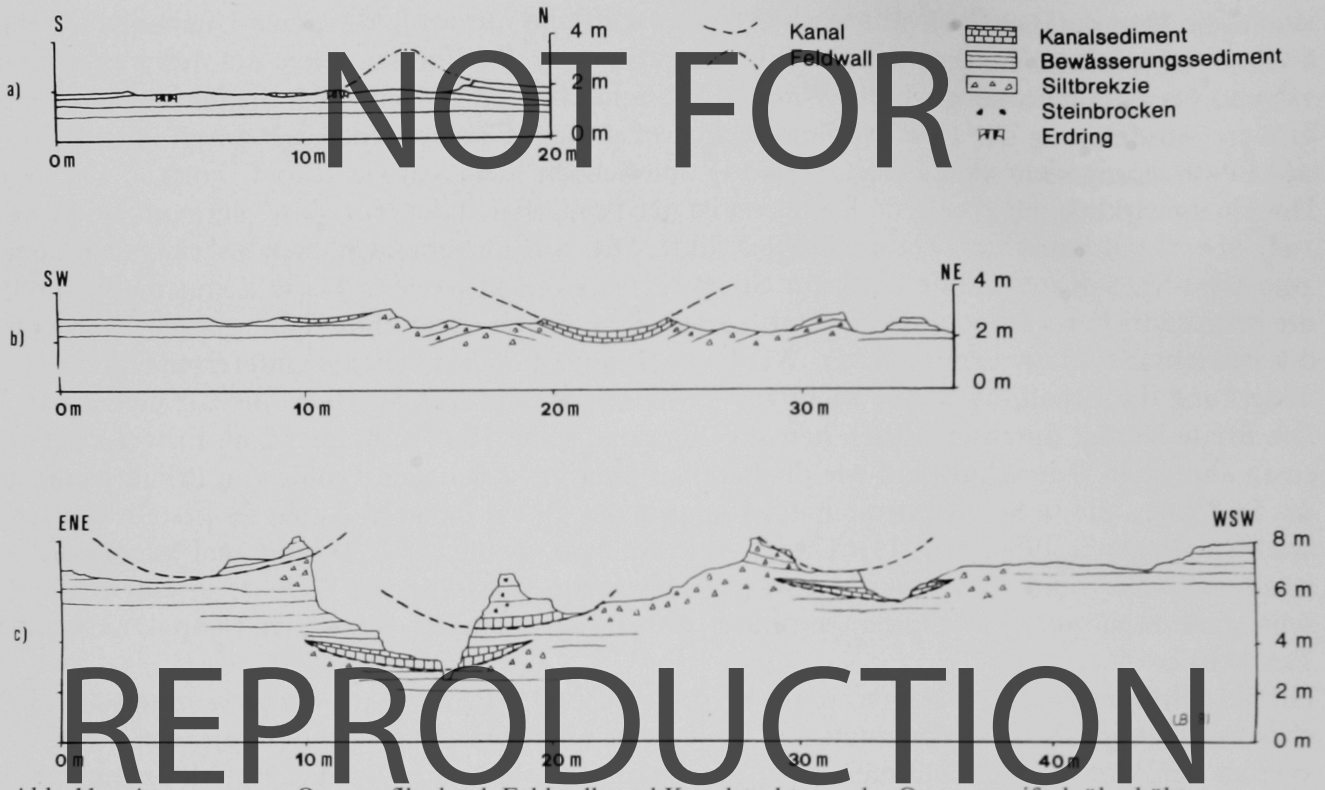
sind diese Dämme und Feldwälle stark verschwemmt und nur noch als leichte Unebenheiten im Gelände unter Zuhilfenahme des Luftbildes zu erkennen. Sie sind vor allem auf den weiten Lava- und Geröllfeldern nördlich des Wādī as-Sā'ila häufig und können als Indiz für eine ehemals größere Ausdehnung der Bewässerungsflächen in diesem Gebiet dienen, als durch die erhaltenen Bewässerungssedimente belegt ist (Gerig und Schoch 1980, Karten; Kap. C 7 e, f).

Der einzig wirklich gut erhaltene Kanalrest ist der Primärkanal der Nordoase, der vom Nordbau zum über 1 km entfernten Hauptverteiler führt. Die, aus umgebendem Bewässerungssediment aufgeschütteten Kanalwände sind mit Steinbruchstücken abgedeckt. Diese Schutzmaßnahme, die beim südlichen Hauptkanal nirgends zu sehen ist, deutet darauf hin, daß er bereits während der Betriebszeit relativ exponiert lag. Wie beim Hauptdamm ermöglichte andererseits die Steinabdeckung die Erhaltung dieses wichtigen Teiles des Bewässerungssystems bis zur Gegenwart. Die Breite beträgt durchschnittlich beinahe 20 m und seine Tiefe mißt über 2 m. Er weist damit einen ähnlichen Querschnitt auf wie die bereits früher beschriebenen Profile von Primärkanälen des Südbaues, die in Sedimentresten am Hangfuß des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ festgestellt werden konnten (Brunner 1980, S. 9–11). Dieser, vom Südbau wegführende Hauptkanal kann bruchstückweise über rund 3,2 km verfolgt werden, bis er am Westrand der Südoase in einen, heute sehr stark zerstörten Verteilerbau mündet, wo er sich mehrfach verzweigt (Kap. D 3 b und Taf. 18 b).

Die Kanalreste der Oasen zeigen, je nach vorherrschender Erosionsart, ein ganz unterschiedliches Erscheinungsbild. In den zentralen Teilen mit überwiegendem Windabtrag setzt die Erosion an den künstlich geschütteten, über das Feldniveau hinausreichenden Kanaldämmen ein. Diese werden in der Folge stärker erniedrigt als das angrenzende Feld und die zentralen Teile des Kanales. Die fein geschichteten Silte und Tone der Kanalsohle sind resistenter als die künstlich geschüttete, oft mit Wurzelfüllungen durchsetzte Siltbrekzie der Kanaldämme. Als Folge resultiert eine Reliefumkehr (Abb. 11 b). Bei weiter fortschreitender Ausblasung verschwinden auch die letzten Reste der zentralen Kanalsedimente, so daß eine untiefe aber steilwandige Furche entsteht (Taf. 9 c). Bei Gewitterregen wird von den erhöht stehenden, im Zerfall begriffenen Wasserverteilern her feinkörniger Bauschutt eingeschwemmt. Er besteht überwiegend aus schwarzen Lavasteinchen, die den Kanalverlauf damit dunkel markieren.

Einen anderen Anblick bieten die Kanäle bei vorherrschender fluvialer Erosion. Hier findet das Regenwasser in den antiken Kanälen ein ideales Abflußnetz vor, das sich von den übersteilten Oasenrändern her allmählich gegen das Innere eintieft. Als Ergebnisse dieser Tiefenerosion präsentieren sich heute steilwandige, bis zu 10 m tiefe Runsen, die weitgehend das antike Kanalnetz der Oasen veranschaulichen. Da das Feldsystem so weit als möglich rechtwinklig angelegt war, wirkt auch die Vielfalt der Runsen orthogonal geordnet. Bowen (1958, S. 53) hat als erster auf diese Besonderheit hingewiesen[25] und dafür den treffenden Begriff ‚rectangular erosion' geprägt. Dieses rechteckige Erosionsmuster – wie ich es im Deutschen nennen möchte – kann als charakteristische Abtragungsform für alle bekannten antiken Bewässerungssedimente in Südarabien angenommen werden. Es bleibt allerdings zu bedenken, daß entlang von Steilstufen nicht das rechteckige Erosionsmuster vorherrschend sein muß, da bei einsetzender Erosion die erhöht lie-

25 MOSELEY (1971, S. 65 f.) führt die Ursache des rechteckigen Erosionsmusters auf tektonische Störungen im Grundgebirge zurück. Er scheint BOWEN's Arbeit allerdings nicht zu kennen, ansonsten er durch die darin aufgeführten Belege von der anthropogen bedingten Anlage der Runsen sicher überzeugt worden wäre. Die Übereinstimmung zwischen den Störungslinien und dem Kanalsystem kann darauf zurückgeführt werden, daß die morphologische Anlage des Wādī Bayḥān den tektonischen Bruchlinien folgt. Das Kanalsystem ist, dem natürlichen Gefälle folgend, parallel zum Talverlauf angelegt. Da die tektonischen Störungslinien rechtwinklig aufeinanderstoßen, ist somit eine Übereinstimmung mit dem antiken Kanalnetz gegeben.



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 11. Ausgemessene Querprofile durch Feldwall- und Kanalstrukturen der Oasen, zweifach überhöht

a) Feldwallstruktur am Westrand der Südoase bei vorherrschendem Windabtrag, bei 10 m wahrscheinlich Überrest eines Feldkanals

b) Kanalstruktur im westlichen Teil der Nordoase bei vorherrschendem Windabtrag, bei 10 m wahrscheinlich Überrest eines ehemaligen Feldkanals

c) Abtrag ehemaliger Kanäle bei vorherrschender fluvialer Erosion im nordwestlichen Teil der Nordoase, es entstanden parallele Runsen bei 16 m und bei 33 m

genden Kanäle noch nicht das Abflußwasser der Felder zu sammeln vermochten. Jenes folgte vielmehr kleinen Vertiefungen im Feld und bewirkte ein fein verästeltes Abflußnetz ohne bestimmende Richtung. Bei leicht geneigten Feldern, wie sie im randlichen Bereich der Oasen anzutreffen sind, sammelte sich das Wasser am Kanalrand, bis es an einer Stelle den Kanaldamm oder den Feldwall durchbrechen und in die Hauptentwässerungsrinne hinunterstürzen konnte. Auf diese Weise konnte es zu zwei unmittelbar nebeneinander liegenden, parallelen Runsen kommen, wie sie in Abb. 11 c dargestellt sind. Bei der Aufnahme von Querprofilen wurde festgestellt, daß immer wieder klar geschichtete Sedimente am Rand des Feldes auftreten. Stellenweise kann nachgewiesen werden, daß es sich dabei um unbearbeitete, da randlich gelegene Bewässerungssedimente handelt (Taf. 10 a). An anderer Stelle scheint am Rand des Feldes eine Vertiefung vorhanden gewesen zu sein, die als Feldkanal bezeichnet werden könnte (Abb. 11 a und b). Der Feldkanal könnte allerdings auch das Ergebnis einer Kanalerhöhung gewesen sein, indem an dieser Stelle das, für die Erhöhung der Kanaldämme benötigte Material weggenommen wurde. Die weit ins Innere der Oasen reichenden Erosionsrinnen halten sich aber durchwegs an ehemalige Kanäle, denn hier bildeten die Kanäle, nachdem der Wind ihre Dämme erniedrigt hatte, ein vorgegebenes Abflußsystem, das durch die vergrößerte Wassermenge stark eingetieft wurde.
Neben der rechteckigen Anordnung findet sich als weiteres Zeichen dafür, daß sich die Erosion an den Verlauf der antiken Kanäle hält, eine starke Häufung von Wurzelfüllungen an den Erosionsrinnen (Gerig 1981, Taf. 20). Die Kanalränder boten den Bäumen natürlich ideale Stand-

orte. Andererseits reduzierten die Bäume mit ihrem Schattenwurf die enorme Verdunstung des Kanalwassers. Die Bäume konnten ihren Wurzelraum gegen den Kanal hin ausdehnen und damit kamen sie in den Genuß vermehrter Feuchtigkeit. Noch heute halten sich die vereinzelten Büsche der Oasen weitgehend an die ehemaligen Kanäle, um das minimal bessere Wasserangebot auszunützen.
Die Kanalablagerungen bestehen aus stark unterschiedlichem Material. Vorherrschend sind geschichtete, z.T. gebankte Silte, die manchmal von dunklen Mergelbändern abgelöst werden (Abb. 17). Dazwischen treten immer wieder Lagen von unverfestigtem Feinsand auf. Es handelt sich dabei um eingewehten Flugsand. In diesen gröberen Kanalsedimenten wurden verschiedentlich subfossile Schnecken gefunden. Nach der, von Dr. L. Forcart in Basel freundlicherweise durchgeführten Bestimmung treten folgende Arten auf:

Familie Planorbidae:
Biomphalaria spec., wahrscheinlich Biomphalaria arabica (Melville & Ponsonby). 1 Expl. (Fragment). Fundort: Vom Grund eines 27 m tiefen, im Bau befindlichen Brunnens bei Qaryat al-Manīn (B 4, Abb. 24).

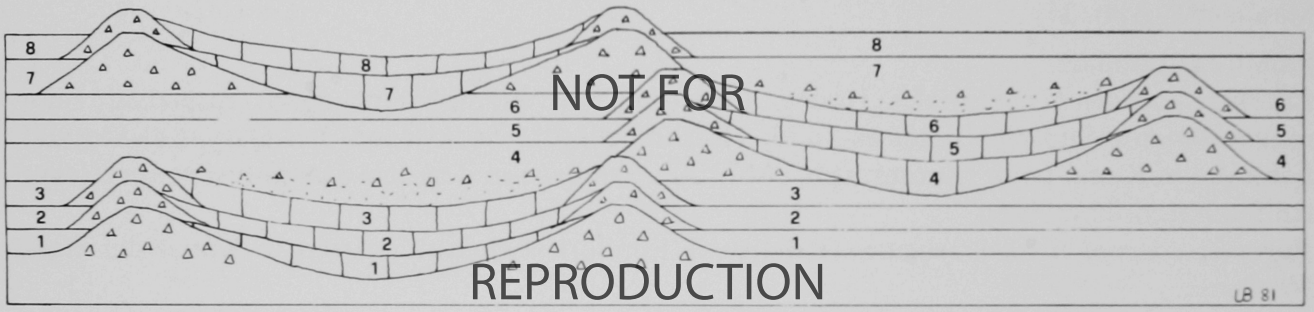
Familie Pupillidae:
Pupoides coenopictus (Hutton). Häufig. Fundorte: Wie Biomphalaria spec.; zusätzlich: Stauraumsedimente Südseite Wādī as-Sudd; Holzkohlenhorizont in Kanal bei Qaryat al-Musallil; Feinsand in Kanal beim Dammrest N (Abb. 20); Sandlage in den dem Dammrest N vorgelagerten Stauraumsedimenten.
Pupoides coenopictus samavaensis (Pallary). 1 Fundort: Feinsandhorizont in Kanal der westl. Nordoase.

Familie Subulinidae:
Zootecus insularis (Ehrenberg). Häufig. Fundorte: Wie Pupoides coenopictus (Hutton).
Zootecus adenensis (Pfeiffer). 1 Fundort: Sandlage in den dem Dammrest N vorgelagerten Stauraumsedimenten.
Zootecus spec. (?). 2 Fundorte: Feinsand in Kanal beim Dammrest N (Abb. 20); Feinsandhorizont in Kanal der westl. Nordoase.

Familie Ferussaciidae:
Cecilioides spec. (?). 1 Expl. Fundort: Vom Grund eines 30 m tiefen, im Bau befindlichen Brunnens 0,8 km im WNW von Qaryat al-Musallil (B 3, Abb. 24).

Alle oben aufgeführten Arten sind auch rezent aus dem Yemen bekannt (Connolly 1941, S. 39 f.). Zootecus insularis, Pupoides coenopictus und P. coenopictus samavaensis sind in der Trockenzone weit verbreitet und ihr Vorkommen erlaubt deshalb keine Rückschlüsse auf spezielle Lebensbedingungen. Anders verhält es sich mit Biomphalaria spec., die auf Süßwasser angewiesen ist. Froemming (1956, S. 158) schreibt dazu: „Die kleineren Arten leben vielfach in regelmäßig austrocknenden Gewässern, überstehen aber die Trockenheit im allgemeinen ungefährdet." Dies könnten genau die Lebensbedingungen gewesen sein, die in den Kanälen der Oasen vorkamen. Damit wäre auch angedeutet, daß die Kanäle nicht das ganze Jahr über mit Wasser gefüllt sein mußten, da diese kleine Schneckenart eine vollständige Austrocknung ertragen konnte. Connolly (1941, S. 33) hat sie auch rezent in einem Bewässerungskanal bei Ta'izz gefunden. Die Cecilioides sind eine Gattung, die an nicht zu trockenen Orten bis etwa 1 m tief in vorzugsweise lockerem Erdreich lebt (Froemming 1954, S. 70). Auch das sind Bedingungen, die früher, durch die Bewirtschaftung des Bodens, eher gegeben waren als heute. Die Funde von Biomphalaria spec. und Cecilioides spec. weisen darauf hin, daß zur Zeit der Ablagerung der Oasensedimente feuchtere Verhältnisse herrschten als heute.

Aus den bisher aufgeführten Beobachtungen lassen sich folgende Aussagen über die Größe der Kanäle machen:
Die größten Kanäle sind sicher die, von den zwei Auslaßbauten des großen Dammes wegführenden Kanäle 1. Ordnung, auch Primär- oder Hauptkanäle genannt. Sie messen zwischen 12 und 20 m in der Breite und haben eine Tiefe von 2–4 m (Brunner 1980, S. 10). Die auf den Oasen ausgemessenen Kanalquerschnitte weisen alle eine Breite zwischen 8 und 12 m und eine mittlere Tiefe um 1½ m auf. Sie sind damit gegenüber den Primärkanälen, bei einer nur wenig geringeren Breite, etwas seichter. Ganz kleine Kanäle von nur 1–2 m Breite, wie sie bei der heute betriebenen Pumpenbewässerung anzutreffen sind, konnten nirgends beobachtet werden.
Schoch (1979, S. 1 f.) teilte die Kanäle in 4 Ordnungen ein. Die Zuordnung unternahm er vor allem aufgrund von Kapazitätsberechnungen bei den Durchlassen der Wasserverteiler. Der morphologische Befund erlaubt keine derartig feine Einteilung, da größenmäßig die Kanäle auf den Oasen nicht weiter unterteilt werden können.



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 12. Schematische Skizze der Kanalanpassung an das erhöhte Feldniveau. Die Zahlen 1, 2, 4, 5, 7 und 8 bezeichnen Ablagerungen, die eine Erhöhung der Kanaldämme zur Folge hatten. Nach 3 und 6 erfolgte eine seitliche Verlegung des Kanales unter Ausnützung des einen Kanaldammes. (Signaturen vgl. Abb. 11)

Während der Betriebszeit mußte das Niveau der Kanäle beständig dem der Felder angepaßt werden. Dies geschah zunächst durch Erhöhen der Kanaldämme und wenn dies nicht mehr genügte, durch seitliches Verlegen des Kanales, indem z. B. der vorherige linke Kanaldamm als rechter benutzt wurde und die neue Sohle somit ins Feld zu liegen kam. Vom Feld her wurde ein neuer Damm geschüttet (Abb. 12). Auf diese Art und Weise wurde das zur Bewässerung der Felder notwendige Niveau gehalten und zudem erklärt dieses Vorgehen auch die Beharrung der Kanäle an ihrem Standort. Daß die Kanäle über Jahrhunderte hinweg am gleichen Ort sich befanden, konnte in den Runsen immer wieder festgestellt werden.
Schlüsse aus den bisherigen Erkenntnissen über den Aufbau und die Funktionsweise des Verteilersystems werden z. T. in Kap. C 7, vor allem aber in Kap. D 3 b gezogen.

h) Feldwälle

Die Feldwälle entsprechen sowohl in ihrem Aussehen als auch in ihrem Aufbau den Kanaldämmen und können wie jene aus verschiedenem Material errichtet sein. Allgemein kann festgehalten werden, daß stets das Material der unmittelbaren Umgebung verwendet wurde. Auf den Oasen wurden sie aus Bewässerungssedimenten aufgeschüttet und auf den weiten Lavafeldern von al-Ǧufayna und nördlich des Wādī as-Sā'ila bestehen sie aus zusammengetragenen Basaltbrocken, die lose aufeinander geworfen wurden. Ursprünglich waren sie bis 1 m hoch und er-

reichten an der Basis eine Breite von etwa 2 m. Sie sind heute z. T. leicht verschwemmt, können aber im Feld und speziell im Luftbild sicher identifiziert werden. Im Gebiet von al-Ǧufayna werden sie stellenweise von horizontal liegenden Bewässerungssedimenten überlagert. Diese Tatsache weist darauf hin, daß vor der Aufnahme der Bewässerung auf vulkanischem Untergrund, mit aufgeschütteten Wällen ein Feldnetz aufgebaut wurde, um den suspendierten Silt des Bewässerungswassers einzufangen. Damit bildete sich nach einigen Jahren ein gut bebaubarer Boden aus fruchtbarem Feinmaterial, der bald die initialen Feldwälle aus Basaltbrocken vollständig überdeckte.

Von diesem Zeitpunkt an wurden die Feldwälle, wie dies auf beiden Oasen üblich war, aus dem umgebenden Bewässerungssediment aufgeschüttet. Über die Größe dieser Feldwälle kann bis jetzt noch nichts Endgültiges ausgesagt werden, doch scheint es, daß zwei Dimensionen vorkommen. Die größeren Feldwälle waren vermutlich bis gegen 2 m hoch und gegen 6 m breit gewesen, die kleineren erreichten maximal 50 cm Höhe bei 1 m Breite (Taf. 11 b). In allen gesichteten Profilen erscheint die künstlich geschüttete Siltbrekzie des Feldwalles in krassem Kontrast zu den fein geschichteten Siltlagen des Feldrandes (Taf. 10 a). Letztere ziehen am Wall gegen 50 cm hoch und lassen demnach auf eine Wasserüberstauung auf dem Feld von rund ½ m schließen, wie dies Schoch (1978, S. 127) auch bei rezenter Bewässerung beobachtet hat.

Eine dritte Art Feldwälle tritt bei Dār as-Sawdā' auf (Taf. 10 b). Ein 3 m hoher, am Grund 4 m breiter Feldwall mit einem Kern aus Siltbrekzie und einer massiven Abdeckung aus Basaltbrokken grenzt heute die Bewässerungssedimente von Dār as-Sawdā' geradlinig nach NO ab. Auf der Seite der erhalten gebliebenen Bewässerungssedimente, also im SW, schließt auf halber Höhe ein zweiter Erdwall aus Siltbrekzie an. Da er den ersten überragt, stellt er offensichtlich eine spätere Erhöhung dar. Aufgrund des Sedimentverlaufes war hier die Wasserüberstauung noch größer als auf der Nordoase; sie lag bei etwa ¾ m.

Die aus Basaltbrocken aufgeworfenen oder abgedeckten Feldwälle sind gegenüber der Erosion resistent. Anders verhält es sich bei den aus künstlich geschüttetem Bewässerungssediment bestehenden Feldwällen der Oasen. Hier erweist sich die Siltbrekzie als wenig widerstandsfähig, und der Wind setzt mit dem Abtrag demzufolge an diesen kleinen Erhöhungen, die verstärkt der Saltation ausgesetzt sind, ein. Dadurch wird der Wall allmählich erniedrigt und die schwach verfestigte Siltbrekzie auch unter dem Feldniveau ausgeblasen (Abb. 13). Wie bei den Kanaldämmen, so resultiert auch bei den Feldwällen eine Reliefumkehr. Im Laufe der Zeit weitet der Wind diese schmalen, untiefen Rinnen gegen das Feld hin aus, so daß eine ähnliche Vertiefung entsteht, wie es für äolisch erniedrigte Kanäle beschrieben wurde.

Wird ein äolisch abgetragener Feldwall durch fluviale Erosion angezapft, so vertieft er sich schnell zu einer Runse. Ist der Feldwall von Beginn weg dem Abtrag durch das Wasser ausgesetzt, so kann er seitlich unterschnitten werden. Tieft sich die Runse weiter ein, so kann dies schließlich zum völligen Verschwinden des Feldwalles führen.

Demnach hält sich die Erosion auch bei den Feldwällen weitgehend an die vorgegebene rechtekkige Ordnung. Anerodierte Kanäle und Feldwälle hinterlassen deshalb auf den Oasen ein zusammenhängendes Netz, das die antiken Felder nachzeichnet. Im folgenden Abschnitt sollen die Erkennungsmerkmale anerodierter Kanäle und Feldwälle im Vergleich besprochen und die wirksamen Abtragungsvorgänge schematisch aufgeführt werden.

i) Vergleich von Kanälen und Feldwällen und ihre Erkennung im Luftbild

Feldwälle und Kanäle können in ihrer ursprünglichen Gestalt leicht voneinander getrennt werden. Diese klare Unterscheidung wird mit einsetzender Erosion allmählich verwischt. Bei vor-

herrschendem Windabtrag, wie in den zentralen Teilen der Nordoase und in weiten Teilen der Südoase, resultieren bei beiden Formen untiefe, meist über 10 m breite Rinnen (Abb. 13). Mögliche Unterscheidungsmerkmale von ehemaligen Feldwällen und Kanälen bei vorherrschendem Windabtrag sind:

im Feld:
- Bei Kanälen kann in der Mitte noch geschichteter, heller Silt angetroffen werden. Es sind Reste von stark verfestigten Kanalablagerungen. Oft weisen sie noch Trockenrisse auf.
- Oft liegen in der Rinne kleine Steinchen umher. Sie stammen von Wasserverteilern und sind bei lokalen Starkregen eingeschwemmt worden. Bei Feldwällen sind sie weniger häufig als bei Kanälen.

im Luftbild:
- Die Feldwälle bilden sich meist als ein, gegenüber der Umgebung einheitlich dunkleres Band ab.
- Kanäle erscheinen gegenüber den Feldwällen meist noch etwas dunkler und lassen oft vier lineare Elemente erkennen.

Bei vorherrschender fluvialer Erosion fällt die Unterscheidung noch schwieriger. Die starke Tiefenerosion bewirkt ein Nachstürzen der oberen Runsenwände, so daß oftmals die letzten Erkennungsmerkmale verschwunden sind. Erschwerend tritt hinzu, daß in den Erosionsrinnen meist auch Strukturen einer älteren Phase der Bewässerung angeschnitten sind, was zu einer verwirrenden Formenvielfalt führen kann. Andererseits kann von den tiefer liegenden Formen, wegen dem oben angeführten Beharrungsvermögen des Bewässerungsnetzes, auf die Oberflächenform geschlossen werden. Diese kann allerdings seitlich verschoben liegen. Mögliche Unterscheidungskriterien bei vorherrschender fluvialer Erosion sind:

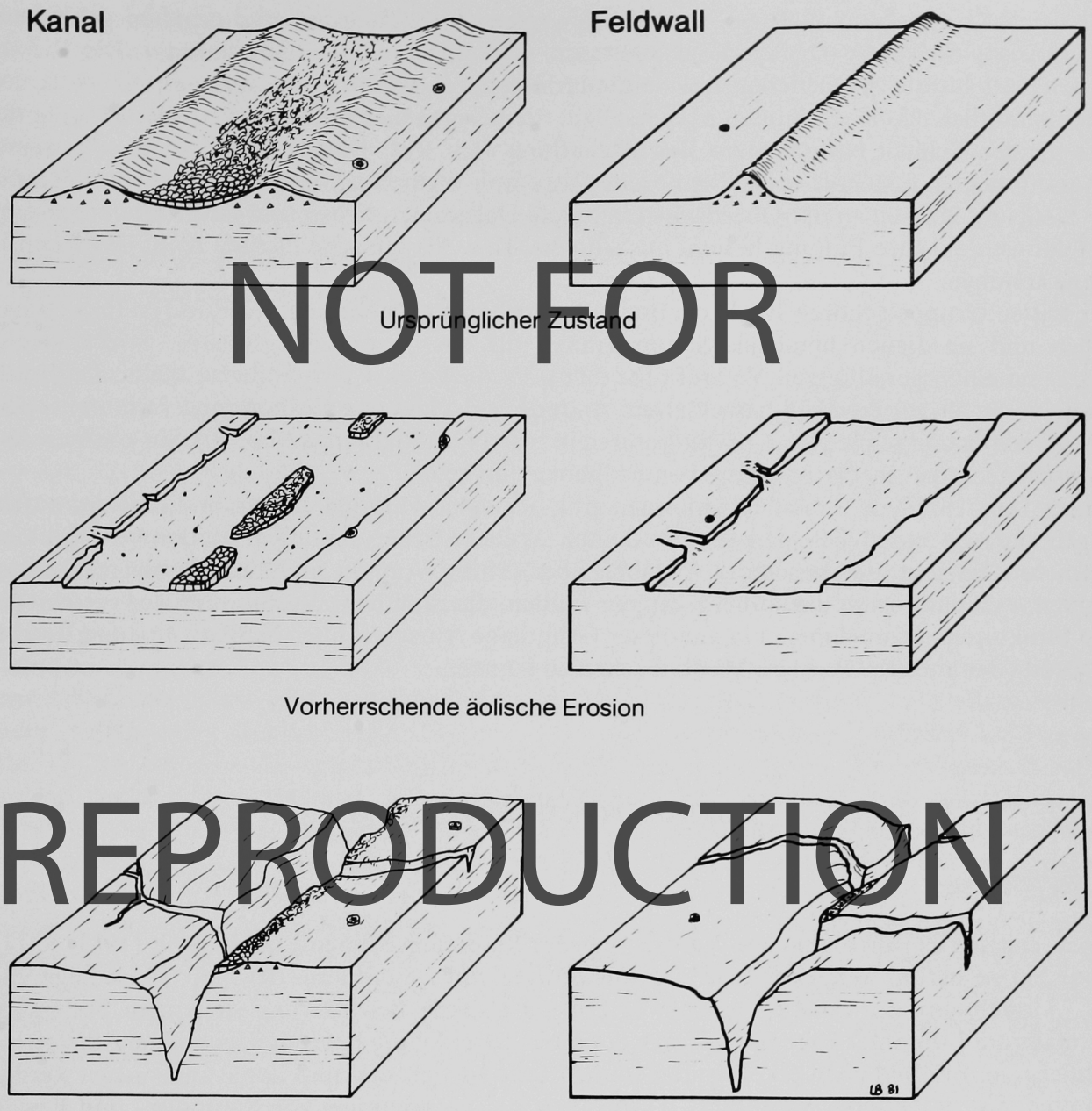
im Feld:
- Unter günstigen Umständen findet sich am Rand der Runse noch ein Rest eines hellen, geschichteten Kanalsedimentes, randlich unterlagert von Siltbrekzie. Diese Anordnung läßt auf einen ehemaligen Kanal schließen.
- Bei Feldwällen kann ein Teil der Siltbrekzie erhalten geblieben sein, da die Eintiefung der Runse randlich erfolgte.
- Treten an den Rändern der Runsen häufig Wurzelfüllungen auf, deutet dies auf die Existenz eines Kanales hin, da Bäume und Büsche, wie dies durch Erdringe belegt ist, oft entlang von Kanälen wuchsen.

im Luftbild:
- Bei Kanälen treten manchmal doppelte, parallel zueinander verlaufende, dunkle Linien auf, die deutlich sichtbar sind.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die Unterscheidung von Feldwällen und Kanälen im Luftbild nur in Ausnahmefällen möglich ist. Das Luftbild stellt bei diesem Arbeitsvorgang aber eine ideale Kartierungsgrundlage für eine detaillierte morphologische Aufnahme dar. Erst diese morphologische Kartierung wird dann in günstigen Fällen eine Unterscheidung zulassen.

k) Vereinzelte Strukturen

Neben den bisher beschriebenen Oberflächenformen treten gelegentlich noch weitere Strukturen auf. Sie können in drei Gruppen eingeteilt werden.
In einer ersten Gruppe können alle Bildungen zusammengefaßt werden, die durch Eindrücke in den Sedimenten entstanden sind. Dazu zählen rezente und fossile Abdrücke von Regentropfen, die verschiedentlich beobachtet werden konnten. Weiter gehören dazu halbkugelförmige



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 13. Schematische Darstellung des Abtrages von Kanal und Feldwall und ihre resultierende Form bei unterschiedlicher Erosionsform

Eindellungen von 1–2 cm Durchmesser, die schalenförmig von mehreren Silt- und Tonlagen umgeben sind. Sie können ohne Beschädigung leicht aus der Oberfläche herausgelöst werden. Ihre Entstehung ist noch unklar, doch dürften sie auch auf Wassereinwirkung zurückzuführen sein (Taf. 11c). An anderer Stelle konnten sechs regelmäßig angeordnete, seichte Eintiefungen beobachtet werden. Sie haben einen Durchmesser von 6–8 cm und auch sie bestehen aus schalenartig angeordneten Sedimenten (Taf. 9a). Die letzte, zu dieser Gruppe gehörende Form sind fladenartige, 20–30 cm messende Bildungen, die leicht in die Oberfläche eingetieft sind. Ihre genetische Deutung ist zur Zeit noch nicht möglich.

Die zweite Gruppe umfaßt Risse in den Sedimenten. Am häufigsten sind erhalten gebliebene Trockenrisse. Sie sind weitgehend auf Stauraum- und Kanalsedimente beschränkt. Die 1–3 cm breiten und bis zu 20 cm tiefen, mit Sekundärmaterial gefüllten Risse spannen ein Netz von durchschnittlich 30–40 cm großen Maschen auf. Sie belegen eine vollständige Austrocknung der betreffenden Schicht ohne spätere Bewirtschaftung (Taf. 9 b). Daneben sind in den Bewässerungssedimenten feine, oft kaum 1 cm breite Risse weit verbreitet. Sie reichen mehrere Meter in die Tiefe und können an der Oberfläche über viele Dekameter, Erdstotzen und Kanäle querend, verfolgt werden. Ihre Füllung besteht aus siltigem Ton. Als Ursache dürften wohl Erdbeben in Frage kommen.
Zur dritten Gruppe gehören 10–40 cm breite, kaum 10 cm tiefe Rinnen. Ihr Rand ist leicht angehoben und sie dienen heute als Sammelrinnen für das Niederschlagswasser. Streckenweise zeigen sie einen geradlinigen Verlauf (Taf. 11 b). Es dürfte sich um erodierte kleine Feldwälle handeln, die ein großes Feld parzellierten. Andere, meist kleinere Vorkommen verlaufen völlig unregelmäßig und schneiden z. B. Pflugspuren in beliebiger Richtung (Abb. 10). Sie könnten ausgewaschene und ausgeblasene Risse von Erdbeben darstellen.
Bei der Darstellung der Oberflächenformen ging es zunächst einmal darum, ihre Existenz aufzuzeigen und, soweit möglich, genetisch zu deuten. Weitere Untersuchungen werden bei einzelnen Formen nötig sein, um gesicherte Angaben über Größe, Aufbau und Entstehung machen zu können. Erst dann kann dazu übergegangen werden, die räumliche Verbreitung der verschiedenen Strukturen aufzunehmen, um auf dieser Grundlage Aussagen über Bepflanzung und Bewirtschaftung der antiken Oase von Mārib machen zu können.

5. SEDIMENTE IM STAURAUM

a) Verbreitung

Einen ersten Überblick über die Verbreitung der Stauraumsedimente gibt Gerig (1981, S. 22). Seine Skizze beruht weitgehend auf der Auswertung von Luftbildern. Bei Abb. 14 ist Lage und z. T. Ausdehnung der im Zusammenhang mit der antiken Bewässerung stehenden Sedimente ebenfalls auf Luftbilder abgestützt. Hinzu kommen ausgedehnte Felduntersuchungen, so daß zusätzliche, im Luftbild nicht erkennbare Sedimentreste kartiert und funktional zugeordnet werden konnten. Ein besonderes Augenmerk wurde auch auf die Trennung von Stauraum- und Bewässerungssedimenten gelegt. Ein wichtiges Hilfsmittel zu ihrer Abgrenzung besteht darin, die maximale Ausdehnung des antiken Stausees zu rekonstruieren. Wie schon früher gezeigt wurde (Brunner 1980, S. 8), lag die Dammkrone bei 1203 m NN. Dies läßt eine maximale Staukote von 1202 m NN erwarten. In Abb. 14 ist die 1200 m NN Isohypse eingezeichnet, die aus der Karte 1:50000 (Hunting Survey Ltd., 1977) übernommen wurde. Das so abgegrenzte Gebiet umfaßt 6,325 km² und widerspiegelt die topographischen Verhältnisse des Stauraumes[26]. Er war oberhalb des Dammes durch die Klus zu einem schmalen Band eingeengt und erst weiter im Südwesten, gegen die Ebene von Raḥāba, konnte er sich stärker ausdehnen. In diesem flachen Gebiet bewirkt die Anhebung der Staukote um zwei Meter eine enorme Vergrößerung der Oberfläche und damit des Stauvolumens. So ergibt sich für die Staukote von 1202 m NN eine interpolierte Seefläche von rund 8 km².

26 SCHOCH (1978, S. 127) errechnete für den antiken Stauraum eine Oberfläche von 5,3 km².

Die Ausscheidung von Stauraumsedimenten aufgrund der Höhenlage bestätigte die morphologische Zuordnung vollumfänglich. Demnach können die Sedimente von Raḥāba und Qāᶜ al-Hayyāl[27] als Bewässerungssedimente abgetrennt werden, wobei ihre Basis z. T. aus Stauraumablagerungen besteht. Ebenso dürften die heutigen Felder, die beidseits des Wadis durch Ablenkdämme bewässert werden, auf antiken Seesedimenten angelegt sein. Durch die intensive Bewirtschaftung entlang dem Wadi beschränken sich die erhalten gebliebenen Reste der Stauraumablagerungen auf die randlichen Bereiche. Diese teile ich räumlich in 3 Gruppen (Abb. 14):

- Sedimente Nordrand Wādī as-Sudd
- Sedimente Südrand Wādī as-Sudd
- Sedimente beim Nordbau.

Bevor diese 3 Sedimentkomplexe einzeln beschrieben werden, sollen einige allgemeine Überlegungen zu den Stauraumsedimenten vorgetragen werden. Zunächst muß festgehalten werden, daß nur kleine Reste der einst das ganze Seebecken ausfüllenden Ablagerungen erhalten geblieben sind. Sie beschränken sich auf erhöhte Stellen, die vor dem Sayl geschützt liegen und zudem nicht stark der Abschwemmung durch lokale Sturzbäche ausgesetzt sind. Dies trifft nur auf wenige, randlich gelegene Zonen zu. Diesem Umstand ist Rechnung zu tragen, wenn man die Korngrößen der Stauraumsedimente untersucht und dabei überwiegend auf Silte und Feinsande trifft. Die gröberen Partikel der Saylfracht wurden beim Einfluß in den See und in den tieferen, zentralen Bereichen abgelagert.

Sedimente Nordrand Wādī as-Sudd: Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt innerhalb der Klus. Hier konnten sich am relativ flachen Hangfuß des Ǧabal Balaq al-Qiblī mehrere, an der Basis miteinander verbundene Sedimentblöcke halten, die eine tafelbergartige Landschaft bewirken (Taf. 12). Sie bestehen aus wechsellagernden Schichten von kompaktem Silt und schwach verfestigtem, lamelliertem Feinsand. Die Schichtmächtigkeit ist wechselnd, liegt aber meist um 30–50 cm. Die höchsten Oberflächen, die durchwegs aus Siltbänken gebildet werden, erreichen am Westende 1201,22 m NN, steigen in der Mitte auf 1201,87 m NN und sinken am östlichen Rand auf 1198,24 m NN ab. Sie ragen somit bis gegen 15 m über den heutigen Wadigrund und belegen einerseits die starke Aufsedimentierung des Stauraumes in der Betriebszeit des Dammes, andererseits veranschaulichen sie die seither wirksame Ausräumung. Im östlichen Bereich, bei den durch kleine, vom Ǧabal Balaq al-Qiblī kommende Wadis getrennten Sedimenttafeln herrscht die äolische Formung vor, während die restlichen Sedimente, also auch diejenigen am westlichen Ausgang der Klus, vom Starkregen zu gerundeten Hügeln und Kuppen gestaltet wurden. Sie sind in den meisten Fällen von einer etwa 0,5 cm dicken Kruste aus Ton und Silt überzogen, auch Salzkrusten fehlen nicht. Die westlichsten, oberflächlich sichtbaren Stauraumsedimente bestehen ebenfalls aus hellem Silt und Feinsand. Im Untergrund hängen sie zusammen, sind aber hier aus Sand und wenig Geröll aufgebaut.

Sedimente Südrand Wādī as-Sudd: Vom Südbau bis hin nach aš-Šaqab sind in unregelmäßigen Abständen immer wieder Reste ehemaliger Stauraumablagerungen erhalten geblieben. Unmittelbar westlich des Südbaus stehen 8 kleinere Siltblöcke am steilen Hang. Ihre Oberfläche ist horizontal, während die tieferen Schichten über einem, den liegenden Silten diskordant aufgelagerten, 60 cm mächtigen Horizont aus seitlich eingeschwemmten, kantigen Kalkbrocken hangwärts stark anziehen. Einen Kilometer oberhalb des Südbaus ist in der Biegung der Klus von weitem

27 Die Karte 1:250000 Blatt Ṣanᶜā' (United Kingdom 1974) führt dafür den Namen „Qāᶜ al Manjūrah" auf. Nach GLASER (1913, S. 15) liegt die „Ebene Menǧôra" weiter im Westen, zwischen dem „Wâdî Málaḥ" und dem „Wâdî el-Ḥaffa". Zur Klärung wird eine Überprüfung der Lokalnamen unumgänglich sein.

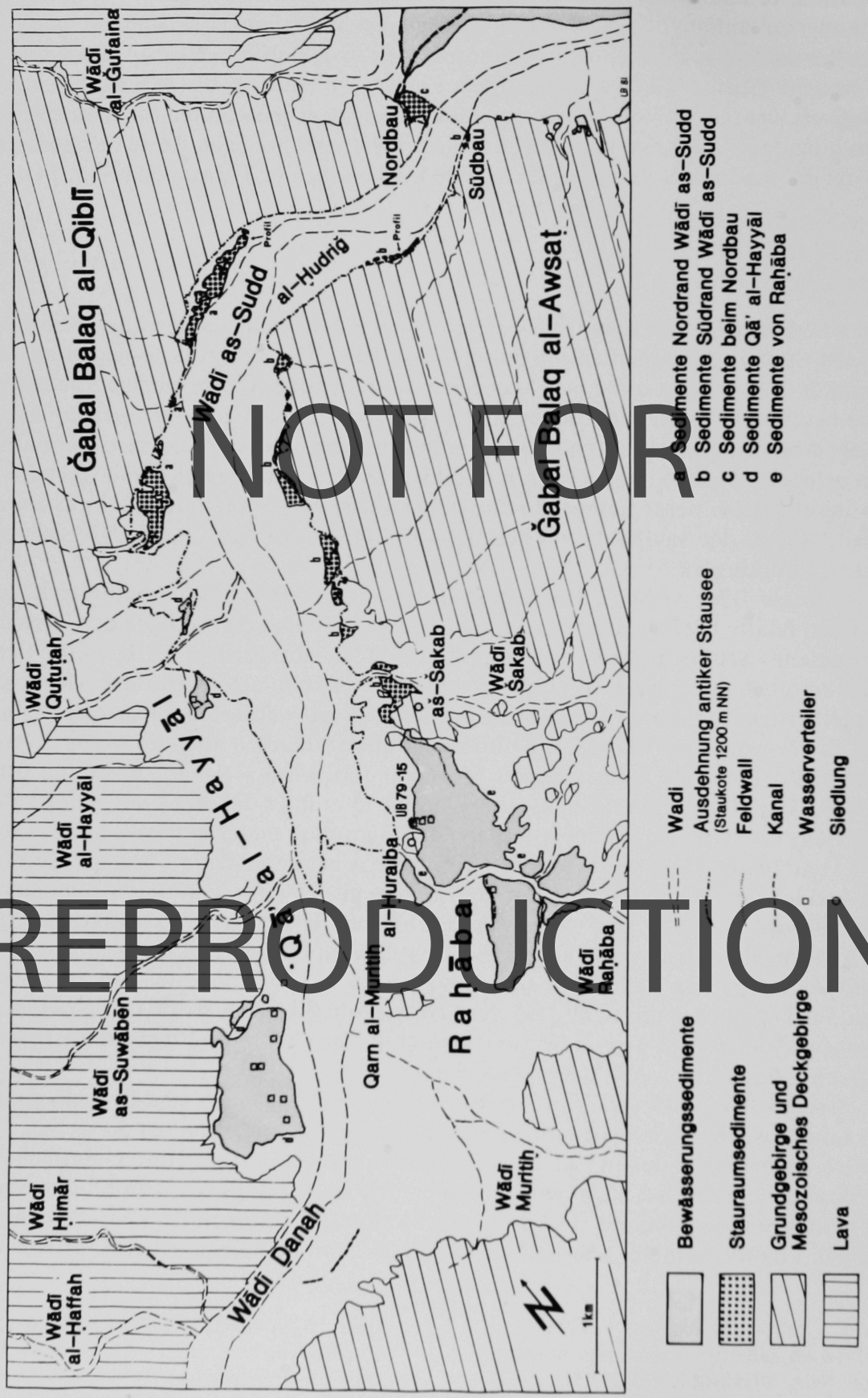


Abb. 14. Übersichtsskizze zum Stauraum des großen Dammes und der südwestlich anschließenden Talkammer

NOT FOR REPRODUCTION

ein durch tiefe Runsen in einzelne Blöcke aufgelöster Sedimentkomplex sichtbar. Er besteht aus horizontal geschichtetem Silt, der stellenweise durch Diskordanzen und Brekzienhorizonte unterbrochen wird. Eine besondere Erscheinung stellen stark versinterte Siltlagen dar, die als Härtlinge herausragen (Abb. 15). An der Oberfläche deutet eine schützende Staubhaut an, daß der Windabtrag sehr gering ist. Tatsächlich liegen die Oberflächen im Vergleich zum Damm sehr hoch. Sie erreichen im Westen den maximalen Wert von 1202,30 m NN. In Richtung des Dammes nimmt ihre Höhe allmählich auf 1200,30 m NN ab und erst die höchsten Sedimente beim Südbau liegen mit 1201,06 m NN wieder etwas höher. Auch zwischen der Klus und aš-Šaqab können noch mehrere Reste antiker Stauraumsedimente lokalisiert werden. Sie weisen z. T. eine etwas gröbere Matrix als die übrigen auf, sind aber ebenfalls durch eine ungestörte, beinahe horizontale Schichtung charakterisiert. Eine Staubhaut überzieht die meisten Vorkommen, sofern sie nicht geröllbedeckt sind. Der Übergang von den Stauraum- zu den Bewässerungssedimenten ist fließend. Sicher wurden die hellen Silte, nördlich aš-Šaqab im Stauraum abgelagert, da sie durchwegs klar geschichtet sind und keinerlei Spuren einer Bewirtschaftung zeigen.
Andererseits bleibt zu bedenken, daß sie nach der Karte 1:50000 (Hunting Survey Ltd., 1977) eine Höhe von 1205 m NN erreichen, was bei einer Staukote von 1202 m NN nicht möglich ist. Wahrscheinlich gilt hier das gleiche Prinzip wie bei den Ablagerungen im westlichen Teil der Ebene von Raḥāba. Dort konnten an der Basis klar geschichtete, unbearbeitete Silte und Feinsand festgestellt werden, die auf Stauraumsedimente schließen lassen. Sie werden aber von charakteristischen Bewässerungssedimenten überlagert, die noch Kanal-, Feldwall- und Pflugspuren aufweisen.
Sedimente beim Nordbau: Es handelt sich hierbei um bis zu 14 m mächtige Ablagerungen zwischen dem Ǧabal Balaq al-Qiblī, dem Nordbau und dem erhaltenen Dammrest. Zwei Runsen schließen diesen Teil des Stauraumes bis tief hinab auf und legen derart einen großen Teil der Geschichte des Dammes frei. Deshalb werden diese Sedimente in einem gesonderten Abschnitt ausführlich behandelt (Kap. C 5 c).

b) Merkmale und Stratigraphie

Auffallendstes und wichtigstes Kriterium bei der Erkennung der Stauraumsedimente ist ihre deutliche, ungestörte Schichtung oder Bankung. Einzig in der Nähe des Dammes treten größere Diskordanzen und damit verbundene Störungen in der Schichtenabfolge auf. Wie die Profile vom Süd- und Nordrand des Wādī as-Sudd zeigen (Abb. 15), handelt es sich bei diesen randlichen Ablagerungen meist um eine Wechsellagerung von Feinsandbändern mit etwas mächtigeren Siltschichten, die am Südrand nach oben immer breiter werden und mit einer 4 m mächtigen Bank abschließen. Betrachtet man die mineralische Zusammensetzung, so ist ein deutliches Überwiegen von kantengerundetem Quarz festzustellen (Tab. 1). Häufig vertreten sind daneben Biotit, Muskowit und kleine Basalttrümmer. Ferner trifft man auf Feldspat, Hornblende, Augit und Tonminerale.
Als Besonderheit in der Schichtung erweisen sich geringmächtige, steinharte Siltlagen. Die starke Verhärtung kommt durch eine Versinterung zustande, die wahrscheinlich auf das Eindringen von kalkgesättigtem Oberflächenwasser der Ǧibāl Balaq zurückgeführt werden kann (Taf. 13 b). Weiter treten in einigen Schichten synsedimentäre, also gleichzeitig mit der Ablagerung gebildete, Strukturen auf. Zum Teil handelt es sich dabei um Belastungsstrukturen. Sie entstanden durch Überlagerung von Sand auf wasserdurchtränkten Silt. Als Folge des größeren Gewichtes sinkt der Sand stellenweise in die Siltschicht ein und bildet dezimetergroße Knollen. Die Oberflächen solcher, mit Belastungsstrukturen versehenen Siltschichten sind buckelig. Als weitere

synsedimentäre Struktur sind Wulstschichtungen zu erwähnen. Es sind dies „wellige oder verfältelte Feinschichtungen, die innerhalb einer gegebenen Sedimentationseinheit nach oben und unten zu ausklingen“ (Pettijohn and Potter 1964, S. 292). Auch die Wulstschichtung entsteht nur bei starker Wasserdurchtränkung des Sedimentes als Folge der Schwerkraft.
Die sandigen, stets schwach verfestigten Schichten werden meist noch durch Wurzelfüllungen strukturiert. Sie belegen für die randlichen Teile des antiken Stausees einen Busch- oder Baumbestand, ähnlich wie er auch heute in der Klus angetroffen werden kann und nach Glaser (1913, S. 16) al-Ḫudriğ genannt wird.

NOT FOR REPRODUCTION

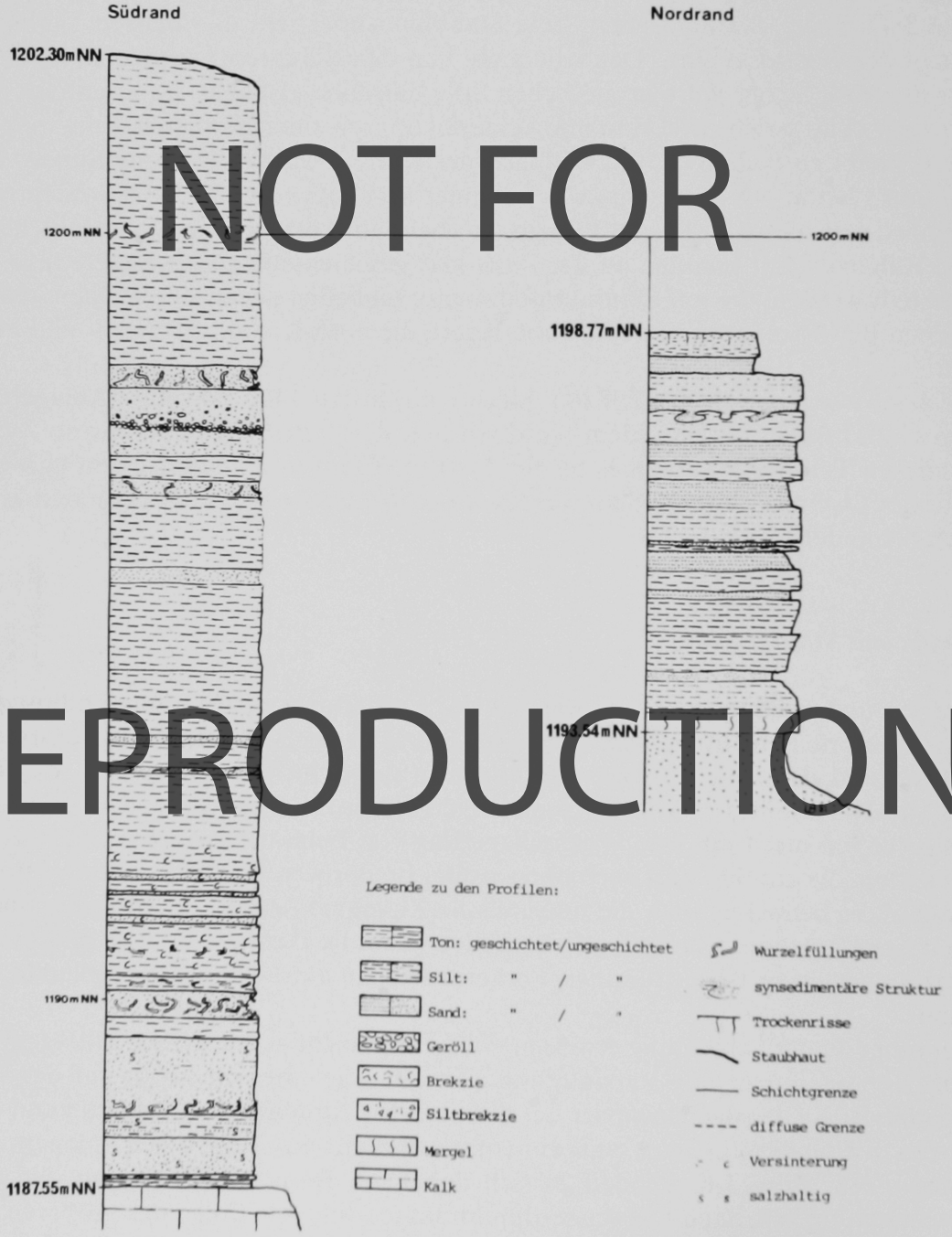


Abb. 15. Stratigraphische Profile der Stauraumsedimente vom Süd- und Nordrand des Wādī as-Sudd (Feldaufnahme: Brunner/Remmele Nov. 1980)

Bevor die Stauraumsedimente genetisch gedeutet und zeitlich eingeordnet werden, soll dazu – mit Hilfe einiger rechnerischer Überlegungen – der Rahmen gegeben werden. Als Grundlage dienen folgende Angaben:

Wādī Ḏana:	Mittlerer jährlicher Abfluß[28]	200 Mio m³
	davon: im „Frühling" ca. 30%	60 Mio m³
	im „Sommer" ca. 70%	140 Mio m³
Antiker Stausee:	Oberfläche	8 km²
	Volumen[29]	55 Mio m³
	jährliche Verdunstung[30]	2700 mm
Vom Sayl mitgeführtes Material (pro Jahr)[31]		2,5 Mio m³

Daraus folgt:

a) Der antike Stausee konnte unmöglich den ganzen Sayl speichern.
b) Bei vollständiger Ablagerung des mittransportierten Materials im Stauraum wären pro Jahr durchschnittlich 31 cm Sedimente abgelagert worden.
c) Allerspätestens nach 25 Jahren wäre der Stauraum aufgefüllt gewesen.

Aus diesen drei Überlegungen ergeben sich für das Funktionssystem der Dammanlage gewichtige Folgerungen:

1. Der sogenannte antike Stausee war kein Speichersee. Vielmehr mußte darauf geachtet werden, daß die Hochwasserspitzen ungehindert in die Wüste hinausfließen konnten. Dies wäre mit einer Grundschleuse oder mit einer Hochwasserentlastung möglich gewesen (Kap. D 3 a).
2. Es lag im Bestreben der Sabäer, das Sayl-Wasser so schnell wie möglich auf die Felder zu leiten. Der Damm besaß demnach in erster Linie eine Ablenkfunktion. Dies erklärt die relativ hohe Sedimentationsrate auf den Oasen, die bei etwa 1,2 cm/Jahr lag (Kap. C 6 b).

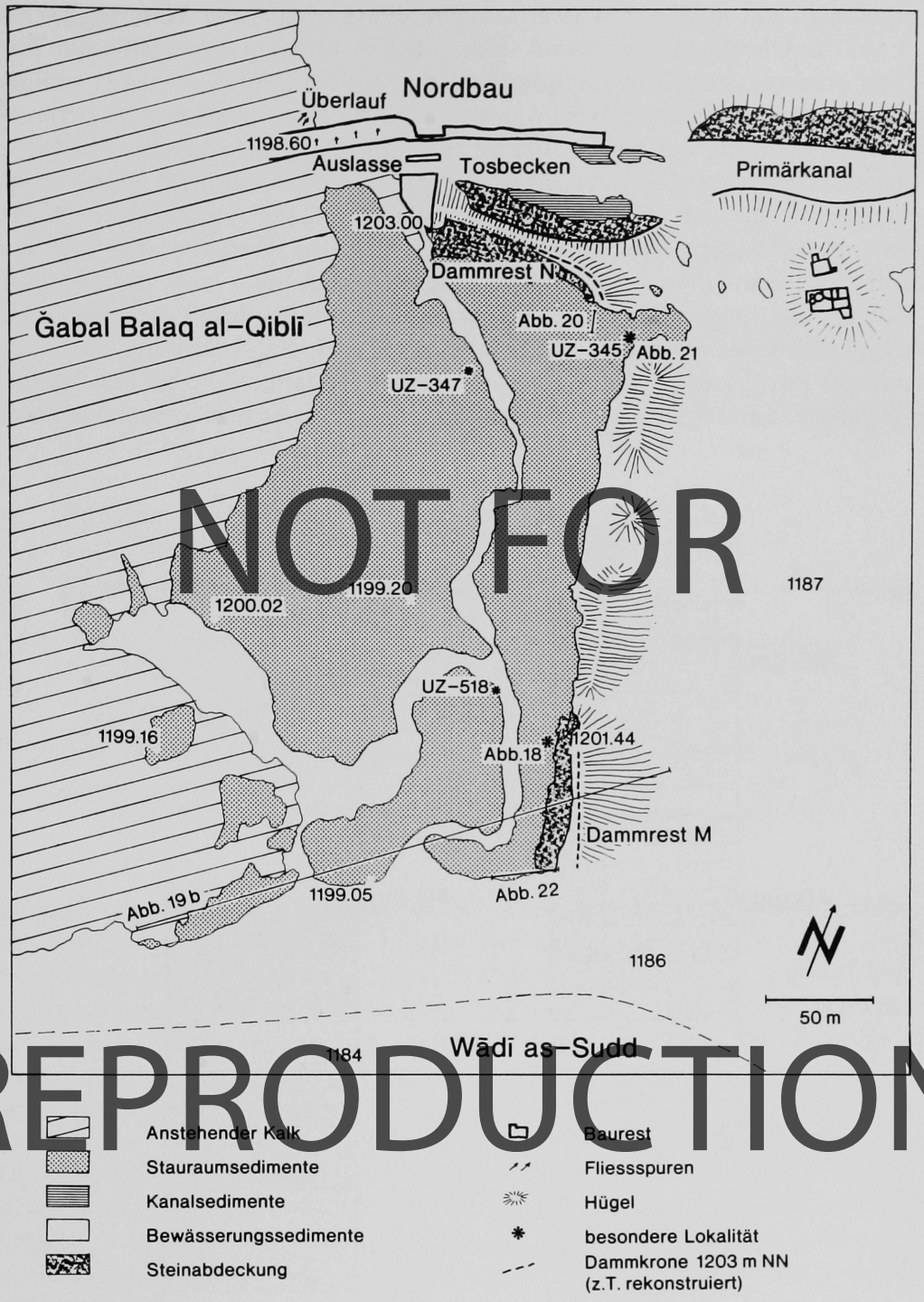
Für den Stauraum haben diese Feststellungen bedeutende Auswirkungen. Nach dem Errichten des Dammes wurde der Stauraum innert wenigen Jahren bis Jahrzehnten bis auf das Niveau der Auslasse aufsedimentiert. In der Folgezeit waren die Ablagerungen im Staubereich gering, da der Sayl oberhalb des Dammes nur noch eine geringfügige Geschwindigkeitsverminderung erfuhr. Einzig nach einer Erhöhung des Dammes oder der Auslasse, sowie nach der teilweisen Ausräumung der Stauraumsedimente infolge eines Dammbruches, sind wieder mehrere Dezimeter mächtige Ablagerungen – wie sie teilweise in den Profilen auftreten (Abb. 15) – zu erwarten. Aufschlußreich ist vor allem die Abfolge im Profil am Nordrand des Wādī as-Sudd. Hier deutet die regelmäßige Wechsellagerung von Silt- mit Sandlagen auf periodische Schüttung hin, wie sie durch die jährlich zweimal auftretenden Sayls gegeben ist. Demnach würde die Sandschicht dem kräftigeren Sommersayl entsprechen, der manchmal auf die noch stark durchnäßte Siltlage des Frühlingssayl aufgelagert wurde, was durch die synsedimentären Strukturen belegt wird. Ein Teil der Siltsedimentation dürfte ebenfalls dem Sommersayl zuzusprechen sein, da dieser wohl

28 Electrowatt (1978: VII, S. 43).
29 Nach den heutigen topographischen Verhältnissen berechneter Wert.
30 Electrowatt (1978: VII, S. 18).
31 Electrowatt (1978: VII, S. 46). Sie berechnet ihn aufgrund eines im Wādī Naǧrān gemessenen Abtrages im Einzugsgebiet von 0,25 mm/Jahr. Der Sayl führt demnach 1,25 Vol.-% Material mit sich. Bei einer angenommenen Dichte von 1,8 g/cm³ ergäbe dies 2,25 Gew.-%. Dieser Wert liegt unter dem von der FAO im Wādī Ǧīzān (Saudi Arabien) ermittelten Durchschnittswert von 3,4 Gew.-% (Electrowatt: VII, S. 16). Der oben aufgeführte Sedimenttransport von 2,5 Mio m³/Jahr dürfte demzufolge nicht zu hoch angesetzt sein.

mit einer sandigen Ablagerung einsetzte, bei beruhigtem Wasser aber in eine siltige überging. Bei dieser Interpretation resultierte eine mittlere jährliche Ablagerung von 53 cm, was für tiefere Bereiche des Stauraumes durchaus möglich ist.
Nicht derart regelmäßig geschichtet wie am Nordrand präsentieren sich die Sedimente am Südrand des Wādī as-Sudd. Im tieferen Bereich kann zwar ebenfalls eine auf die gleiche Ursache zurückzuführende Wechsellagerung Silt/Sand festgestellt werden, die nach oben hin allmählich in mächtige Siltbänke übergeht, die von kleinen Sandlagen getrennt werden. In 1197,5 m NN markiert ein Geröllhorizont einen außergewöhnlich kräftigen Sayl. Als Abschluß folgt eine 4 m mächtige, kaum zu differenzierende Siltbank. Ihre Entstehung kann möglicherweise durch ihre randliche und hohe Lage erklärt werden, die sie vor dem fließenden Wasser schützte, so daß nur feinkörnige Sedimente in diesem Teil zur Ablagerung gelangten. Daß sich dieses Randgebiet des Stauraumes plötzlich in geschützter Lage befand, könnte auf eine Ausräumungsphase in einem anderen Bereich der Seeablagerungen als Folge eines Dammbruches zurückzuführen sein. Ein Anzeichen für einen außergewöhnlich großen Sayl stellt der Geröllhorizont dar.
Die zeitliche Einstufung der Stauraumsedimente ist kaum möglich, da sie nicht direkt in Verbindung mit den Dammanlagen gebracht werden können. Es scheint aber, daß die Wechsellagerungen Silt/Sand innert sehr kurzer Zeit, unmittelbar nach einem Neubau des Dammes, abgelagert wurden, während die hoch gelegenen Siltbänke das Ergebnis einer Ablagerung in ruhigem Wasser im Laufe vieler Jahrzehnte sind. Ihre Höhe zeigt uns an, daß sie aus der Spätzeit der Bewässerungswirtschaft stammen, als die Dammkrone mindestens auf 1203 m NN lag. Das Gebiet oberhalb des Dammes dürfte sehr ähnlich ausgesehen haben wie heute, nur daß damals das Wadiniveau um rund 15 m höher lag. Die fossilen Trockenrisse in den Sedimenten zeigen an, daß der Stauraum zeitweilig vollständig austrocknete.

c) Die Sedimente beim Nordbau

Da der Damm nicht auf kürzester Linie den Ostausgang der Klus absperrte, sondern vielmehr im Norden über den Wadirand hinaus verlief und dann von Osten an den Ğabal Balaq al-Qiblī anschloß, entstand am nördlichen Ufer des Wādī as-Sudd ein ca. 3 ha großes Becken. Es war nicht der direkten Strömung des Sayl ausgesetzt und deshalb blieben die darin abgelagerten Stauraumsedimente mit dem dazugehörenden Dammabschnitt bis heute erhalten. Diese Relikte konservierten eine Fülle an Informationen über die Geschichte der antiken Dammanlage.
Die Mächtigkeit der Sedimente erreicht stellenweise 14 m. Sie werden von zwei kleineren Wadis durchzogen, die sie in 3 Komplexe teilen und die Sedimentabfolge in Profilen freilegen (Abb. 16).
Die Ablagerungen sind überwiegend aus Silt aufgebaut. Selten treten geringmächtige Feinsandlagen auf. Grobsand fehlt vollständig. Diese Korngrößenverteilung widerspiegelt die periphere, ruhige Lage des Beckens. Vereinzelte Mergellagen deuten auf zeitweise stehendes Wasser hin. Sie bestehen aus feinen alternierenden Schichten von hellem, graubraunem, tonigem Silt und rötlichbraunem, leicht porösem, kalkigem Ton (Brunner 1980, S. 3). Immer oberhalb eines solchen Tonbandes verläuft eine Schichtfläche, während der Übergang vom Silt zum Ton diffus ist (Abb. 17). Der Mergel ist durchsetzt von fossilen Trockenrissen, die sekundär mit organischem Material gefüllt wurden und daher dunkler erscheinen. Der Gehalt an org. C ist höher als in den anderen, aus der Bewässerungszeit stammenden Sedimenten und beträgt rund 0,5%. Überraschend zeigen alle Stauraumsedimente einen größeren org. C-Anteil als die zeitlich entsprechenden Bewässerungssedimente (Tab. 1). Die Mergelbänder treten immer unmittelbar oberhalb von Diskordanzen auf (Abb. 23). Ihre Genese kann folgendermaßen erklärt werden: Bei einsetzen-



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 16. Übersichtsskizze des Stauraumes beim Nordbau unter besonderer Berücksichtigung der bewässerungsbedingten Sedimente. Die Höhenangaben erfolgen in m NN.

dem Sayl staute sich in den tiefsten Bereichen des Wadis ein See auf, der das anströmende Wasser aufnahm und beruhigte. Mitgeführtes, gröberes Material wurde beim Einfließen in den See abgelagert und nur feinste Partikel gelangten in die Nähe des Dammes. Hier setzte sich alsbald der Silt auf dem Untergrund ab. Beim Nachlassen des Sayl und weiterer Beruhigung des Seewassers sedimentierten immer feinere Teilchen bis zur allmählichen Austrocknung des Sees.

Dabei gelangte auch das auf dem Wasser schwimmende organische Material zur Ablagerung, welches sich auf der Oberfläche des Tones und in den in Entstehung begriffenen Trockenrissen festsetzte. Zwei oder mehrere übereinanderliegende, ohne Siltlage getrennte, tonige Schichten könnten als Anzeichen für mehrere Hochwasserspitzen während eines Sayl gewertet werden, die noch vor der Austrocknung des Sees auftraten. Eine Deutung, wie sie Bowen (1958, S. 46) für ähnlich aufgebaute Kanalablagerungen im Wādī Bayḥān gibt, kommt für Mārib kaum in Frage. Er vermutet, daß die Siltlagen Jahre mit großen Niederschlägen repräsentieren und die Tonlagen solche mit wenig. Gegen diese Interpretation spricht die Tatsache, daß alle Tonschichten nach oben mit einer deutlichen Schichtfläche abschließen. Zudem zeigt der allmähliche Übergang vom siltigen zum tonigen Sediment, daß es sich um eine kontinuierliche Sedimentation bei ruhigen Wasserverhältnissen handelt. Wahrscheinlicher ist die Annahme, daß während dem Frühjahrssayl eine Silt/Tonlage sedimentierte und eine weitere als Folge des Sommersayls zur Ablagerung gelangte. Tatsächlich kann manchmal eine zyklische Schichtung festgestellt werden,

NOT FOR REPRODUCTION

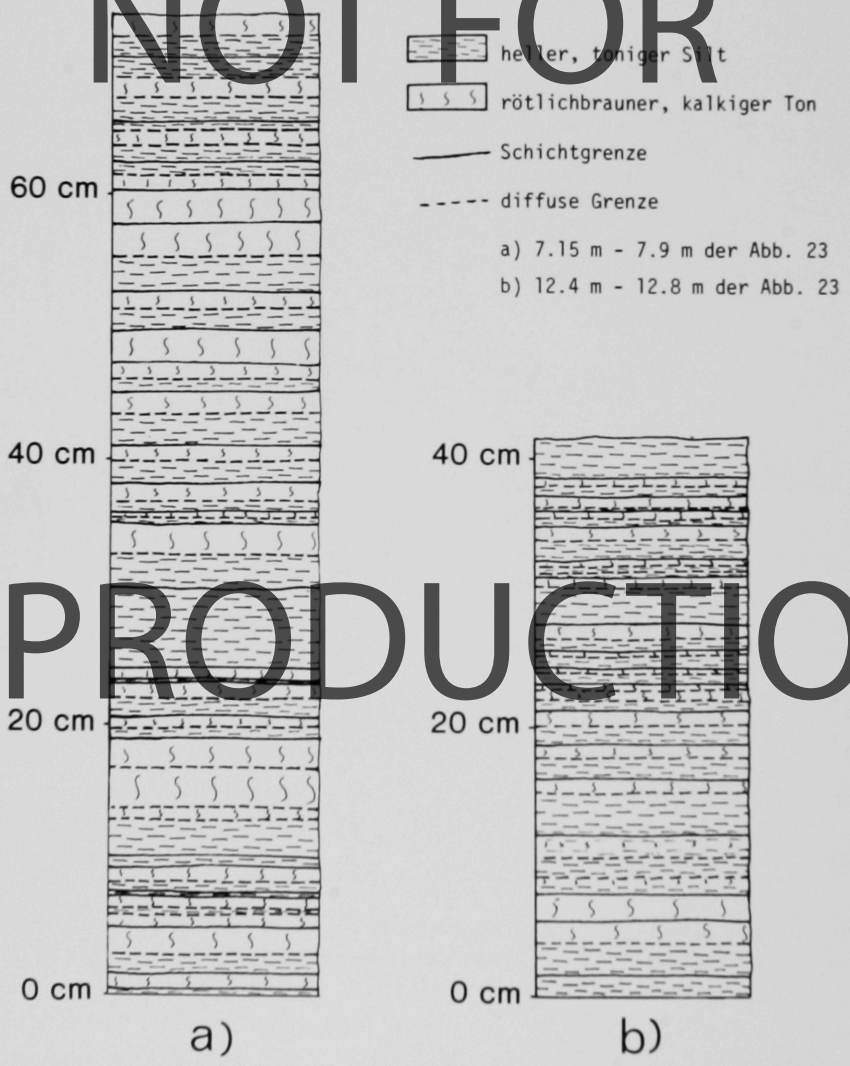


Abb. 17. Detailprofile von Mergelbändern. Sie sind aus einer zyklischen Abfolge von Silt und Ton aufgebaut. Der Übergang vom Silt zum Ton ist diffus. Demgegenüber schließt die Tonbank nach oben mit einer Schichtfläche ab. (Zum Aufbau der siltigen und tonigen Lagen vgl. Tab. 1, Proben S 51 a = Tonlage, S 51 b = Siltlage)

NOT FOR REPRODUCTION

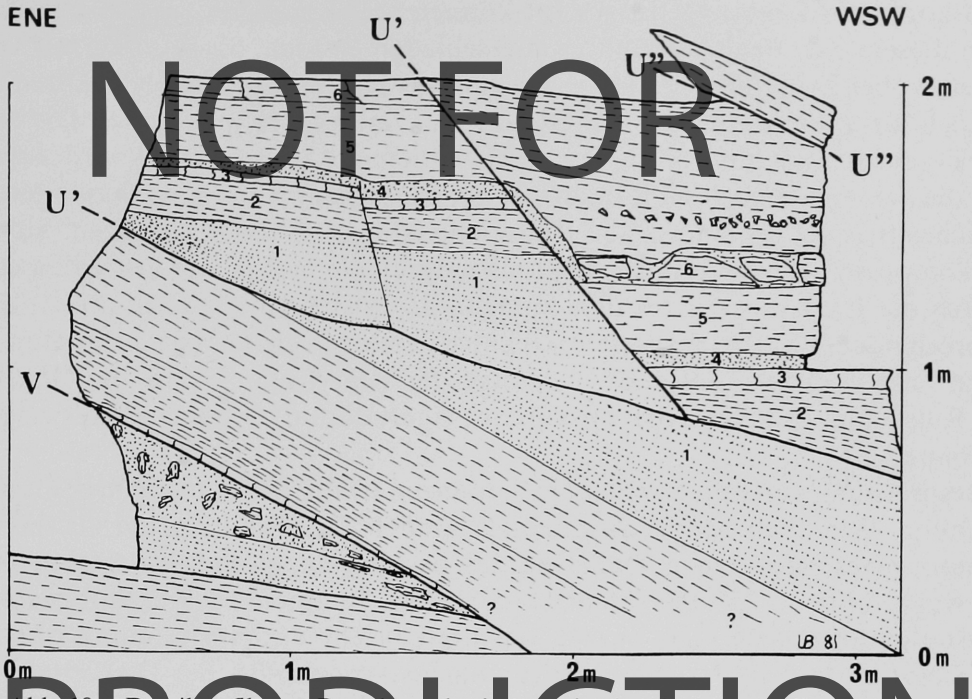


Abb. 18. Detailprofil von Rutschungshorizonten in den Stauraumsedimenten beim Nordbau (Lage vgl. Abb. 16). Als Folge der Ausräumung durch das Ereignis U kam es an den übersteilten Runsenhängen zu Rutschungen. U' sind Rutschungshorizonte. Die früher zusammenhängenden Schichten wurden mit gleichen Zahlen beschriftet. U'' zeigt die Oberfläche an, die nach der Rutschung entstanden war. Diskordant lagern Silte auf, die nach dem Ereignis U sedimentierten. Links unten ist die Diskordanz V sichtbar. (Signaturen vgl. Abb. 15)

bei der geringmächtige mit etwas mächtigeren Silt/Tonlagen abwechseln. Sie würden dem Frühjahrs- bzw. Sommersayl entsprechen. Folgen einander zwei oder mehrere Tonlagen ohne Schichtgrenze, so ist es wahrscheinlich, daß sie mehrere Hochwasserspitzen innerhalb eines Sayl darstellen. Die durchschnittliche Mächtigkeit des pro Jahr abgelagerten Mergels entspräche etwas weniger als 6 cm, was für den randlichen Sedimentationsbereich zutreffen könnte. Die Mergel nehmen etwa ein Sechstel der Gesamtmächtigkeit der Stauraumsedimente ein. Ihre Ablagerung hätte demnach weniger als 100 Jahre gedauert.

Einen Überblick über sämtliche aufgeschlossenen Sedimente im Stauraum beim Nordbau gibt Abb. 23. Sie ist in der Form eines Sammelprofiles gezeichnet, d. h. räumlich verschieden gelegene Sedimentabfolgen wurden stratigraphisch richtig, also in ihrer zeitlichen Ablagerungsfolge aufeinandergelegt, so daß eine möglichst vollständige Ablagerungsreihe konstruiert werden konnte. Es bleibt allerdings zu berücksichtigen, daß dadurch Sedimente mit ganz unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen berücksichtigt wurden, z. B. Ablagerungen aus lokalen Vertiefungen und andere aus seichtem Bereich. Dies hat zur Folge, daß die Mächtigkeit der einzelnen Schichten nicht vorbehaltlos miteinander verglichen werden kann. Abb. 19 b zeigt die Aufnahmestellen der für das Sammelprofil verwendeten Teilprofile. Sie liegen alle an der dem Wādī as-Sudd zugekehrten Erosionswand der Stauraumsedimente. Ebenfalls eingezeichnet sind die in dieser Südwand auffindbaren Diskordanzen[32]. Im Stauraum kam es als Folge von Ausräumun-

32 Unter einer Diskordanz versteht man die Trennlinie zwischen zwei ungleichsinnig lagernden Sedimentschichten.

gen zu diskordanter Lagerung. Insgesamt können sechs größere, zeitlich verschiedene Diskordanzen in diesem Teil des Stauraumes unterschieden werden. Sie wurden mit Großbuchstaben bezeichnet, wobei Z die älteste und U die jüngste Diskordanz darstellt. Diese Bezeichnungen werden auch für das Ereignis, das die Diskordanz verursachte, verwendet. Die Ausräumung erfolgte meist sehr schnell durch eine, sich stark eintiefende Erosion. Dies wird durch Rutschpakete belegt, die an den übersteilten Rändern der entstehenden Runsen niedergingen. Ein besonders anschauliches Beispiel für eine solche Rutschung ist in Abb. 18 festgehalten. Sie illustriert deutlich, wie kompliziert die Lagerungsverhältnisse durch die Rutschung geworden sind. Die eigentliche, durch die Erosion während dem Ereignis U entstandene Oberfläche ist durch Abgleiten und Zerbrechen der darüberliegenden Schichten zerstört worden. Die sichtbaren und mit U′ bezeichneten Diskordanzen sind alle eine Folge der Rutschung. U″ ist die Oberfläche, die sich nach der Rutschung gebildet hatte. Diskordant lagert darauf das, nach dem Ereignis U sedimentierte Siltband.

Bei der Besprechung der auftretenden Diskordanzen ist die Frage nach ihrer Genese von zentraler Bedeutung. Wie oben bereits angedeutet, können die Diskordanzen als das Ergebnis einer Ausräumung angesehen werden. Dabei wurden bestehende, meist horizontal gelagerte Schichten teilweise weggeführt, so daß die später abgelagerten Sedimente schief aufliegen. Mit dieser Erklärung ist allerdings noch nicht gesagt, was die Ursache der Ausräumung war. Bei der Beantwortung dieser Frage half vor allem die räumliche Ausdehnung der Diskordanz W (Abb. 19a). Ihre östliche Ausbißlinie[33] verläuft direkt auf das Nordende des Dammrestes M hin. Des weiteren grenzt sie zwei weite Runsen ab, deren Sohlen genau auf die Basis von M hinziehen. Die erste, diskordant abgelagerte Schicht, ein Mergelband, ist auch die erste, dem Dammrest M im Querprofil auflagernde Schicht (Abb. 22). Damit kann angenommen werden, daß die Diskordanz W in direktem Zusammenhang mit dem Dammrest M steht. Die Vermutung liegt nahe, daß die Ausräumung als Folge eines Dammbruches bei M durch das abfließende Stauseewasser geschah. Gestützt wird diese Vermutung durch runsenartige Ausräumung und die, in der Folge aufgetretenen Rutschungen an den übersteilten Abhängen. Zudem sind im westlichen Teil keinerlei Spuren vorhanden, die auf eine Ausräumung durch Menschenhand schließen lassen. In der Nähe der Dammbruchstelle lagert auf der Diskordanz Bauschutt in Form von Kalkbruchstücken und Siltbrocken auf. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zwischen natürlicher Erosionsphase und einer Ausräumung durch den Menschen bietet die Oberfläche der anerodierten Schichten. Die Abschwemmung hinterließ eine relativ glatte Oberfläche, Kanten und Spalten wurden durch das strömende Wasser geglättet bzw. aufgefüllt. Anders verhält es sich bei einer künstlichen Ausräumung, die an trockenen Sedimenten vorgenommen wurde. Dabei entstanden des öfteren Bruchkanten und unebene Oberflächen.

Aufgrund der bisherigen Überlegungen kann festgehalten werden:

- Die Diskordanzen sind Ausräumungsphasen gleichzusetzen.
- Es können zwei Arten der Ausräumung unterschieden werden, nämlich eine anthropogene und eine fluviale Art.
- In den meisten Fällen ist die Ausräumung die Folge eines Dammbruches.

Die Übersicht über den Verlauf der vier wichtigsten Diskordanzen, X, W, V und U im Bereich der Stauraumsedimente beim Nordbau vermittelt Abb. 19.

33 Die Ausbißlinie bezeichnet die Stelle, an der eine diskordante Schichtung in die Luft ausstreicht.

NOT FOR REPRODUCTION

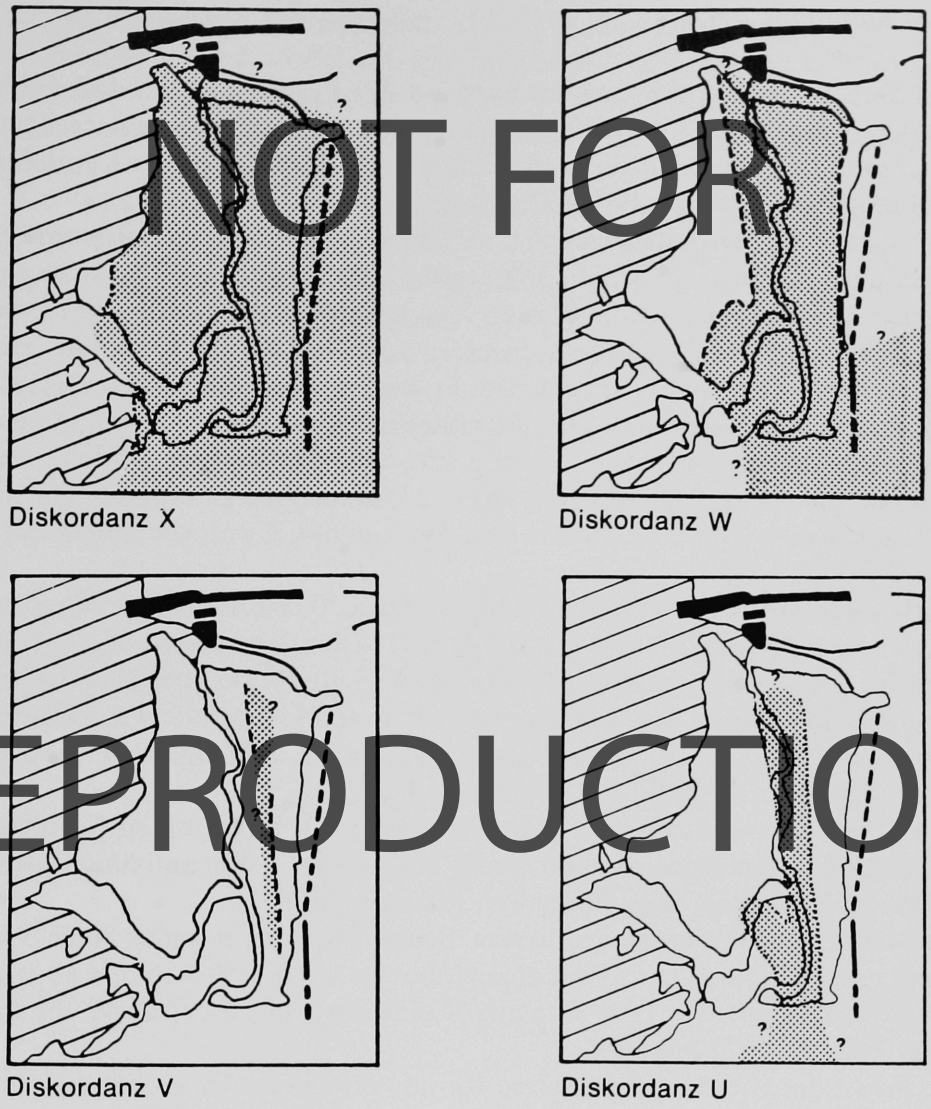


Abb. 19a. Ausdehnung der Ausräumungen in den Stauraumsedimenten beim Nordbau als Folge der Ereignisse X–U dargestellt aufgrund des Verlaufes der entsprechenden Diskordanzen.

NOT FOR REPRODUCTION

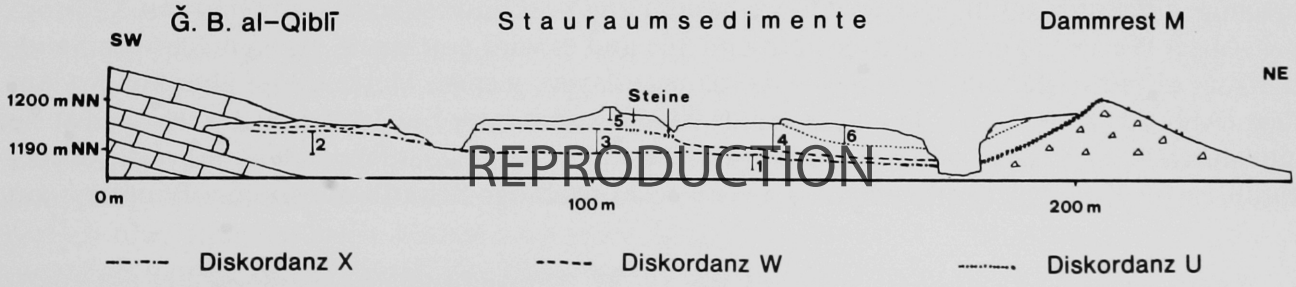


Abb. 19b. Profilskizze der Südwand der Stauraumsedimente beim Nordbau. Eingetragen sind der Verlauf der drei wichtigsten Diskordanzen und die Lage der, für das Sammelprofil (Abb. 23) verwendeten Teilprofile.

d) Ereignisse im Stauraum

Die Diskussion der Ereignisse im Stauraum baut auf der Erkenntnis auf, daß die Diskordanzen in den Sedimenten mit besonderen Vorkommnissen an der Dammanlage korreliert werden können. Deshalb werden im folgenden die aufgefundenen Diskordanzen als Leitlinien bei der Besprechung der Ereignisse im Stauraum herangezogen.

Diskordanzen Z und Y: Die Diskordanzen Z und Y [34] sind nur an einer Sedimentwand im westlichen Teil des Stauraumes beim Nordbau anzutreffen (Abb. 16). Sie liegen stratigraphisch tiefer als die Diskordanz X. Sie können somit älter als X eingestuft werden (Taf. 13a). Am tiefsten liegt die Diskordanz Z. Sie tritt nur kleinräumig in mehr oder weniger horizontalem Verlauf auf und ist durch einen Schutthorizont gekennzeichnet. Er besteht aus Siltbrocken sowie wenigen Gesteinstrümmern und belegt somit, daß an dieser Stelle einmal Material weggekratzt wurde. Die zeitliche Stellung der Diskordanz Z kann nicht genau bestimmt werden. Es fehlen auch die nötigen Anhaltspunkte, um sie im Sammelprofil (Abb. 23) einordnen zu können. Da sie an der Südwand nicht in Erscheinung tritt, beschränkte sich das Ereignis Z wahrscheinlich auf die westliche Mulde am Ǧabal Balaq al-Qiblī.

Ähnlich verhält es sich mit der Diskordanz Y, die in etwa 20 m Entfernung von Z zu beobachten ist. Sie verläuft an ihrer tiefsten Stelle etwa auf dem gleichen Niveau wie Z, steigt dann aber gegen Z hin stark an. Ungewiß bleibt, wie hoch hinauf Y zieht, da sie kurz nach beginnendem Ansteigen hinter einem mächtigen Schuttkörper verschwindet. Daher bleibt auch ungewiß, in welcher Mächtigkeit Sedimente zwischen dem Ereignis Z und Y abgelagert wurden. Vom Material her gesehen sedimentierten ausschließlich Sande und Silte.

Im horizontalen Bereich manifestiert sich die Diskordanz Y durch einen Siltbrekzie-Horizont, durchsetzt mit Geröllen, Kalksplittern und wenig Holzkohle [35], was auf eine künstliche Ausräumung, eventuell verbunden mit einer Bauphase, schließen läßt.

Nach dem Auftreten von Y wurden in diesem Bereich des Stauraumes rund 5 m Sedimente, überwiegend gut geschichtete Silte, bis auf eine Höhe von rund 1197,5 m NN abgelagert. Die Sedimenthöhe zeigt, daß bereits vor dem Ereignis X eine Stauanlage existierte, die das Wasser bis auf rund 1198 m NN sammeln konnte.

Diskordanz X: Sie ist die älteste, auf größerem Raum verfolgbare Diskordanz. Sehr deutlich tritt sie an der Südwand hervor, wo sie auf der ganzen Länge abgegrenzt werden kann. An den Steilwänden des von Westen einmündenden Wadis ist X ebenfalls ersichtlich und auch hier steigt sie zum anstehenden Kalk des Ǧabal Balaq al-Qiblī hin stark an. Aufgrund eines Leithorizontes läßt sich X auch in der Erosionsrinne gegen den Nordbau hin ausfindig machen. Sie verläuft hier weitgehend horizontal und endet am anstehenden Kalk, der die Basis des Nordbaus und des Dammrestes N bildet. Beim Dammrest M zieht die Diskordanz X gleichfalls zur Basis hin und trifft sich dort mit der Diskordanz W (Taf. 14a).

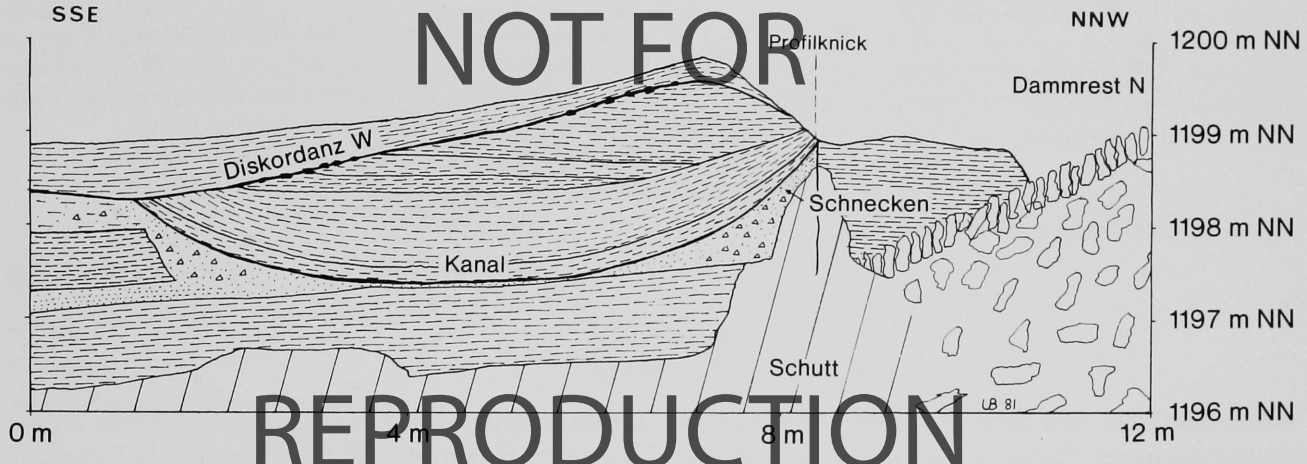
Die Diskordanz X wird in diesem dammnahen Bereich von einem, z.T. mehrere Dezimeter mächtigen Schuttband überlagert. Dieses besteht aus Kalkbruchstücken vermengt mit Siltbrokken. Nach Westen zu keilt dieses Schuttband aus und es wird von einem geringmächtigen Sandhorizont abgelöst, der hier ebenfalls diskordant auflagert, wenige Meter weiter aber konkordant liegt (Abb. 23; Kote 7,1 m). Die Diskordanz X zeigt somit zwei Ereignisse an: Erstens belegt sie eine durch Wasser verursachte Erosionsphase, die wahrscheinlich auf einen Dammbruch zurückzuführen ist. Zweitens deutet der stellenweise recht mächtige Schutthorizont eine Bauphase am

34 Sie konnten nur kurz untersucht werden und deshalb sind die in diesem Abschnitt gemachten Folgerungen als vorläufig aufzufassen.

35 Es wurde eine Probe genommen, doch leider reichte sie für eine ^{14}C-Datierung nicht aus.

Damm an. Von der Höhenlage her beurteilt, könnte es sich dabei um den Aufbau, zumindest eines Teiles des Nordbaus, samt Dammrest N handeln. Auf alle Fälle scheint nach dem Ereignis X ein Damm existiert zu haben, der eine Staukote von mindestens 1200 m NN aufwies, denn sonst wäre es kaum möglich, daß in ungestörter Abfolge überwiegend Silte bis in eine gemessene Höhe von 1199,50 m NN sedimentierten.

Am Ostrand des Dammrestes N sind die Lagerungsverhältnisse sehr kompliziert. Hier ragen charakteristische Stauraumsedimente über die Verbindungslinie von N zu den stark abgetragenen Dammresten im Norden von M hinaus und fallen gegen Nordosten leicht ein. Im Untergrund, auf etwa 1193 m NN deuten sie eine mächtige, 15–20 m breite Kanalstruktur an, die nach Nordosten weist. Eine weitere Kanalstruktur, mit einer Breite von 7 m und einer Tiefe von 1,5 m, ist wenig unter den höchsten Sedimenten zu finden (Abb. 20). Im Norden grenzt die Kanalstruktur beinahe an den, in diesem Teil stark zerstörten Dammrest N. Der Kanal wurde in die horizontalen



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 20. Profil der Kanalstruktur am Ostrand vom Dammrest N (genaue Lage vgl. Abb. 16). Sie wurde vor dem Ereignis W angelegt, da die Kanalablagerungen von der Diskordanz W geschnitten werden. Der Kanal führt über die geradlinige Verbindung der Dammreste hinaus. (Signaturen vgl. Abb. 15)

Stauraumsedimente eingetieft und seine Sohle liegt auf 1197,35 m NN. Die im Kanal lagernden Sedimente werden von der Diskordanz W schief geschnitten, wurden also durch das Ereignis W teilweise erodiert. Daraus kann geschlossen werden, daß bereits vor dem Ereignis W der Kanal zumindest teilweise aufsedimentiert oder vielleicht überhaupt nicht mehr in Betrieb war. In den Kanalablagerungen wurden zwei Schneckenarten, Pupoides coenopictus und Zootecus spec., gefunden. In den nach Osten vorgelagerten Sedimenten wurden zusätzlich noch Exemplare von Zootecus insularis und Zootecus adenensis gesammelt (Kap. C 4 g). An dieser Stelle wurde auch ein stratigraphisches Profil aufgenommen (Abb. 21). Bei der Betrachtung dieses Profils zeigt sich, daß hier keine kontinuierliche Ablagerung von Stauraumsedimenten stattfand. Die geschichteten Siltlagen werden öfters von Sandbänken getrennt, die mit Tonbrocken durchsetzt sind. Die Schichtmächtigkeit der natürlich abgelagerten Stauraumsedimente bleibt meist unter 20 cm, diejenige der wahrscheinlich künstlich geschütteten eher etwas darüber. Es scheint, daß in diesem Bereich über mehrere Jahre hinaus nach jeder Ablagerungsphase von Menschenhand Material angehäuft wurde. Die Herkunft des Materials ist noch ungeklärt, doch dürfte der Sand darauf hindeuten, daß es nicht aus dem Kanal oder Stauraum stammte, sondern von der Luftseite des Dammes herantransportiert worden ist, möglicherweise um den (Kanal-?) Damm zu erhöhen.

NOT FOR

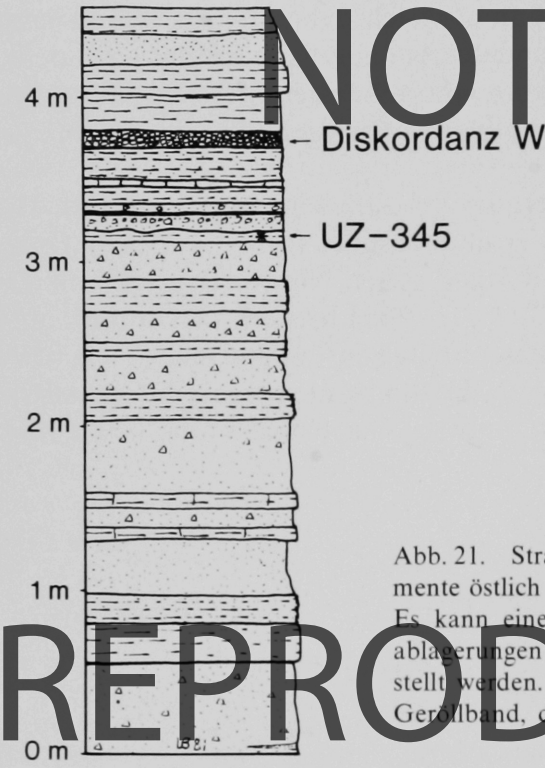
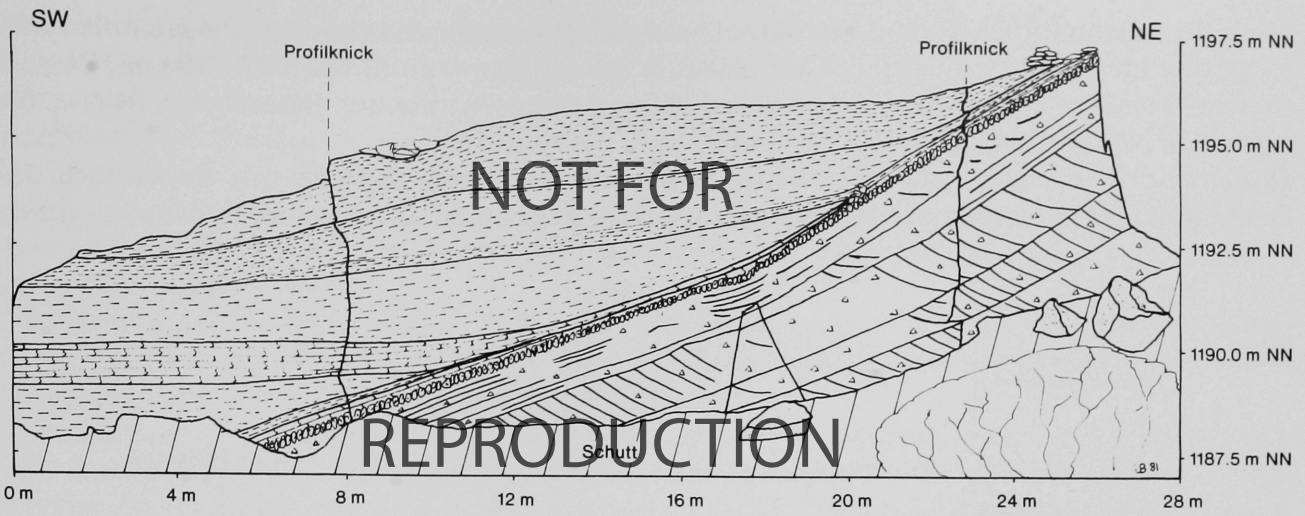


Abb. 21. Stratigraphisches Detailprofil der Stauraumsedimente östlich vom Dammrest N (genaue Lage vgl. Abb. 16). Es kann eine Wechsellagerung von natürlichen Stauraumablagerungen und künstlich aufgeschüttetem Material festgestellt werden. Die Diskordanz W manifestiert sich in einem Geröllband, das stark mit Mörtel durchsetzt ist. (Signaturen vgl. Abb. 15)

REPRODUCTION

Diskordanz W: Auf ihre räumliche Ausdehnung wurde bereits in der Einleitung zu diesem Kapitel hingewiesen. Demnach deuten alle Anzeichen darauf hin, daß die Diskordanz W als Ergebnis eines Dammbruches beim heutigen Dammrest M angesehen werden kann. Wie oben begründet, geschah dies zu einem Zeitpunkt, als die Staukote bereits bei über 1200 m NN gelegen hatte. Nach dem Dammbruch W wurde der geborstene Teil des Dammes neu aufgebaut und wasserseitig mit einer Steinabdeckung geschützt. Der nördliche Teil dieser Flickstelle ist bis heute erhalten geblieben und wurde mit Dammrest M bezeichnet. Am Südrand ist er in einem, schon öfters erwähnten und abgebildeten Querprofil aufgeschlossen (z. B. Vinck 1962 a, Abb. 33). Abb. 22 zeigt dieses Querprofil in detaillierter morphologischer Aufnahme. Damit kann die Bauweise dieses Dammabschnittes erklärt werden:

- Der Dammrest M besteht aus Silt-, Ton- und Mergelbruchstücken, also typischen Stauraumsedimenten.
- Die Schüttung des Dammes geschah von der Wasserseite her und erfolgte lageweise, d. h. es wurden mehrmals von der Dammbasis her 1–1,5 m mächtige Schichten aufgebaut, indem wahrscheinlich mit Tieren das Material heraufgezogen wurde. Bowen (1958, S. 120 und Abb. 78) hat diese Bauweise noch vor knapp 30 Jahren im Wādī Bayḥān angetroffen.
- Die Oberfläche des Dammes wurde wasserseitig mit unbehauenen, 20–40 cm hohen Kalk- und Basaltbrocken abgedeckt. Dazu wurde kein Mörtel verwendet.
- Wie auch außerhalb des Profils ersichtlich, wurde der Dammrest M in einer einzigen Bauphase aufgeschüttet, wahrscheinlich bis auf eine Höhe von 1203 m NN (Brunner 1980, S. 8).
- Über die luftseitige Dammabdeckung liegen keine Anhaltspunkte vor. Wahrscheinlich entspricht sie in der Neigung in etwa der wasserseitigen.



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 22. Dammprofil am Südrand der Stauraumsedimente beim Nordbau (genaue Lage vgl. Abb. 16). Der Damm ist aus Stauraumsedimenten lageweise aufgeschüttet worden. Hochkant gestellte Steinbrocken aus Kalk und basaltischer Lava decken ihn auf der Wasserseite ab. Er wurde unmittelbar nach dem Ereignis W gebaut. Die Luftseite und über 5 m der Dammkrone sind bereits abgetragen. Die Stauraumablagerungen deuten die rasche Aufsedimentierung nach dem Ereignis W an. (Signaturen vgl. Abb. 15)

Die Maße für den Dammrest M lauten:

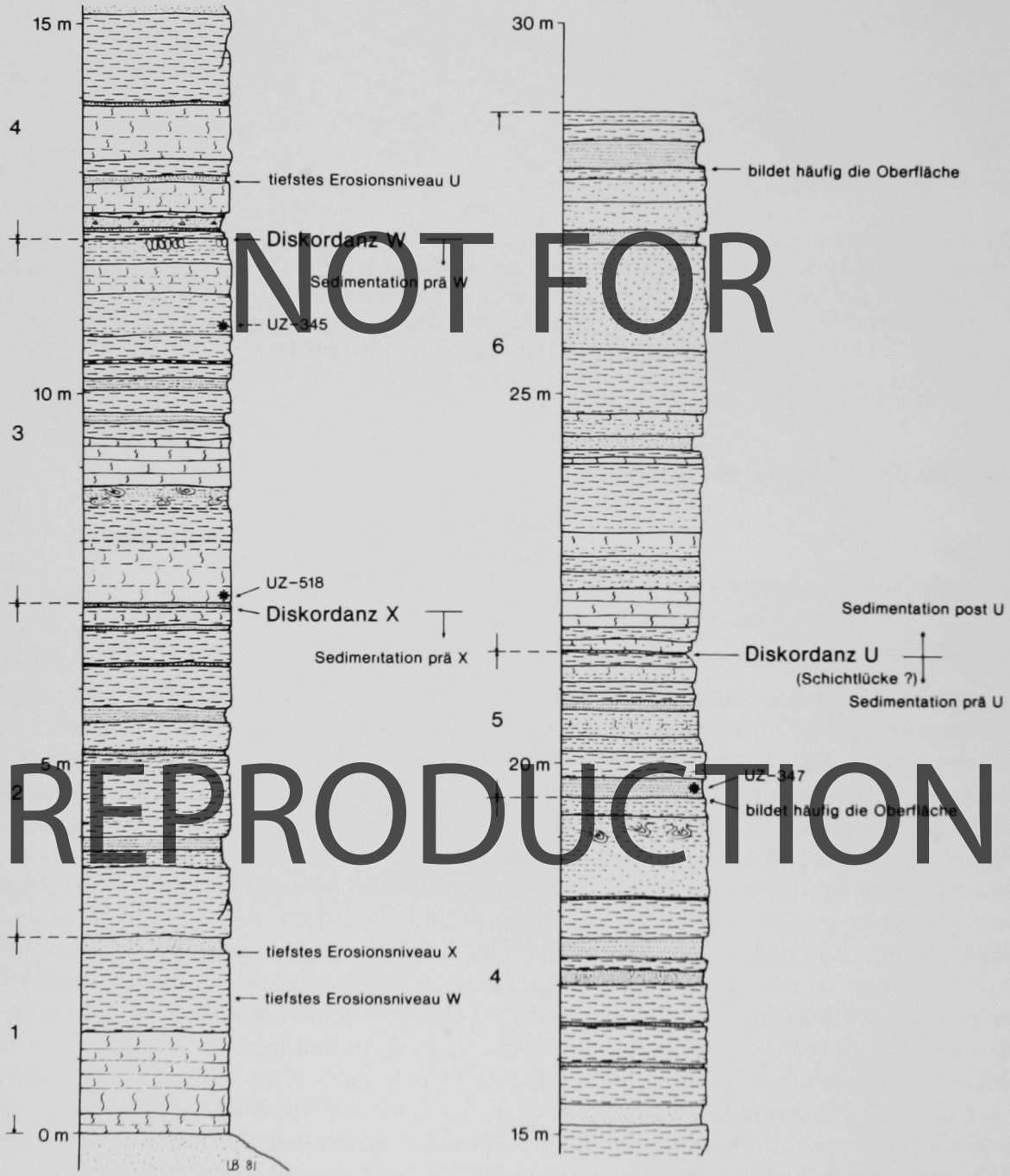
Höhe	mindestens	16 m
Basisbreite	mindestens	60 m
Böschungswinkel: im unteren Teil		25°
im mittleren Teil		33°
Querschnitt-Fläche	ca.	480 m².

Der Damm war somit sicher höher als die von Bowen (1958, S. 130) geschätzten und in die Literatur eingegangenen 14 m. Für einen Erddamm weist er überraschend steile Flanken auf. Bei Untersuchungen an älteren Erddämmen in Südindien kam Rao (1961) zum Schluß, daß Dämme aus sandigem und kiesigem Material stabiler seien als solche aus tonigem. Bei Erddämmen mit einem hohen Tonanteil konnte er feststellen, daß es bei Druckentlastung infolge sinkenden Wasserspiegels im Staubereich leicht zu Rutschungen an ihren Flanken kam. Als stabil erwiesen sich Dämme mit einem geringeren Böschungswinkel als 33°, wenn sie aus grobem Material bestehen, und von 15°, wenn sie aus tonigem Material gebaut sind. Überträgt man diese Erkenntnisse auf den Mārib-Damm, so erkennt man, daß er nicht als besonders stabil anzusehen ist. Um die Stabilität des Dammes zu erhöhen, wurde er wasserseitig mit Steinbrocken abgedeckt; diese schützten zugleich vor Wellenschlag. Daß die Steinabdeckung am Damm hauptsächlich aus Stabilitätsgründen angebracht wurde, wird durch die Tatsache gestützt, daß der, aus kiesigem und sandigem Material bestehende Dammteil zwischen den Dammresten N und M keinerlei Anzeichen einer schützenden Steinabdeckung zeigt. Wegen der fehlenden Steinabdeckung wurde er bis heute viel stärker erodiert als etwa N. Beim Dammrest M scheint die luftseitige Abdachung ebenfalls ohne Schutz gewesen zu sein, da auch hier die Erosion viel Material wegzuführen vermochte.

Wie Abb. 19 b zeigt, treten im Zusammenhang mit der Diskordanz W in der Südwand zwei Stellen hervor, die mit gröberen Gesteinsbrocken belegt sind. Eine Deutung kann derzeit noch nicht vorgenommen werden.

Nach dem Dammbruch W und der darauf erfolgten Reparatur des Dammes, begann die Sedimentation im Stauraum mit einem Mergelband, das im Dammprofil bei rund 1193 m NN ausstreicht. Darüber folgen Silt- und weitere Mergelschichten, die im Stauraum teilweise bis 1200,02 m NN erhalten geblieben sind (Abb. 16).

Diskordanz V: Sie kann nur lokal beobachtet werden. Am deutlichsten tritt sie westlich des Dammrestes M hervor, wo sie ein fein geschichtetes Feinsandband schneidet und zudem durch



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 23. Stratigraphisches Sammelprofil der Stauraumsedimente beim Nordbau. Die Zahlen 1–6 bezeichnen die Teilprofile, deren Lage in Abb. 19 b festgehalten ist. Die Ablagerungen sind weitgehend feinkörnig. Die Sedimentation nach den, die Diskordanzen verursachenden Ereignissen setzt meistens mit mergeligem Material ein (Signaturen vgl. Abb. 15). Die genaue stratigraphische Einordnung von UZ-345 ist unsicher, liegt aber mit Bestimmtheit im Bereich vor der Diskordanz W. (Feldaufnahme: Brunner/Remmele Nov. 1980)

eine Schicht aus Sand, durchmischt mit Siltbrocken, markiert ist (Abb. 18). Sie kann auf über 100 m gegen den Dammrest N hin verfolgt werden, streicht dann aber in die Luft aus. Dafür ist hier möglicherweise der westseitige Ausbiß angedeutet, jedenfalls tritt an einem erhöhten Sedimentklotz eine Diskordanz auf, die gegen den Damm einfällt und in vergleichbarem Niveau zu V liegt. In der Nähe des Dammrestes N würde die Diskordanz V somit eine sehr flache Mulde abgrenzen, die nach Süden hin allmählich etwas tiefer wird, wobei hier der westliche Rand durch die spätere Erosionsphase U abgetragen worden wäre. Im Dammprofil (Abb. 22) tritt V nicht mehr in Erscheinung.
Die Ursache der Diskordanz V ist noch ungewiß. Es wäre möglich, daß sie die Spur einer künstlichen Ausräumung darstellt, bei der das Material zur Verstärkung des Dammteiles zwischen den Dammresten M und N gebraucht wurde.
Diskordanz U: Sie beinhaltet die jüngste, in den Stauraumsedimenten gesicherte Information über einen Dammbruch. Sie läßt sich recht gut in ihrer räumlichen Ausdehnung erfassen. Dabei zeigt sie ein ähnliches Verhalten wie W, indem sie ebenfalls zwei, allerdings weniger breite Runsen markiert. Die eine Runse zieht vom Nordbau, ungefähr der heutigen Erosionsrinne folgend, zum Wādī Ḏana hin, die andere, kurze und steile, kommt von Westen und vereinigt sich westlich des Dammrestes M mit der vorigen. Das tiefste Erosionsniveau von U befindet sich in 1190,15 m NN. An den steilen Wänden dieser Runsen kam es zu häufigen Rutschungen (Abb. 18). All diese Anzeichen deuten auf eine Erosionsphase des Wassers hin, wahrscheinlich verursacht durch einen Dammbruch im zentralen Teil des Wādī Ḏana, da die Runse zur Wadimitte hinweist. Möglicherweise kann diesem Ereignis U auch die einzige, in den Stauraumsedimenten beim Südbau auftretende Diskordanz zugeordnet werden.
Auch dieser Dammbruch wurde repariert, so daß wieder Sedimente bis auf ca. 1198,5 m NN zur Ablagerung gelangten, also entschieden weniger hoch als die Ablagerungen vor dem Ereignis U. Dies könnte darauf hindeuten, daß nach dem Ereignis U die Überlaufmauer erniedrigt wurde.
Die zeitliche Eingliederung der Diskordanzen erfolgt zusammen mit der Besprechung der inschriftlich belegten Dammbrüche in Kap. D 5 e.
Weitere Unregelmäßigkeiten in den Sedimenten sind nicht beobachtet worden. Es ist nicht zu erwarten, daß Spuren des endgültigen Dammbruches in den Stauraumsedimenten zu finden sind, da diese durch die seither wirksame Erosion vollständig überprägt wurden. Es kann daher höchstens angenommen werden, daß die heute ausgebildeten Erosionsrinnen in den Stauraumsedimenten beim Nordbau den bei der endgültigen Zerstörung gebildeten Vertiefungen ungefähr folgen.

6. DIE ANTIKE OASE

a) Abgrenzung des Begriffes

Durch die antike, vom großen Damm her ausgeführte Bewässerung entstanden beidseits des Wādī Ḏana, am Rand der Sandwüste Ramlat as-Sabᶜatayn, zwei fruchtbare Oasen. Ihre Oberflächen wurden durch die periodische Ablagerung von Bewässerungssedimenten während Jahrhunderten allmählich erhöht. Die Niveaus der der Wasserfassung und -verteilung dienenden Bauten mußten zusammen mit denjenigen der Kanäle fortlaufend der wachsenden Feldhöhe angepaßt werden (Abb. 12). Ein verheerender Dammbruch setzte dem Bewässerungssystem ein abruptes Ende. Übrig blieben mächtige Siltablagerungen, die mit ihrer Ausdehnung die räumliche Verbreitung der antiken Bewässerung umreißen. Ihre Mächtigkeit weist auf die große Zeitdauer der

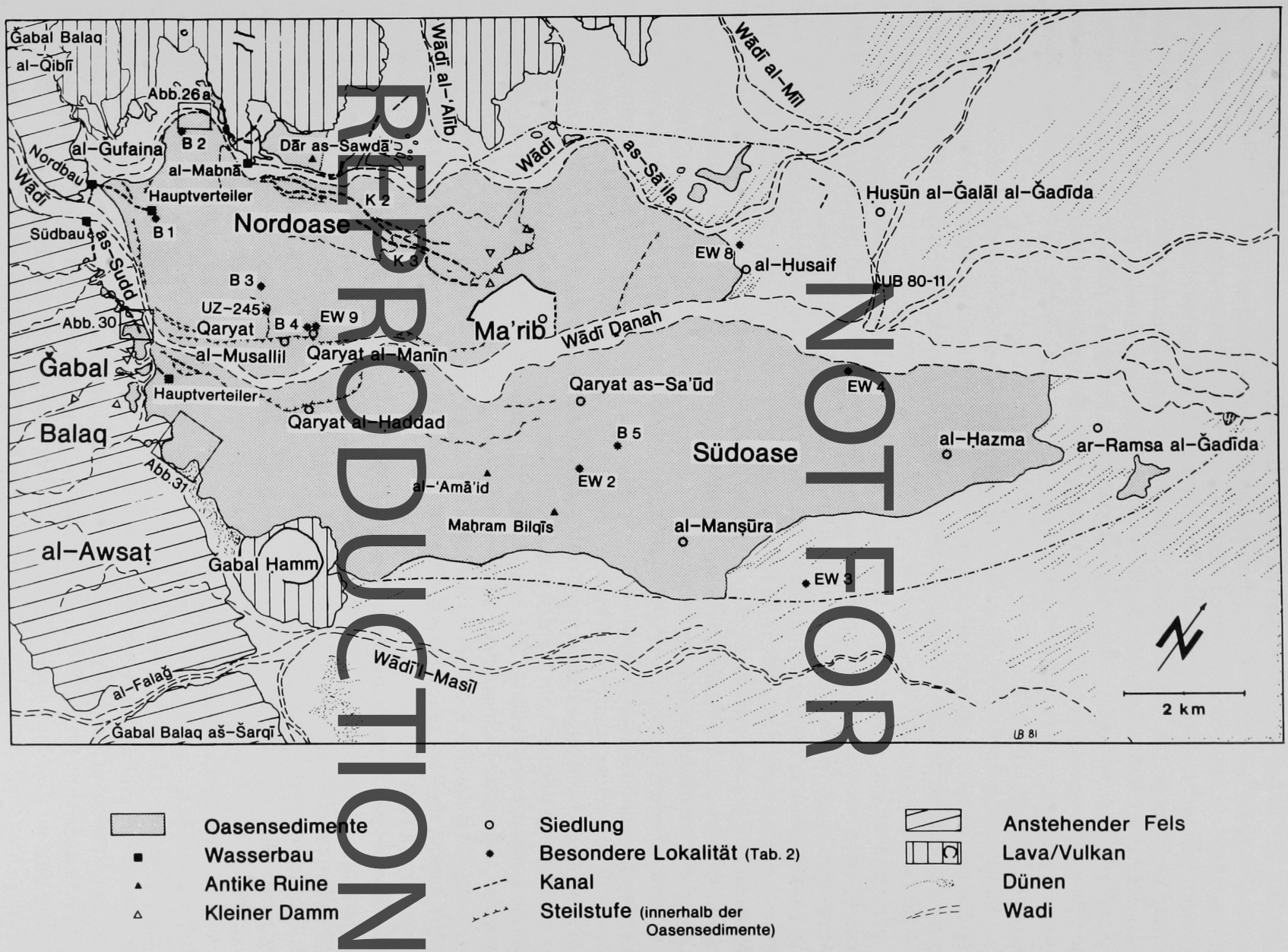
Bewirtschaftung der Oasen hin. Auf die besondere Zusammensetzung der antiken Bewässerungssedimente wurde bereits früher hingewiesen (Kap. C 2).
Zwischen dem Wādī Ḏana und dem Wādī as-Sāʾila breitet sich das Gebiet der Nordoase aus (Abb. 24). Gleichbedeutende Namen sind „linker Garten" (Koran, Sure 34; 15) und „Abyan" (Wissmann 1976 a, S. 37). Zwischen dem Wādī Ḏana und dem Wādī al-Masīl liegt die Südoase, auch „rechter Garten" (Koran, Sure 34; 15) oder „Yasrān" (Wissmann 1976 a, S. 37) genannt. Im folgenden verwende ich für das Gesamtgebiet der Nord- und Südoase den Begriff „antike Oasen" und die Gesamtheit ihrer bewässerungsbedingten Ablagerungen bezeichne ich mit Oasensedimente. Nicht dazu zählen demnach die oberhalb des Dammes gelegenen Bewässerungssedimente von Raḥāba und Qāᶜ al-Hayyāl (Kap. C 8). Eine Sonderstellung nehmen die, im Zusammenhang mit al-Mabnā zu besprechenden Sedimente um Dār as-Sawdāʾ ein (Kap. C 7 f).
Aus Südarabien sind noch weitere aus Bewässerungssedimenten aufgebaute antike Oasen bekannt. Eine erste Übersicht gab Bowen (1958, S. 55 f. und 76 f.)[36]. Zusätzlich zu seinen Angaben konnten noch Vorkommen bei Ǧūba al-Ǧadīda (Tab. 1, Probe UB 80-13) und im Wādī Raġwān beobachtet werden[36a]. Eine zusammenfassende Arbeit über die Verbreitung und Deutung von antiken Bewässerungssedimenten im südarabischen Raum ist bisher nicht erschienen.

b) Die Nordoase

Die Nordoase wirkt wegen der in weiten Bereichen vorherrschenden fluvialen Erosion besser erhalten als die Südoase (Kap. C 3 c). Dieser Eindruck wird verstärkt durch die sehr vielen, vor allem im westlichen Teil erhalten gebliebenen Wasserverteiler. Die unregelmäßige Verteilung von Baurelikten ist allerdings kaum eine Folge des Alters, sondern eher eine Frage der Siedlungsverteilung, da antikes Baumaterial in den steinlosen Oasen auch heute noch für Bauzwecke Verwendung findet. So sind um Mārib kaum mehr antike Steinbauten anzutreffen (Fakhry 1952: I, S. 89). Das gleiche gilt für die ungleich stärker besiedelte Südoase. Dies bewirkte, daß das Schwergewicht bei der Erforschung des antiken Bewässerungssystems notgedrungen auf die Nordoase gelegt wurde (Schoch 1979). Allerdings bietet auch die Südoase im westlichen Teil Gelegenheit zum Studium der Feldbewässerung (Abb. 31).
Ausdehnung: Das Gebiet der Nordoase beginnt unmittelbar beim großen Damm. Noch heute finden sich kleine Sedimentreste, die südlich des Dammrestes N von den Stauraum- zu den Bewässerungssedimenten überleiten. Südlich des Hauptkanals trifft man auf seiner ganzen Länge immer wieder Sedimentreste mit stark gestörter Lagerung einzelner Schichten. Verschiedentlich sind mächtige Kanalstrukturen mit der künstlich geschütteten Siltbrekzie eingerahmt. Sie lassen die Vermutung aufkommen, daß ältere Hauptkanäle weiter südlich verliefen als der erhalten gebliebene. Verfolgt man den Rand der Nordoase entlang dem Wādī Ḏana, so zeigt sich, daß sich das Wadi auf Kosten der antiken Oasen ausgeweitet hat. Verschiedene Terrassen und der Umstand, daß etwas oberhalb von Mārib die antiken Bewässerungssedimente der beiden Oasen sich einander bis auf 300 m annähern, verdeutlichen diesen Vorgang. Von Mārib an abwärts deuten steile Erosionskanten auf eine aktive seitliche Unterspülung der Nordoase hin, die alljährlich ei-

36 CATON-THOMPSON and GARDNER (1939, S. 25) bezeichnen die Bewässerungssedimente im Wādī Ḥaḍramawt als „aeolian silt" und deuten sie, gerade wegen ihrer weiten Verbreitung in Südarabien, als klimatisch bedingt. Auch LEIDLMAIR (1962, S. 174) hält sie für „pluvialzeitliche Relikte" fluvioäolischer Entstehung.

36a Anm. d. Hrsg.: Weitere Vorkommen liegen in Ǧidfir ibn Munayẖir (J. SCHMIDT, Ǧidfir ibn Munayẖir, Archäologische Berichte aus dem Yemen I, 158 ff.).



REPRODUCTION NOT FOR

Abb. 24. Übersichtskarte der Oase von Mārib mit besonderer Berücksichtigung der Oasensedimente

nen weiteren, wenn auch sehr kleinen Teil der antiken Bewässerungsfläche zum Verschwinden bringt (Taf. 4a). Bei al-Ḫusayf tauchen die Oasensedimente unter eine mächtige Düne, können aber am Ufer des Wadis noch über mehrere hundert Meter mit abnehmender Mächtigkeit verfolgt werden. Weiter im Nordosten sind ältere Bewässerungssedimente erst wieder durch den gegen Ḥuṣūn führenden schmalen Wadiarm angeschnitten. Die Korngrößenzusammensetzung, der sehr gute Sortierungsgrad und die mineralische Zusammensetzung der untersuchten Proben lassen den Schluß zu, daß es sich hierbei um antike Ablagerungen handelt, die über das Kanalnetz der Nordoase an diese Stelle transportiert wurden (Tab. 1, Probe UB 80-10). Sie werden von rezenten Bewässerungssedimenten überlagert und bereits bei Ḥuṣūn al-Ǧalāl al-Ǧadīda erweisen sich die vermeintlichen Oasensedimente bei den Laboruntersuchungen als rezentes Wadialluvium (Tab. 1, Probe UB 80-9).

Gegen Südwesten, zum Wādī as-Sā'ila hin, blicken aus den bewirtschafteten Feldern vereinzelt antike Sedimente heraus (Gerig und Schoch 1980, Karte b). Demnach erstreckte sich die Nordoase zur Zeit ihrer größten Ausdehnung zumindest bis zum linken, nach Ḥuṣūn führenden Arm des Wādī Ḏana.

Die geringmächtigen Ablagerungen sind stellenweise von rezenten Bewässerungssedimenten überdeckt oder, wie wenige Meter nordwestlich al-Ḫusayf, durch Wind und Wasser vollständig abgetragen (Tab. 2, Probe EW 8). Zwei Kilometer nordwestlich al-Ḫusayf markieren größere Reste antiker Bewässerungssedimente, daß die Nordoase in diesem Bereich ursprünglich weit über den heutigen Lauf des Wādī as-Sā'ila hinausgereicht hatte. Weitere, allerdings kleinere Sedimentreste belegen die gleiche Erscheinung bis zur Einmündung des Wādī al-ᶜAlīb. Hier beginnt die Verzahnung der Oasensedimente mit denjenigen von Dār as-Sawdā'. Die Ablagerungen der zwei verschiedenen Bewässerungssysteme lassen sich kaum unterscheiden. Sie stammen anscheinend aus dem gleichen Einzugsgebiet und wurden durch ähnliche Strömungsverhältnisse transportiert, so daß gleiches Material auf die Felder gelangte (Kap. C 7f). Mit Hilfe des Kanalsystems läßt sich zeigen, daß von al-Mabnā aus weite Gebiete der Nordoase bewässert wurden. Umgekehrt kann wohl angenommen werden – auch wenn morphologisch keine eindeutigen Beweise vorliegen –, daß die vom Nordbau aus bewässerte Fläche sich mehr oder weniger horizontal an die Lavazüge angliederte. Der gelegentlich auftretende Sayl des Wādī as-Sā'ila wurde damals sicher weiter oberhalb gefaßt und kontrolliert einer Nutzung zugeführt. Die heute sichtbare starke Eintiefung des Wādī as-Sā'ila geschah wahrscheinlich erst sekundär. Sie modelliert stellenweise imposante Kleinreliefs heraus, die den monotonen inneren Aufbau der Oasensedimente erkennen lassen (Taf. 4b).

Die Bewässerungssedimente am linken Rand des Wādī al-Ǧufayna werden in Kap. C 7b behandelt. Die Sedimentreste unmittelbar nördlich des Hauptkanals können in zwei völlig verschieden erscheinende Areale unterteilt werden, die von einer Kanalstruktur getrennt werden (Abb. 24). Beim nördlichen Areal handelt es sich um Bewässerungssedimente mit vielen Erdringen und Pflugspuren an ihrer Oberfläche. Das südliche Areal weist eine durchgehend horizontale und klare Schichtung auf. Das in Kap. C 4e erwähnte Grabfeld befindet sich in diesem Areal. Es ist in zwei Teile gegliedert, die etwa 150 m voneinander entfernt liegen und die Maße 40×60 m und 50×70 m aufweisen.

Daraus ergibt sich, daß die maximale Ausdehnung der Nordoase die, vom Wādī Ḏana und Wādī as-Sā'ila und der großen Düne bei al-Ḫusayf abgegrenzte, zusammenhängende Fläche überschritt. Bei vorsichtiger Abgrenzung durch topographisch bestimmte Verbindungslinien der äußersten Oasensedimente und unter vorläufiger Weglassung der Gebiete von Ǧufayna und Dār as-Sawdā' darf für die Nordoase eine Fläche von etwa 3750 ha angenommen werden.

Die heutige Oberfläche: Der zusammenhängende Teil der Nordoase erscheint als langgestrecktes, stark zerfurchtes Plateau. In der Breite ist es leicht aufgewölbt, wobei die Kulmination asymme-

trisch gegen das Wādī Ḏana hin verschoben liegt. Seine Höhe nimmt in der Längsrichtung von Südwesten nach Nordosten stetig ab. Beim Hauptverteiler liegt sie um 1196 m NN und sinkt, mit einem durchschnittlichen Gefälle von 3‰ kontinuierlich gegen Mārib ab. Hier pendelt die Oberfläche der Oasensedimente um 1175 m NN. Bei gleichbleibendem Gefälle erreicht sie 1,5 km nordöstlich von Mārib bei 1170 m NN eine 4 m hohe Erosionskante. In der Nähe von al-Ḫusayf befindet sich die Oberfläche auf etwa 1156 m NN und die nordöstlichsten Oasensedimente am Ufer des nach Ḥuṣūn führenden Seitenarmes des Wādī Ḏana stehen bei 1145 m NN an.

Das auf der Oberfläche abgebildete Feldwall- und Kanalnetz ist weitgehend rechtwinklig angeordnet. Es treten zwei verschieden orientierte Netze auf, wobei die Linie al-Mabnā – Mārib grob gesehen die Grenze bildet (Taf. 1). Das südlich dieser Trennlinie gelegene Feldsystem hält sich an die WSW-ONO-Richtung. Das nördlich gelegene und bis al-Ḫusayf reichende Gebiet ist in der West-Ost- bzw. Nord-Südrichtung ausgelegt. Die unterschiedlich orientierten Feldnetze gehören zwei verschiedenen Bewässerungssystemen an. Das nördliche System geht von al-Mabnā aus, was durch drei, im Feld verfolgbar große Kanäle belegt ist. Es überlagert die eigentlichen Oasensedimente und ist demzufolge jünger als die Nordoase. Eine eingehende Besprechung dieses jüngeren Systems folgt in Kap. C 7.

Die Wasserversorgung der Nordoase erfolgte vom Hauptverteiler aus, der vom Nordbau her durch den gut erhaltenen Primärkanal gespiesen wurde. Dementsprechend ist das Kanalnetz der Nordoase zum Hauptverteiler hin orientiert, was eine vorherrschende WSW-ONO-Richtung ergibt. Wichtige Kanäle sind wohl im Gelände durch eine Anhäufung von Wasserverteilern angedeutet, doch kann ihr Verlauf nicht mit der gleichen Sicherheit nachvollzogen werden, wie derjenige der Kanäle von al-Mabnā. Vertraut man dem, durch die Wasserverteiler angetönten Bild, so scheinen vier bis fünf vom Hauptverteiler bis Mārib durchziehende Kanäle bestanden zu haben. Zwei von ihnen reichten bis an den Nordostrand bei al-Ḫusayf. Morphologisch sind sie nur stellenweise manifest, so daß sie bisher nicht zu einem geschlossenen Kanalsystem zusammengefügt werden konnten.

Einen ersten Versuch zur Klärung des funktionellen Zusammenhangs des Kanalsystems hat Schoch (1979) im nordwestlichen Teil unternommen, wobei er seine Untersuchungen vollständig auf die erhaltenen Wasserverteiler abstützte. Seine Ergebnisse können nicht überall im Gelände mit Hilfe der Kanalstrukturen nachvollzogen werden. Dies hängt weitgehend damit zusammen, daß die Oberfläche der Nordoase seit der Aufgabe ihrer Bewirtschaftung dem Abtrag ausgesetzt war, so daß die heute sichtbaren Kanal- und Feldwallstrukturen nicht mehr den erhöht stehenden Wasserverteilern zugeordnet werden können (Taf. 18 c).

Erniedrigung seit der Aufgabe der Bewässerungswirtschaft: Bei der Rekonstruktion der ehemaligen Oberflächenhöhe der Nordoase geht man am besten vom Hauptverteiler aus. Leider sind die Auslaßschwellen zugeschüttet und ohne Grabungen nicht auffindbar. Als nützliche Höhen erweisen sich die seitlichen Führungsnuten. Sie liegen nach Schoch (1979, Tab. 1) zwischen 1198,12 m NN und 1198,74 m NN. Zieht man naheliegende, kleinere Wasserverteiler, deren Durchlaßhöhen meist über 1197 m NN liegen, in Betracht, so läßt sich eine Wasserspiegelhöhe im Bereich des Hauptverteilers von rund 1199 m NN verantworten. Das Feldniveau dürfte demgemäß nur unwesentlich tiefer gelegen haben. Schoch (1979, S. 3) nennt eine Höhe von 1198 m NN, die er auf einen eingemessenen, 1197,74 m NN gelegenen Sedimentrest abstützt. Dieser Wert scheint mir vertretbar, wenn nur die Umgebung des Hauptverteilers als Unterlage gebraucht wird. Wird aber auch die Dammanlage in Betracht gezogen, so zeigt sich alsbald, daß diese Höhe eher zu niedrig angesetzt ist. Geht man von der in Kap. C 5 festgelegten Staukote von 1202 m NN aus und benutzt das, vom Primärkanal vorgezeichnete Gefälle von etwas mehr als 1‰, so ergibt das für den Hauptverteiler eine Wasserspiegelhöhe von 1200,5 m NN. Damit hätte gegenüber den antiken Feldern eine Gefällstufe von mehr als 2 m bestanden, was doch

recht viel wäre. Aus diesen Gründen möchte ich für die antike Feldoberfläche bei der Aufgabe der Bewirtschaftung eine minimale Höhe von 1198 m NN annehmen. Die Erniedrigung in diesem Bereich wäre dementsprechend mindestens 2 m. Dies ergäbe einen jährlichen Abtrag von rund 1,5 mm.

Da die zentralen Teile der westlichen Nordoase wegen ihrer geschützten Lage nur einem relativ geringen Windabtrag ausgesetzt sind, muß für die übrigen Bereiche ein größerer Erosionsbetrag angenommen werden. Tatsächlich finden sich westlich von Mārib hier und da Sedimentreste, die um 3 m, z. T. bis 4 m über die sonst flache Nordoase herausragen. Hingegen kann ein heller, weithin sichtbarer Sedimentrest nahe beim Pflugfeld (Abb. 10), dessen Oberfläche mit 1197,61 m NN eingemessen wurde, nicht mehr zur Rekonstruktion der ehemaligen Sedimentoberfläche herangezogen werden, da es sich höchstwahrscheinlich um ein, in nassem Zustand von Menschenhand geschüttetes Sediment handelt. Es ist aus 13 bis 14 cm mächtigen Lagen aufgebaut.

Am größten ist die Abtragung östlich der Terrassenkante, also in der Nähe von al-Ḫusayf, wo sie über 5 m ausmachen dürfte. Allerdings kann dieser Wert im Gelände nicht abgesichert werden. Werden diese Erosionsbeträge zur heutigen Oberfläche aufaddiert, so läßt sich für die Oberfläche der antiken Oase ein Axialgefälle von wenig mehr als 3‰ berechnen.

Basis der Bewässerungssedimente: Zur Berechnung der Mächtigkeit der Bewässerungssedimente ist das Auffinden ihrer Basis nötig. Eine Möglichkeit bieten die Brunnen, die in die Oasensedimente gegraben wurden, eine andere stellen Probebohrungen der Electrowatt (1978: VIII, S. 6 und 23) dar. Sie weist darauf hin (1978: VIII, S. 18), daß das Grundwasser im natürlichen Schuttfächer des Wādī Ḏana zu finden ist und demzufolge die Brunnen der Oasen die Bewässerungssedimente durchdringen. Diese Ansicht wird durch die Aussage Einheimischer bestätigt, daß Wasser im Brunnen zu erwarten sei, sobald Sand angegraben werde.

Damit würde die Basis der Bewässerungssedimente beim Brunnen beim Hauptverteiler in 1177 m NN liegen (Tab. 2, Nr. B 1). Sie wird durch basaltische Lava gebildet. Dieser Wert

Tabelle 2. Angaben zur Mächtigkeit antiker Bewässerungssedimente in den Oasen

Probe-nummer[1]	Lage (Abb. 24)	Höhe ü. M.[2]	Höhe Basis	Mächtigkeit der Bewässerungssed.
	Nordoase			
B 1	Hauptverteiler	1196,1 m	~ 1177 m	~ 19 m
B 2	1,2 km westlich al-Mabnā	~ 1193 m	~ 1160 m	~ 33 m
B 3	0,8 km westnordwestlich al-Musallil	1192,7 m	~ 1160 m	> 30 m[3]
EW 9	Qaryat al-Manīn	1188,0 m	1158 m	30 m
B 4	Qaryat al-Manīn	1187,5 m	< 1160 m	> 27 m[3]
EW 8	al-Ḫusayf	1149,9 m	–	–
UB 80-11	1,2 km südöstlich Ḥuṣūn al-Ǧadīda	~ 1146 m	~ 1144,5 m	1,5 m
	Südoase			
EW 2	0,8 km nordnordöstlich Maḥram Bilqīs	1164,6 m	1147 m	17,5 m
B 5	0,9 km ostsüdöstlich as-Sa'ūd	~ 1166 m	~ 1148 m	> 18 m[3]
EW 3	2 km ostnordöstlich al-Manṣūra	1145,3 m	1137 m	8 m
EW 4	2,1 km westlich al-Ḥazma	1149,6 m	1148 m	1,7 m (?)

1 B = Brunnen, EW = Exploratory Test Well, aus: Electrowatt 1978: VIII, S. 23. UB = Nummer der Sedimentprobe, vgl. Tab. 1

2 Werte aus der Karte 1:10 000, Bl. 1 – 3 (Hunting Surveys Ltd. 1977)

3 Brunnen unvollendet, Sohle befand sich noch in den Bewässerungssedimenten

stimmt sehr gut mit der Höhe der anstehenden Lava im Wādī Ḏana überein, die mit 1178,5 m NN eingemessen wurde. Diese beiden Maße kennzeichnen die Oberfläche der weit nach Ostsüdosten reichenden Lavazunge. Auf dieser Lavazunge wären demnach als Folge der Bewässerung mindestens 21 m Sedimente abgelagert worden. Brunnen 2, der 1,5 km nördlich des Hauptverteilers liegt, deutet eine erhaltene Mächtigkeit antiker Bewässerungssedimente von maximal 30 m an. Rechnet man einen Erosionsbetrag von 3 m dazu, so ergäbe dies sicher mehr als 30 m. Ähnliche Werte liefern auch Brunnen 3 und 4, sowie die Testbohrung EW 9 (Tab. 2). Hier liegen die Werte ebenfalls um 30 m, ohne Einbezug eines Abtragungsbetrages. In diesem randlichen Bereich dürfte der Erosionsbetrag mindestens 3 m betragen. Dies ergäbe eine totale Mächtigkeit antiker Bewässerungssedimente von rund 33 m.

Der Bau des Brunnens 3 konnte von Beginn weg verfolgt und das geförderte Material stetig begutachtet werden. Dabei wurde festgestellt, daß innerhalb der Bewässerungssedimente keine Differenzierung möglich ist. Beim Brunnen 5 wurde versucht mit Hilfe der Pollenanalyse eine vertikale Gliederung durchzuführen. Zu diesem Zwecke wurden im Abstand von 1 m bis in eine Tiefe von 27 m Proben entnommen und im Labor aufbereitet. Im Präparat fanden sich nur ganz vereinzelte und zudem stark beschädigte Pollenkörner, so daß an eine Auszählung nicht zu denken war. Die stetige Durchfeuchtung mit nachfolgender, vollständiger Austrocknung scheint die Pollen zerstört zu haben.

Im Bereich von Mārib liegt die Sedimentmächtigkeit im gleichen Größenbereich wie in der Umgebung von Qaryat al-Manīn, wie aufgrund ausgemessener Brunnentiefen von über 30 m angenommen werden kann (Electrowatt 1978: VIII, Appendix A). Weiter gegen Nordosten nimmt die Mächtigkeit sehr schnell ab. So sind südlich al-Ḫusayf, am Rand des Wādī Ḏana über dem sichtbaren quartären Schuttfächer keine 5 m Bewässerungssedimente mehr übrig geblieben. Dies ergäbe eine ehemalige Gesamtmächtigkeit von knapp 10 m. Südöstlich Ḥuṣūn al-Ǧalāl al-Ǧadīda sind 2 m Bewässerungssedimente erhalten geblieben.

Zusammenfassend soll festgehalten werden, daß im westlichen Bereich der Nordoase mindestens 30 m Oasensedimente im Verlauf der antiken Bewässerungsperiode abgelagert wurden.

Sedimentationsrate und Alter der Bewässerungssedimente: Einen ersten Versuch zur Bestimmung der Sedimentationsrate antiker Bewässerungssedimente hat Bowen (1958, S. 65) im Wādī Bayḥān gemacht. Er erhielt 0,67 cm/Jahr. Abgestützt auf geschätzte Annahmen erhielt Schoch (1978, S. 122) für die Oasen von Mārib eine jährliche Zuwachsrate von 1 cm. Mit einer Hochrechnung erhielt ich für Mārib eine Sedimentationsrate von 0,71 cm/Jahr (Brunner 1980, S. 7). In der vergangenen Feldkampagne wurde die Entnahmestelle der Probe UZ-245 einnivelliert, so daß nun genauere Angaben gemacht werden können:

Lage der Probe:	1185,7 m NN	}	5,8 m
Geländeoberfläche:	1191,5 m NN	}	
Abtrag:			2,5 m
Sedimentmächtigkeit:			8,3 m
Alter der Probe (UZ-245):	2080 ± 70 y.B.P.	→	2. Jh. v. Chr.
Aufgabe der Bewässerung[37]:	1350 y.B.P.	←	um 600 n. Chr.
Zeitdifferenz:	730 y.		
Sedimentationsrate:	8,3 m/730 y.	=	1,1 cm/Jahr

Der Erosionsbetrag wurde mit 2,5 m eher klein angenommen. Dadurch könnte die Sedimentationsrate u. U. noch etwas höher liegen. Diese doch recht hohe Ablagerungsquote deutet darauf

37 Vgl. Kap. D 5 f.

hin, daß die Verteilung des Wassers auf der Nordoase sehr schnell vor sich ging, ansonsten nicht derart viel Material auf die Felder gelangt wäre. Bei einer zweimaligen jährlichen Überstauung der antiken Felder von 0,6 m (Kap. C 4h) ergäbe dies beinahe 1 Vol.-% suspendiertes Material im Bewässerungswasser. Dieser Wert liegt recht hoch, ist jedoch nicht unmöglich.

Benützt man die Sedimentationsrate von 1,1 cm/Jahr zur Berechnung der Ablagerungsdauer der Oasensedimente, so erhält man bei einer totalen Mächtigkeit der Bewässerungssedimente von rund 30 m, 2700 Jahre. Damit würde der Beginn der Bewässerungszeit in Mārib ins späte 3. Jt. v. Chr. zurückreichen. Eine Besprechung dieser Resultate folgt in Kap. D 5.

Mārib: Wissmann (1976a) hat aufgrund der inschriftlichen Belege eine Arbeit mit dem Titel „Die Mauer der Sabäerhauptstadt Maryab“ [38] verfaßt. Die im folgenden angeführten historischen Angaben sind dieser Arbeit entnommen.

Über die Gründung von Mārib ist nichts bekannt. Eine erste inschriftliche Erwähnung findet sich in den Inschriften Gl. 1719 und 1717 und 1718. Wissmann ordnet sie in die Mitte des 8. Jhs. v. Chr. ein. Im Jahre 715 v. Chr. baute Yiṯaʿʾamar Bayyin bin Sumuhuʿalī I. an der Mauer von Mārib. Der nächste Mauerbau scheint erst wieder in der Mitte des 2. Jhs. v. Chr. stattgefunden zu haben. Kurz vor dem Aufmarsch der Römer wurde die Mauer wieder gestärkt (30 v. Chr.), worauf sie durch das römische Heer, wie auch der Damm und die Wasserbauten, stark zerstört wurden. Damit ist die Aussage von Glaser (1913, S. 48) bekräftigt, „daß wir die Stadtmauer nicht in ihrer ältesten Form vor uns haben“. Aus späterer Zeit liegen keine Angaben mehr vor.

Das Gebiet der antiken Stadt Mārib ist von den umgebenden Oasensedimenten klar abgetrennt. Es umfaßt heute eine Fläche von rund 105 ha [39], wobei zu bedenken ist, daß ein, in seiner Größe unbekannter Anteil vom Wādī Ḏana wegerodiert worden ist. Leider konnte dem Tell von Mārib aus zeitlichen Gründen nicht die nötige Aufmerksamkeit geschenkt werden, so daß nur wenig Angaben dazu gemacht werden können. Innerhalb der antiken Ummauerung wurden keine ungestört lagernden Bewässerungssedimente angetroffen. Beim meisten Material handelt es sich um verschwemmten Bauschutt. Die antike Mauer ist an vielen Stellen abgebaut und die Kalkquader für den Häuserbau verwendet worden. Übrig blieb vielfach ein Negativabdruck der Mauer. Ihr Füllmaterial ist über die angrenzenden Bewässerungssedimente verschwemmt, so daß ohne Grabung kaum etwas über die stratigraphische Stellung der Mauer gesagt werden kann. Geht man allerdings davon aus, daß die Mauer zum Zeitpunkt ihres Baues nicht stark erhöht über der Oase stand, so darf von der korrespondierenden Sedimenthöhe her eine Bauzeit um die Zeitwende nicht ausgeschlossen werden.

Unzweifelhaft können mit ausgiebigen geomorphologischen Untersuchungen wichtige Erkenntnisse zur Stellung von Mārib gewonnen werden [40]. Vor allem an der Erosionswand des Wādī Ḏana, die ein mächtiges Profil durch die antiken Schuttablagerungen freigibt, würden detaillierte Studien entscheidende Hinweise zur Archäologie der Stadt bringen.

Nachantike Bewässerung auf der Nordoase: In der Umgebung von Mārib wurden in den größeren Runsen der Nordoase öfters kleine Dämme angetroffen. Sie sind aus Bewässerungssedimenten aufgeschüttet und erreichen Höhen von 2–4 m (Taf. 16a). Im allgemeinen sperren sie die Run-

38 Zur Namengebung von Mārib schreibt er (S. 1): „Der Name MRYB war inschriftlich vom 8. Jh. v. Chr. bis zum 2. Jh. n. Chr. gebräuchlich. Erst seit dem 2. Jh. n. Chr. erscheint der Name Marib (MRB). Maʾrib (Mārib) findet sich als Name des heruntergekommenen Ortes erst in islamischer Zeit“. In einem Zusatz bemerkt er: „Schon zur Zeit Muḥammads.“ In der vorliegenden Arbeit wurde immer der heute gebräuchliche Name Mārib verwendet.

39 GLASER (1913, S. 48) nennt eine geschätzte Fläche von 1 km². WISSMANN (1976b, S. 503) gibt eine solche von 108 ha an.

40 Eine ausführliche, anwendungsorientierte Beschreibung dieser geoarchäologischen Arbeitsmethoden findet sich in BUTZER 1982.

se vollständig ab und sind vollkommen mit eingeschwemmtem Feinmaterial hinterfüllt. Dieses weist an seiner Oberfläche öfters Spuren einer Bearbeitung, meistens Pflugspuren, auf. Viele dieser kleinen Dämme sind bereits durchbrochen und das Wasser hat eine sekundäre Rinne eingetieft. In einer, von der antiken Mauer wegführenden Runse ist der Damm von Bauschutt hinterfüllt. Dies deutet darauf hin, daß diese Nutzfläche von lokalem Niederschlagswasser gespiesen wurde und jünger als der Zerfall der Stadtmauer ist. Das Alter dieser kleinen Erddämme ist sehr verschieden. Gewisse Flächen scheinen heute noch bei Niederschlägen bewirtschaftet zu werden, was an einer Stelle durch einen Stacheldrahtzaun angedeutet ist. Andere Flächen hingegen sind von kleineren Sanddünen überdeckt, und vereinzelte Büsche sprießen auf dem Feld. Den ältesten Eindruck erwecken die zerstörten Dämme, da sich hier die Erosion z. T. bis unter die Basis des Dammes eingetieft hat. Einer dieser Dämme weist eine Steinabdeckung auf, wie sie sonst verschiedentlich bei Krümmungen von antiken Kanälen angetroffen wurde. Er befindet sich wenig nordöstlich vom Ende des südlichsten, von al-Mabnā gegen Mārib verfolgbaren Kanales in einer weiten, um 3 m in die Oasensedimente eingetieften Runse. Der Kanal kann in diesem Abschnitt morphologisch nicht mehr nachgewiesen werden, sein Verlauf zeigt aber direkt auf diesen steinbedeckten Damm hin. Sollte er wirklich im Zusammenhang mit dem Kanalsystem von al-Mabnā stehen, dann würde dies bedeuten, daß bereits während der Betriebszeit von al-Mabnā die Nordoase mit weit ins Innere reichenden Erosionsrunsen durchsetzt gewesen wäre, die dazumal das Überschußwasser, unter Ausnutzung für die Bewässerung, kontrolliert weggeführt hätten.

Weitere Hinweise darauf, daß die Runsen bereits während der Bewässerung der Nordoase bestanden, sind die, z. T. mächtigen, sekundär in die Rinnen gebauten Überläufe, die wahrscheinlich dazu dienten, Gefällstufen vor Erosion zu schützen. Sie könnten somit den aus Inschriften bekannten „klwt" (= Singularform) entsprechen (Irvine 1962, Abstract S. 3). Solche Schutzbauten, aus unbehauenen Felsbrocken aufgebaut und mit einer Mörtelschicht überzogen, wurden vor allem gegen das Wādī as-Sā'ila hin angetroffen (Taf. 19). In den engeren und steileren Runsen, die im Bedarfsfalle zum Wādī Ḏana hin entwässern, stehen ebenfalls Wasserbauten. Es handelt sich meistens um primäre Anlagen, d. h. sie wurden an der Oberfläche der damaligen Oase gebaut und in der Folge zusedimentiert. Erst mit der Bildung der Erosionsrinnen wurden sie wieder freigespült. Auch das Baumaterial und die Bauweise deuten darauf hin, daß es sich hierbei um ältere Bauten handelt als am Nordrand der Nordoase.

Neuerdings werden mit Hilfe von Dieselpumpen auch die erhöht liegenden Teile der Nordoase bewässert, was natürlich zur Zerstörung antiker Kanal- und Feldwallstrukturen führt. Deshalb ist es von unschätzbarem Wert, daß – noch vor dem großräumigen Einsetzen der modernen Bewirtschaftung – in Form großmaßstäblicher Luftbilder ein Inventar der unwiederbringlichen Oberflächenstrukturen aufgenommen werden konnte.

c) Die Südoase

Sie erstreckt sich auf der rechten Seite des Wādī Ḏana. Ihre Ausdehnung ist weniger markant begrenzt als diejenige der Nordoase und an ihrer Oberfläche sind die Zeugen der antiken Bewässerungswirtschaft nur noch in Teilgebieten erhalten geblieben. Immer wieder bedeckt Flugsand einzelne Abschnitte. Trotz diesen Hemmnissen kann doch einiges über die Geschichte der Südoase ausgesagt werden.

Ausdehnung: Die Südoase wurde vom Südbau her mit Wasser versorgt. Noch heute findet sich in seiner Nähe ein kleiner Rest der gemauerten Kanalsohle des inschriftlich erwähnten ḤBBḌ, also Ḥabābiḍ-Kanales (Wissmann 1976 b, S. 356) der in Richtung der Südoase weist. 250 m im Süd-

osten konnte in einem Sedimentrest eine Abfolge von Hauptkanälen festgehalten werden (Brunner 1980, S. 9f. und Abb. 3). Sie dürften die gleiche Aufgabe gehabt haben wie der Primärkanal, der vom Nordbau zur Nordoase führt, nämlich das Überleiten des Wassers vom Dammauslaß zum Bewässerungsgebiet. Der Primärkanal war in die vorhandenen Sedimente eingegraben worden und wies keinen Schutz durch eine Steinabdeckung auf. Dies könnte darauf hindeuten, daß der Kanal während seiner Betriebszeit nicht derart stark exponiert lag, daß Sicherheitsmaßnahmen ergriffen werden mußten.

Wie weit die Siltablagerungen einst gegen das Wādī as-Sudd reichten, kann nicht schlüssig beantwortet werden. Die horizontale Schichtung in den Überresten scheint darauf hinzuweisen, daß sie doch eine ansehnliche Ausdehnung besaßen. Die zwischen dem Ǧabal Balaq al-Awsaṭ und dem Wādī as-Sudd gelegene Terrasse besteht – wie Bohrproben zeigen (Electrowatt: V, S. 38) – durchwegs aus Kies und Sand und ist demnach als natürliche Saylablagerung zu deuten. Die geringe Verfestigung des Materials könnte als Anzeichen für eine Entstehung nach dem endgültigen Dammbruch gewertet werden. Demnach wäre zunächst die Siltablagerung erodiert und später die Kiesterrasse geschüttet worden.

Eine Gefährdung des Kanales lag vielmehr durch die kleinen Seitenwadis vor, die bei Starkniederschlägen den Kanal fortgeschwemmt hätten, wenn nicht diesbezüglich Maßnahmen getroffen worden wären. Drei Dammrelikte, die zur Regulierung des Abflusses dienten, wurden aufgefunden. Ein solcher befindet sich beim Eintritt eines Wadis in die Bewässerungssedimente am Westrand der Südoase. Beidseits des Wadis befinden sich Reste eines, im Kern aus Bewässerungssedimenten geschütteten und wasserseits mit groben Kalkbrocken abgedeckten Dammes, der einmal das rund 150 m breite Wadi absperrte. Die Höhe der Dammkrone bleibt nur wenig unter den höchsten Bewässerungssedimenten zurück. Kaum einen Kilometer südsüdöstlich überdauerte eine Dammauer bis in die heutige Zeit. Sie besteht aus groben Kalkquadern und ist vollständig hinterfüllt mit grobblockigem Schwemmaterial (Taf. 16b)[41]. Es kann angenommen werden, daß in allen Wadis solche oder ähnliche Schutzmaßnahmen getroffen worden waren[42], daß sie seither aber der Erosion zum Opfer fielen. Das Absperren der Seitenwadis erklärt auch das völlige Fehlen von Kalkschutt in den angrenzenden Bewässerungssedimenten.

Der Südrand der Südoase schmiegt sich an den Hangfuß des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ und weiter im Osten an den Nordabfall des Ǧabal Ḥamm, wobei kleinere Sandanwehungen diesen Übergang stellenweise bedecken (Taf. 2a). Im Südosten, also gegen das Wādī al-Masīl hin, verliert sich die Grenze der Südoase in den Dünengebieten. Isoliert auftretende Oasensedimente zeigen eine minimale Ausdehnung an. Südlich al-Manṣūra wird zudem in feuchten Jahren mit gestaffelt angeordneten Ablenkdämmen der Sayl des Wādī al-Masīl zur Flutbewässerung auf die in Dorfnähe gelegenen Felder geleitet. Dadurch werden eventuell vorhandene Oasensedimente von rezenten Bewässerungssedimenten überlagert. Außerhalb der oberflächlich sichtbaren Oasensedimente sind für ihren Nachweis Bohrungen nötig, wie dies für einen Ort, 2 km ostnordöstlich al-Manṣūra erbracht werden konnte (Tab. 2, Probe EW 3). Die gleichen Schwierigkeiten bieten sich bei der Abgrenzung im Nordosten. Größere zusammenhängende Oasensedimente sind bis 1,5 km nordöstlich al-Ḥazma zu verfolgen. Weiter im Nordosten bedecken immer häufiger die, für dieses Gebiet charakteristischen Sayf-Dünen die antiken Felder. Nur noch punktförmig treten kleine Überreste der antiken Bewirtschaftung auf. Den äußersten Nachweis erbringen zwei, von Gerig und Schoch (1980b) in ihrer Karte festgehaltene Kanalstrukturen am Ufer des Wādī

41 Aus dem yemenitischen Hochland sind gleichfalls vollständig hinterfüllte Dammauern bekannt geworden, doch scheinen sie andere Funktionen besessen zu haben (SIEWERT 1979, S. 176).

42 Die Ansicht von BOWEN (1958, S. 24), daß diese Mauern in den kleinen Seitenwadis der Wasserspeicherung dienten, trifft in Mārib sicher nicht zu.

Ḏana. Die nordwestliche Abgrenzung wird weitgehend vom Wādī Ḏana bestimmt, auch wenn dieses stellenweise die Oasensedimente abgetragen hat (Tab. 2, Probe EW 4).
Werden im Osten die äußersten, sicher nachgewiesenen Oasensedimente miteinander verbunden und das Wādī Ḏana im Norden als Rand gewählt, so wird – unter Weglassung des zwischen dem Wādī as-Sudd und Ǧabal Balaq al-Awsaṭ gelegenen Streifens – eine Fläche von rund 5300 ha abgegrenzt.
Die heutige Oberfläche: Die Südoase kann von ihrem Aussehen her in 3 Teile gegliedert werden. Der westliche Abschnitt erscheint in ähnlicher Form wie die Nordoase. Tiefe, z. T. im Ǧabal Balaq al-Awsaṭ beheimatete Runsen zerschneiden die frisch wirkenden Oasensedimente und betonen mit ihrem rechteckigen Erosionsmuster das antike Kanal- und Feldernetz. Dieses paßt sich in seiner Anordnung dem Lauf des Wādī Ḏana an. Es hält sich zunächst an die WNW-OSO-Richtung und biegt dann auch in die West-Ost-Richtung um. Stark zerstörte Wasserverteiler markieren die höchsten Stellen in diesem bewegten Relief, in dem ebene Flächen selten sind.
Der mittlere Abschnitt der Südoase reicht vom Fuß des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ bis nach al-Ḥazma. Seine Höhe sinkt dabei von 1190 m NN im Südwesten über 1170 m NN bei as-Saᶜūd auf 1145 m NN bei al-Ḥazma. Dies ergibt 3,3‰ bzw. 4,0‰ Gefälle. Im ganzen mittleren Abschnitt kann vom Wādī Ḏana zum Wādī al-Masīl hin die folgende Abfolge beobachtet werden: Unmittelbar dem Wādī Ḏana entlang zieht sich eine stark bewirtschaftete Terrasse, auf der kaum mehr Spuren der antiken Bewässerung erhalten geblieben sind. Einige Meter erhöht folgt eine weitere Terrasse mit den meisten Dörfern. Der von N bis NNO auftreffende Wind schuf in den Oasensedimenten yardangartige Formen, die das antike Feldmuster stark betonen. Mit dem Aufkommen der Dieselpumpen in den letzten Jahren wurden auch Teile dieser Terrassen durch eine moderne landwirtschaftliche Nutzung überprägt. Mit einer, meist nur unwesentlichen Stufe folgt die zentrale Partie der Südoase. Sie weist ein stark coupiertes Relief auf, dessen Erhöhungen im wesentlichen durch Dünen und Tells gebildet werden. Am weitesten verbreitet sind aber doch die Oasensedimente, die oft einen antiken Feldrand mit einer Stufe markieren. In diesem Bereich sind auch die Erdstotzenfelder zu finden, die wahrscheinlich Relikte antiker Palmpflanzungen sind (Kap. C 4c). Gegen das Wādī al-Masīl zu bedecken immer häufiger Dünenfelder die Oasensedimente. Zudem greifen von Süden her in neuerer Zeit angelegte Felder in das Gebiet der antiken Südoase hinein und bedecken mit den, vom Sayl des Wādī al-Masīl stammenden Ablagerungen die ehemaligen Felder.
Der mittlere Abschnitt der Südoase ist gegen das Wādī al-Masīl zu geneigt und fällt um 8–10 m ab. Im Hinblick auf das antike Kanalsystem bedeutet dies, daß der Hauptkanal am nördlichen Rand der Südoase entlang führen mußte und von diesem aus mit Nebenkanälen das Oasengebiet bewässert wurde. Tatsächlich ist das Feld- und Kanalnetz in N-S- bzw. W-O-Richtung angelegt, wobei die W-O-Richtung stärker betont ist. Im Osten von as-Saᶜūd wird das rechteckige Oberflächenmuster durch ein ungeordnetes Netz abgelöst. Dieses scheint mit einem Kanalsystem zusammenzuhängen, das von as-Saᶜūd ausgeht und wahrscheinlich – ähnlich dem, von al-Mabnā ausgehenden Kanalsystem der Nordoase (Kap. C 7d) – vom Rande her auf die Südoase führte.
Der östliche Abschnitt wird von weiten Dünenfeldern beherrscht. Ausgedehnte, von NNO nach SSW laufende Sayf-Dünen bedecken die antiken Felder, die nur durch kleine Sedimentreste ihre Existenz andeuten. Zwischen al-Ḥazma und dem nordöstlichsten Relikt der Südoase, einer Kanalstruktur in 1133 m NN (Gerig und Schoch 1980b), fällt die heutige Oberfläche der Südoase nur noch mit 2,5‰ ein.
Abtragungsbetrag: Einen guten Ansatzpunkt zur Ermittlung der Abschlußhöhe der Südoase gibt das Niveau der am Hangfuß des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ gelegenen Felder. Sie werden randlich von Dünen überdeckt (Taf. 2a). Nur wenig über dem Feldniveau gelegene Wasserverteiler deu-

ten darauf hin, daß in diesem Gebiet die seit der Aufgabe der Bewässerung tätige Erosion nur sehr wenig Abtrag zu bewirken vermochte[43]. Demnach kann die heutige Höhe der Felder von 1193 m NN auch etwa als Abschlußhöhe der Bewässerung angesehen werden. Eine kurze Berechnung vom bewässerungstechnischen Standpunkt her zeigt, daß die Oberfläche kaum je höher gelegen hatte, ansonsten das nötige Gefälle nicht mehr gegeben gewesen wäre.

Feldniveau	1193 m NN	
Staukote Stauraum	1202 m NN	
Höhendifferenz		9 m
Entfernung im Kanalnetz		~ 5000 m
Mittleres Gefälle		1,8‰.

Damit hätten wir in diesem Bereich der Südoase ein Gebiet, in dem die vorhandenen Wasserverteiler und Kanalstrukturen dem gleichen System angehören. Aus diesem Grunde wurde dieses Gebiet für die Kartierung von Oberflächenformen ausgewählt. Auf der Basis dieser Kartierung wurde sodann der Versuch unternommen, das Verteilungssystem des Wassers zu erklären (Kap. D 3 b, Abb. 31).

Für die übrigen Abschnitte der Südoase läßt sich ein Abtragungsbetrag kaum berechnen. Einen einzigen meßbaren Hinweis liefern die Erdstotzen. Sie ragen z. T. 3–4 m über das heutige Niveau und sprechen somit für einen dementsprechenden Abtrag. In Wirklichkeit dürfte der Erosionsbetrag wesentlich größer sein. Erstens ist kaum anzunehmen, daß die Erdstotzen während mehr als 1000 Jahren dem steten und manchmal heftigen Passatwind widerstehen können. Eher benötigen sie für ihre Entstehung eine recht schnelle Erniedrigung des Feldniveaus. Zweitens kann das Fehlen von Wasserverteilern im mittleren und östlichen Abschnitt der Südoase damit erklärt werden, daß ein hoher Erosionsbetrag diese Bauten zum Einsturz gebracht hatte. Der Bauschutt wurde entweder verschwemmt oder als Baumaterial für Häuser genommen. Nur wenige größere Wasserbauten sind erhalten geblieben. Sie überragen die Ebene um 5–8 m. In dieser Größenordnung dürfte wohl der effektive Abtrag zu liegen kommen. Damit ergäbe sich für die Kanäle ein mittleres Gefälle von etwa 2‰.

Basis der Bewässerungssedimente: Auch über die Basis der Bewässerungssedimente der Südoase liegen weniger Informationen vor, als über diejenige der Nordoase. Dennoch soll anhand der vorliegenden Angaben darauf eingegangen werden, um Vergleiche mit der Nordoase ausführen zu können.

Am westlichen Rand lagern die Oasensedimente direkt dem mesozoischen Kalk auf. Am Ufer des Wādī Dana sind es bis zu 13,5 m, was bei einem Abtrag von rund 4 m eine ehemalige Mächtigkeit von 17,5 m ergibt.

Im mittleren Abschnitt wurden in der Bohrung EW 2, ¾ km nordnordöstlich des Maḥram Bilqīs 17,5 m Oasensedimente gemessen mit der Basis bei 1147 m NN (Tab. 2). Ein ähnliches Resultat liefert ein im Bau befindlicher Brunnen, nicht ganz 1 km ostsüdöstlich as-Saᶜūd, der bei 18 m Tiefe immer noch in den Bewässerungssedimenten steckte. Seine Basis liegt demnach unter 1148 m NN (Tab. 2, Nr. B 5). Rechnet man bei beiden Werten noch einen Abtrag von 5–8 m hinzu, so erhält man eine Gesamtmächtigkeit der Oasensedimente von ungefähr 25 m.

Zum Wādī al-Masīl hin nimmt die Mächtigkeit erwartungsgemäß ab. Sie beträgt bei al-Manṣūra nur noch 8 m (Tab. 2, Nr. EW 3). Für den östlichen Abschnitt der Südoase liegen keine Messungen vor.

43 Ein einziger Wasserverteiler, auf dem anstehenden Kalk gebaut, liegt merklich erhöht. Er dürfte in etwa 1195 m NN stehen.

Sedimentationsrate und Alter der Bewässerungssedimente: Anhaltspunkte zur Diskussion der Sedimentationsrate in der Südoase bietet ein ^{14}C-Datum der Probe UB 80-26 (= UZ-527) aus dem westlichen Abschnitt. Es ergeben sich dabei folgende Werte:

Lage der Probe:	~1188,5 m NN	} 3,5 m	
Geländeoberfläche:	~1192 m NN		
Abtrag:		~1,5 m (?)	
Sedimentmächtigkeit:		~5 m (?)	
Alter der Probe (UZ-527):	2205 ± 110 y. B.P.	→	3. Jh. v. Chr.
Aufgabe der Bewässerung:	1350 y. B.P. (?)	←	um 600 n. Chr. (?)
Zeitdifferenz:	850 y. B.P. (?)		
Sedimentationsrate:	~5 m/850 y. (?)	=	0,6 cm/Jahr (?)

Dieser Wert ist nur halb so groß wie derjenige der Nordoase. Eine Diskussion dieses Ergebnisses ist deshalb angebracht. In der Zusammensetzung unterscheiden sich die Bewässerungssedimente der Südoase nur gering von denjenigen der Nordoase (Tab. 1). Sie scheinen etwas mehr Feinsand zu beinhalten und darin ist Quarz recht stark vertreten. Dieser Umstand dürfte zwei Gründe haben: Erstens zeigt die mikroskopische Betrachtung der Quarzkörner, daß etwa ein Drittel gut gerundet sind und eine punktierte Oberfläche aufweisen. Diese gelangten somit durch Windverfrachtung zur Ablagerung (Cailleux 1952, S. 16). Zweitens muß angenommen werden, daß durch den südlichen Dammauslaß, wegen seiner wadinahen Lage, etwas gröberes Material wegtransportiert werden konnte als beim Nordbau. Gerade diese Überlegungen müßten zum Schluß führen, daß das Bewässerungswasser der Südoase eine größere Sedimentlast mitführte. Dies hätte gezwungenermaßen eine erhöhte Ablagerungsrate auf den Feldern zur Folge gehabt. Dies widerspricht aber direkt der oben berechneten Sedimentationsrate, die kleiner ist als die entsprechende der Nordoase. Es deuten sich vier Möglichkeiten an, wie diesem offensichtlichen Widerspruch begegnet werden könnte:

- Der Erosionsbetrag ist bedeutend höher als angenommen (vgl. Anm. 43).
- Die datierte Holzkohle gelangte nicht ursprünglich an diesem Ort zur Ablagerung, sondern wurde später hierher verfrachtet. Anzeichen für eine sekundäre Umlagerung bietet die starke Rundung der Holzkohlestückchen (Anhang 1), ebenso ihre disperse Verteilung im Sediment. Dieses besteht überwiegend aus kiesigem, mit Siltbrocken durchsetztem Material, was ebenfalls für eine lokale Verschwemmung spricht. Dagegenzuhalten ist nur die Erfahrung, daß alle organischen Bestandteile der Oasensedimente sehr stark abgebaut wurden. Dies müßte erst recht der Fall sein, wenn das Material einer Umlagerung ausgesetzt wurde.
- Wegen seiner randlichen Lage wurde dieses Gebiet nicht alljährlich bewässert, sondern nur in Jahren mit sehr großem Wasserangebot. Bei dieser Möglichkeit stellt sich allerdings die Frage, weshalb dieser Teil der Südoase bereits im 3. Jh. v. Chr. (Alter der Holzkohle) bis auf ein Niveau aufsedimentiert war, das um rund 4 m über der vergleichbaren Oberfläche der Nordoase zu jener Zeit lag. Zudem muß davon ausgegangen werden, daß es im Interesse der Sabäer lag, die Oberfläche der Oase gleichmäßig anwachsen zu lassen. Errechnet man aber mit obiger Sedimentationsrate die Lebensdauer der Südoase bei einer Gesamtmächtigkeit von 25 m, so ergibt dies knapp 4000 Jahre, was eher unwahrscheinlich ist.
- Dieser Teil oder die ganze Südoase wurde bereits vor der endgültigen Zerstörung des Hauptdammes nicht mehr bewässert. Gegen eine vollständige Brachlegung der Südoase spricht alleine schon die Erwähnung beider Oasen im Koran (Sure 34; 15). Ob der westliche Teil der Südoase, vielleicht wegen zu hoher Lage infolge starker Aufsedimentierung von der Bewässe-

rung ausgeschlossen wurde, ist ungewiß und kann auf alle Fälle nicht von vornherein verneint werden (Kap. D 5 e, f). Das anders gerichtete Feldwall- und Kanalnetz östlich as-Saᶜūd deutet auf diese Möglichkeit hin.

Aus obigen Erläuterungen geht hervor, daß höchstwahrscheinlich die Zeitspanne zwischen der Ablagerung der Holzkohle und der Aufgabe der Bewässerung kürzer war, als aus der Berechnung resultierte. Unsicher bleibt allerdings, welche Zeitmarke zu korrigieren ist oder ob eventuell beide einer Abänderung bedürfen. Ebenfalls muß ein erhöhter Erosionsbetrag in Betracht gezogen werden, so daß die Mächtigkeit der die Holzkohle überlagernden Bewässerungssedimente mehr als 5 m betragen könnte. Wegen fehlenden Anhaltspunkten und aufgrund der bei der einleitenden Diskussion aufgeführten Überlegungen neige ich dazu, für die Südoase einen ähnlichen – zumindest nicht viel kleineren – Sedimentationsbetrag anzunehmen, wie er für die Nordoase berechnet wurde. Eine Angabe zum Alter der Südoase kann aufgrund dieser ungesicherten Resultate nur mit Vorbehalten gemacht werden.

Maḥram Bilqīs: Das markanteste Bauwerk der Südoase ist ein mächtiges Maueroval, das von den Einheimischen Maḥram Bilqīs genannt wird. Von Forschungsreisenden wurde es auch als Ḥaram Bilqīs bezeichnet (Glaser 1913, S. 43) und inschriftlich ist es belegt als das, dem Mondgott Almaqah geweihte Heiligtum Awām. Allgemein wird ihm die Bedeutung eines Tempels zugesprochen[44]. Maḥram Bilqīs wurde auf einen Kalkriegel gebaut (Kap. B 1) und seine unregelmäßige Form könnte eine Anpassung an den Untergrund darstellen. Das Maueroval ist ein wenig mehr als 100 m lang und nicht ganz 80 m breit und hat eine Mauerdicke von etwas mehr als 3 m. An seiner Nordostseite ist das Oval unterbrochen und es schließt eine Säulenhalle an, die 1952 freigelegt und später detailliert beschrieben wurde (Albright 1958). In den vergangenen 30 Jahren hat Flugsand die Grabungsstelle wieder weitgehend eingeebnet. Die Mauer besteht innen und außen aus behauenen Kalkquadern mit einer Füllung aus zumeist kantigen Steinen sowie Sand und Lehm. Mancherorts sind die Kalkquader entfernt worden, so daß nur noch die Füllung übrig blieb. An der Ostwand des Maueroval ist dadurch ein Profil aufgeschlossen (Abb. 25).

Die Füllung ist seltsamerweise geschichtet, wie wenn sie von Wasser verschwemmt worden wäre[45]. In die Füllung eingelagert ist ein 4 cm mächtiger bituminöser Horizont. Sein Alter beläuft sich auf 2190 ± 60 y. B.P. (UZ-346), womit er frühestens im 3. Jh. v. Chr. abgelagert wurde. Nach Wissmann (1976 a, S. 11) wurde zwischen 370 und 200 v. Chr. an der Mauer des Maḥram Bilqīs gebaut, während Albright (1958, S. 222) diese Bauphase ins späte 5. Jh. v. Chr. ansetzt. Vergleicht man diese Angaben mit dem Alter der Radiokarbon-Datierung, so ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung mit der Einordnung von Wissmann. Demnach wäre der höchste erhaltene Teil des östlichen Maueroval des Maḥram Bilqīs frühestens im 3. Jh. v. Chr. der – nach Wissmann (1976 a, S. 10) um 665 v. Chr. durch Yadaᶜ'il Ḏarīḥ gelegten – Grundmauer aufgesetzt worden.

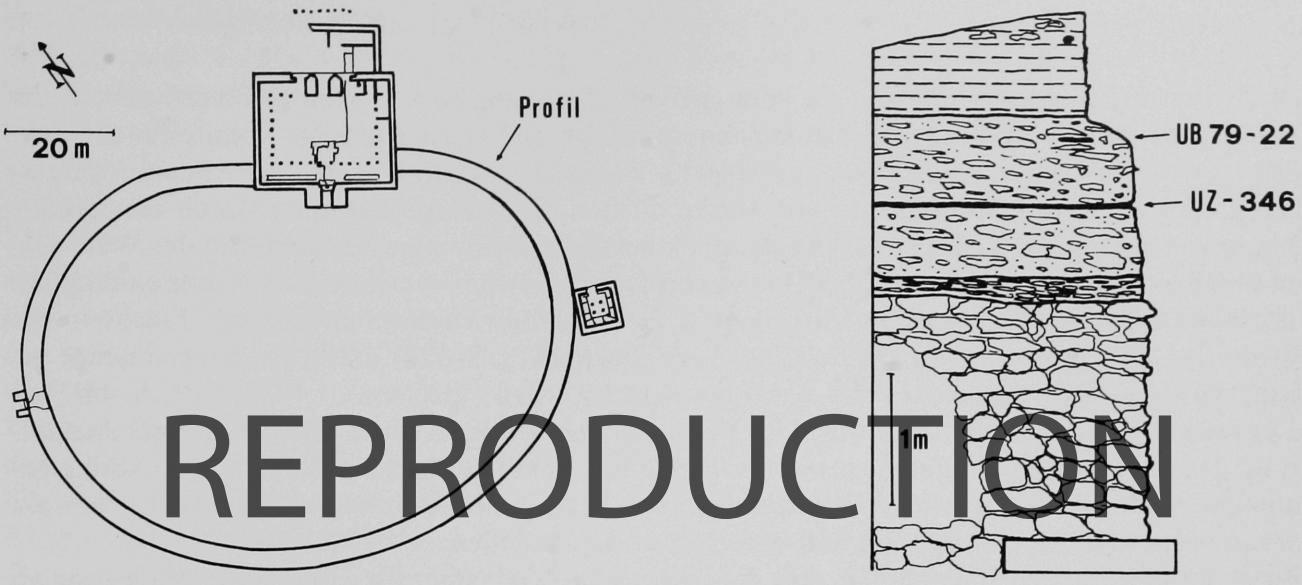
Eine eingehendere Besprechung verlangt die klare Schichtung der Mauerfüllung im östlichen Bogen. Mehrere Hinweise deuten auf lokal verschwemmtes Material hin:

- Die flachen, scharfkantigen Kalktrümmer sind horizontal eingeregelt.
- Der Bitumenhorizont kann über mehrere Meter hinweg in gleicher Mächtigkeit verfolgt werden. Gegen Norden steigt er an.
- Die auflagernden Silte sind geschichtet.

44 WISSMANN (1976 b, S 338 f.) glaubt, daß er zugleich als Fluchtburg diente.

45 Eine sehr ähnliche Anordnung fand ALBRIGHT (1958, S. 247) angelehnt an die Südwand. Er ordnete feine Pflasterschichten der 32. und 34., von oben gezählten Kalkquaderlage zu. Die datierte Probe kann vorläufig nicht einer bestimmten Lage zugeordnet werden, doch dürfte von ihrer Höhenlage her eine Einordnung oberhalb der 14. Lage zu verantworten sein.

NOT FOR



REPRODUCTION

Abb. 25. Skizze der Bauanlage von Maḥram Bilqīs (vereinfacht nach Albright 1958, S. 245). Sie besteht aus einem Maueroval und einer vorgelagerten Tempelhalle. Im Südosten grenzt ein Mausoleum an die Umfassungsmauer. Das Profil zeigt einen Ausschnitt der Außenseite der östlichen Umfassungsmauer. Der Bitumenhorizont weist ein Alter von 2190 ± 60 y. B.P. (UZ-346) auf. Die Probe UB 79-22 ist ein Holzbruchstück, wahrscheinlich eines Paliurus spina-christi-Baumes (Anhang 1).

Die Ablagerungen bestehen, mit Ausnahme des Siltkörpers, durchwegs aus Bauschutt. Es bestünde daher die Möglichkeit, daß die Kalkquader der heute fehlenden Mauerumrahmung damals bereits aufgebaut und der dazwischen liegende Hohlraum, vor allem im Norden, mit anfallendem Bauschutt aufgefüllt worden war. Demnach wäre das Material innerhalb der Kalkmauern durch Gewitterregen verschwemmt worden. Eine weitere Möglichkeit, die ebenfalls in Betracht gezogen werden sollte, wäre darin zu sehen, daß der Bauschutt aus der näheren Umgebung des Maḥram Bilqīs stammt. Voraussetzung dazu wäre ein Oberflächenniveau der Südoase, das nur wenig unter demjenigen der Maueroberkante gelegen hätte, damit angehäufter Bauschutt durch Wassertransport an den heutigen Ablagerungsort gelangen konnte. Wird bei der theoretischen Rekonstruktion der damaligen Oasenoberfläche davon ausgegangen, daß die im vorhergehenden Abschnitt angeführte Holzkohle tatsächlich im 3. Jh. v. Chr. an ihren heutigen Ablagerungsort kam, so muß zu dieser Zeit der Westteil der Südoase bereits eine Höhe von etwa 1189 m NN aufgewiesen haben. Wird ferner das mittlere Gefälle des südlichen Primärkanales von 1,8‰ bis nach Maḥram Bilqīs extrapoliert, so ergibt dies beim Bau eine Höhe von rund 1177 m NN. Dies würde etwa der Oberfläche des Maueroval entsprechen[46].
Es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, daß der Maḥram Bilqīs bereits im 3. Jh. v. Chr. teilweise zugeschüttet war[47].

46 Die absoluten Höhenwerte bei Maḥram Bilqīs sind Schätzwerte. Sie beruhen auf der Karte 1:10000 (Hunting Surveys Ltd., 1977), auf eigenen Bildern sowie den Angaben in ALBRIGHT (1958, S. 251).

47 Unter diesen Umständen müßte auch die Idee von Mlle. PIRENNE (1977, S. 199 ff.) aufgegeben werden, daß in die Umfassungsmauer des Maḥram Bilqīs „Maḥfid" eingebaut waren, die dazu dienten, aus der Luft, durch Kondensation an porösen Steinen, Wasser zu gewinnen. Der Grundgedanke, daß das Maueroval als Funktionsbau anzusehen ist, welcher der Wassergewinnung bzw. -speicherung diente, könnte aber aufgenommen und dahingehend weitergeführt werden, daß der Maḥram Bilqīs als Zisterne diente. Die Wasserzufuhr wäre durch die Kanäle der Südoase gewährleistet gewesen. Die vorgelagerte Halle würde einen Wassertempel darstellen, der beinahe ganzjährig mit Wasser gespeist werden konnte. Fluviale Erosionsspuren wurden beim Durchgang vom Maueroval zur Tempelhalle an Treppenstufen aus Kalk festgestellt (ALBRIGHT 1958, S. 225 f.).

d) Die Oasen im Überblick

Die Nord- und Südoase umfassen die vom großen Damm aus bewässerten Gebiete beidseits des Wādī Ḏana. Durch Verbinden der äußersten auffindbaren Oasensedimente konnte für die antiken Oasen eine Gesamtfläche von rund 9000 ha abgegrenzt werden, wobei die Südoase wesentlich größer ist als die Nordoase. In der Antike dürften die beiden Oasen nur durch eine seichte Rinne voneinander getrennt gewesen sein, die keinesfalls die heutige Ausdehnung des Wādī Ḏana besaß. Ausgeschlossen wurde das Gebiet von Dār as-Sawdā', welches im Zusammenhang mit al-Mabnā eingehend besprochen wird (Kap. C 7). Die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Region Mārib lag im Jahre 1973 bei 3900 ha (Schoch 1978, S. 126). Falls ein neuer Damm gebaut würde, sollten wieder 9239 ha Land bewässert werden (Electrowatt 1978: MR, S. 44), wie dies etwa in der Antike der Fall war. Der Vergleich der heutigen, unter unvollständiger Ausnutzung des Sayls bewirtschafteten, sowie der geplanten Ackerbaufläche mit der in der Antike genutzten zeigt, daß die jährliche Wassermenge des Wādī Ḏana durchaus genügend ist, um ein derart großes Gebiet, wie dies die Süd- und Nordoase darstellen, zu bewässern.
Es ist darüber hinaus anzunehmen, daß die Spitzen des Sayls über die Hochwasserentlastung an das Wādī Ḏana abgegeben wurden und außerhalb der antiken Oasen mit diesem Restwasser eine einfache Saylbewässerung betrieben wurde[48].
Die Mächtigkeit der Oasensedimente ist sehr groß. Seit der Aufgabe der mit Hilfe des großen Dammes betriebenen Bewässerung, die zu Beginn des 7. Jh. n. Chr. stattgefunden haben dürfte (Kap. D 5 f), sind allerdings bereits zwischen 2 und 8 m, vereinzelt bis 10 m antike Bewässerungssedimente abgetragen worden. Unter Berücksichtigung dieses Erosionsbetrages beläuft sich die totale Mächtigkeit in den zentralen Teilen der Nordoase auf über 30 m, in den gleichen Teilen der Südoase auf etwa 25 m. Bei einem mittleren Sedimentationsbetrag von 1,1 cm/Jahr ergibt dies eine Betriebszeit für die Nordoase von 2700 Jahren. Für die Südoase dürften die entsprechenden Werte ähnlich lauten. Der Beginn der geregelten Bewässerung um Mārib kommt damit in das Ende des 3. Jts. v. Chr. zu liegen. Die Bewässerungskultur von Mārib hatte also bereits mehr als eine tausendjährige Tradition und Erfahrung, als die heute sichtbare Dammanlage gebaut wurde.
Eine Betrachtung der Höhenverhältnisse von Damm und Oasen zeigt, daß das Gefälle von den Auslaßbauten bis zum Hauptverteiler geringer ist als vom Hauptverteiler zu den Rändern der Oase. Demnach stellte die Aufsedimentierung der Kanäle und Felder im dammnahen Bereich das größte Problem dar, so daß schließlich diese höchsten Partien entlastet oder umgangen wurden. Ein solches Beispiel stellt die Dammanlage al-Mabnā dar, die im folgenden Kapitel behandelt wird.

7. DIE DAMMANLAGE VON AL-MABNĀ UND IHRE ZUGEHÖRIGEN SEDIMENTABLAGERUNGEN

a) Übersicht

Zentraler Teil des zu besprechenden Bewässerungssystems ist die Dammanlage von al-Mabnā. Sie liegt 5,5 km westsüdwestlich von Mārib im Wādī as-Sā'ila, das sich an dieser Stelle zwischen

48 Auf diese Nutzflächen könnte sich der Hinweis beziehen, den ARNAUD (1874, S. 10) von Einheimischen erhielt: „Les Arabes de Mareb disent qu'anciennement la plaine était cultivée jusqu'à sept journées de distance de Saba (ou Mareb), dans les directions sud, est et nord." Allerdings dürfte die Größenangabe stark übertrieben sein.

den Bewässerungssedimenten der Nordoase und einer Lavazunge durchzwängt (Abb. 24). Die Anlage wurde bereits von Glaser im Jahre 1888 besucht und unter Beilage einer exzellenten Skizze eingehend beschrieben (Glaser 1913, S. 49ff. und Bl. 5). Er nennt sie „Mebnâ el-Ḥašrağ“ [49], was er mit Bau des Röchelns, des Absterbens übersetzt, und glaubt, daß sie „zur Regulierung des Wassers des Wādī as-Sā'ila“ diente. Im Lauf der Feldarbeiten zeigte sich alsbald, daß diesbezüglich eine Umdeutung nötig ist.

Ein vorwegzunehmender Grund dafür ist die geringe Größe des Wādī as-Sā'ila oder – wie es oberhalb al-Mabnā auch genannt wird – des Wādī al-Ğufayna. Sein Einzugsgebiet reicht nicht über das benachbarte Ṣirwāḥ heraus und umfaßt wenig mehr als 60 km². Damit ist das Wadi auf die unregelmäßig fallenden, lokalen Niederschläge, die im Jahresmittel um 100 mm betragen dürften, angewiesen. Es kommen aber auch Jahre vor, in denen das Wādī as-Sā'ila trocken bleibt (Kap. B 2). Selbst in Jahren mit mittleren Niederschlägen bleibt der Sayl zu klein, um eine derart mächtige Anlage zu rechtfertigen.

Oberhalb des Dammes weitet sich das Wadi zu einer kleinen Ebene, die vom Primärkanal, den Sedimenten der Nordoase, den südlichen Lavazungen der Ğibāl Daš al-Ḥašab und dem Ğabal Balaq al-Qiblī umrahmt wird. Dieses Gebiet wird von den Einheimischen als al-Ğufayna bezeichnet. Vereinzelt sind hier Reste von Bewässerungs- und Stauraumsedimenten anzutreffen, die in ihrem Aussehen nicht von denjenigen der Nordoase bzw. denjenigen der Klus unterschieden werden können.

Unterhalb al-Mabnā sind erstens die auf der Nordseite des Wādī as-Sā'ila gelegenen Sedimentreste zu erwähnen, wobei auf dem größten die Ruine von Dār as-Sawdā' liegt, und zweitens die auf die Nordoase führenden Kanäle, die einen Teil davon mit Wasser versorgten.

Die Anlage von al-Mabnā liegt tiefer als weite Teile der Nordoase. Beim Auslaßbau wurde der höchste erhaltene Rest mit 1188,54 m NN einnivelliert. Dies ergibt ein Minimalmaß für die Kronenhöhe des Dammes, von dem in der folgenden Besprechung ausgegangen werden soll. Die Oberfläche eines Stausees mit der, eher zu hoch angenommenen, Staukote von 1190 m NN mißt bei der heutigen Topographie 1,3 km². Bei einer geschätzten Seetiefe von 2 m ergäbe dies ein Stauvolumen von 2,6 Mio m³ (Schoch 1978, S. 128).

b) Die bewässerungsbedingten Sedimente von al-Ğufayna

Der am weitesten im Westen gelegene Überrest eines siltigen Sedimentes schmiegt sich an den Hangfuß des Ğabal Balaq al-Qiblī und weist eine Höhe von über 1195 m NN auf (Abb. 24). Es handelt sich um Bewässerungssedimente, die stark von Wurzelröhrchen durchsetzt sind. Sie bedecken rund 2 Aren, bei einer maximalen Mächtigkeit von 90 cm. Das Fehlen von Kies und Sand deutet darauf hin, daß diese Sedimente nicht durch einen Ablenkdamm aus dem Wādī al-Ğufayna geschüttet worden sind. Struktur- und lagemäßig scheiden sie aber auch als Stauraumsedimente von al-Mabnā aus, womit eine Deutung als Oasensedimente angenommen werden kann. Weitere Relikte ehemaliger Oasensedimente finden sich ziemlich genau nördlich vom Nordbau, am Südrand einer 1 km langen, sehr schmalen Lavazunge. Es ist damit anzunehmen, daß das südwestliche Gebiet von al-Ğufayna einmal eine zusammenhängende Bewässerungsfläche darstellte, die vom Hauptdamm aus versorgt worden war. Zu ihrem Schutz wurde der Sayl des Wādī al-Ğufayna wahrscheinlich wenig oberhalb der Nutzfläche abgelenkt und in einer heute noch sichtbaren Eintiefung über die schmale Lavazunge nach Nordwesten hinweggeführt.

49 SCHOCH (1978, S. 124) bezeichnet sie mit „As Sudd Ḥafīnah“ und WADE (1979, S. 114) führt sie unter dem Namen „Ğufayna Dam“ auf.

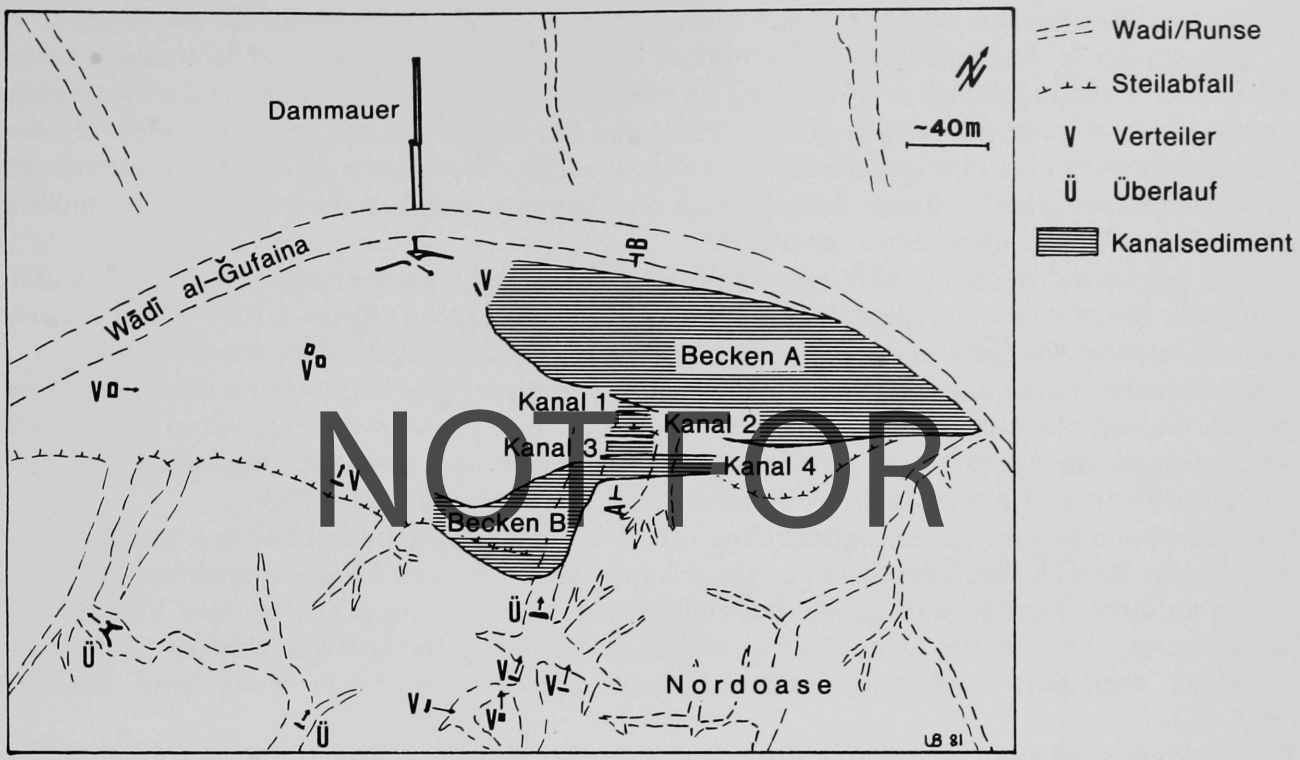
Nordöstlich der schmalen Lavazunge kontrastieren helle, ausgedehnte Sedimentreste auf den dunklen Laven (Taf. 14b). Sie sind durchwegs gebankt, stellenweise sogar geschichtet und weisen kaum Oberflächenstrukturen auf. Das rechteckige Erosionsmuster ist sichtbar, und es finden sich drei Wasserverteiler und einige Kanalstrukturen. Im südlichen Teil, dort wo die Sedimente bis auf den Untergrund wegerodiert worden sind, erkennt man in der anstehenden Lava ein enges, unregelmäßiges Netz aus Feldwällen. Sie setzen sich unter den Sedimenten fort und sind dementsprechend älter. Sie wurden vor der Aufnahme der Bewässerung angelegt, um bei einsetzender Überflutung das Wasser in kleineren Kammern zurückhalten zu können. Die Sedimentierung von feinem und fruchtbarem Ton und Silt wurde so beschleunigt. An eine Bewirtschaftung dieser Lavaflächen konnte natürlich erst gedacht werden, nachdem sie mit einer recht mächtigen Siltlage abgedeckt waren.

Die Ablagerungen sind sehr feinkörnig, mit einem Medianwert im Feinsilt und bestehen in der Feinsandfraktion überwiegend aus Glimmer. Eine genetische Zuordnung dieser Sedimente fällt recht schwer, da sowohl Anzeichen für Stauraumsedimente (Schichtung, wenig Oberflächenformen, hoher Tonanteil) als auch solche für Bewässerungssedimente (rechteckiges Erosionsmuster, Wasserverteiler, Feldwälle, wenig Quarz in der Feinsandfraktion) vorhanden sind. Auch die Höhen der Sedimente, deren Oberflächen zwischen 1194,4 m NN im Süden und 1192,8 m NN im Norden liegen, sprechen eher für Bewässerungssedimente, da sie als Stauraumsedimente von al-Mabnā zu hoch liegen würden. Daher neige ich zur Annahme, daß es sich um randlich gelegene Bewässerungssedimente handelt, auf denen nicht alle Jahre angepflanzt wurde. Wahrscheinlich gelangte nur die in den zentral gelegenen Feldern nicht benötigte Restwassermenge auf diese peripheren Bewässerungsflächen. Dabei konnte es vorkommen, daß sie flächenhaft überschwemmt wurden. Möglicherweise bestand zudem ein, dem Rand der Oase entlang führender Sammelkanal, der überschüssiges Wasser aufnahm und schadlos wegführte. In diesem Zusammenhang sind vielleicht auch die im östlichen Rücken der schmalen Lavazunge angebrachten Vertiefungen zu sehen, die z.T. mit Mörtel ausgepflastert sind. Es würde sich dabei um Kanäle handeln, die aus der anstehenden Lava ausgebrochen wurden[50].

Weiter nördlich, also dort, wo das Wādī al-Ǧufayna nach Osten umbiegt, sind viele weitere, kleinere Sedimentreste erhalten geblieben. Sie gleichen in ihrem Aufbau stark den oben beschriebenen. Allerdings liegen sie wesentlich tiefer als diese, so daß sie bereits in den Staubereich von al-Mabnā fallen. Dennoch treten einzelne Kanalstrukturen auf, die weitgehend parallel zum Wadi verlaufen. Eine Zuordnung zu den Oasensedimenten erscheint wahrscheinlich, ist aber noch nicht belegt.

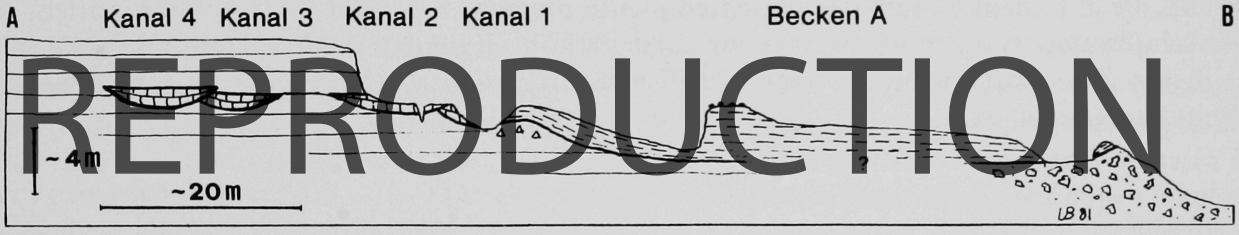
Wesentlich interessanter ist das rechte Ufer des Wādī al-Ǧufayna, das sich an die Oasensedimente anlehnt. In der Biegung des Wadis sind verschiedene diskordante Lagerungen erkennbar, die als Kanäle interpretiert werden können (Abb. 26). Anhand der Überlagerungen läßt sich zeigen, daß sämtliche Strukturen älter sind als die jüngsten Partien der angrenzenden Nordoase. Der Schichtenverlauf zeigt weiter, daß innerhalb der Oasen größere Wasserbecken bestanden, die landwirtschaftlich nicht genutzt wurden. Dies kann aufgrund der fein geschichteten Silte im nördlichen Teil angenommen werden, die auf einer Fläche von beinahe 2 ha nachweisbar sind und direkt dem natürlichen Schuttfächer auflagern (Becken A). Auch Kanal 4 weitet sich im Südwesten zu einem Becken (Becken B). Dieses ist beträchtlich kleiner als Becken A. Ungewiß bleibt, ob die über 2 m dicke, das Wādī al-Ǧufayna sperrende Dammauer in Zusammenhang

50 Der von DAYTON (1975, Fig. 6) postulierte und von WADE (1979, Pl. 3a) übernommene Kanal, der den Höhenlinien folgend westlich und nördlich von al-Ǧufayna entlang führt, weist eine ähnliche Lage wie der oben erwähnte auf. Nach ihnen hätte er eine konträre Funktion besessen, indem er der Zuleitung von Bewässerungswasser diente und nicht der Wasserentsorgung. Gegen diese Interpretation sprechen vor allem die topographischen Verhältnisse.



NOT FOR

Abb. 26a. Kartenskizze eines Ausschnittes vom Westrand der Nordoase. Die Erosion hat sich stark in die Nordoase eingetieft und alle Stauraumsedimente weggeräumt. Mit Hilfe fein geschichteter Silte konnten zwei Becken abgegrenzt werden. In den Runsen wurden Überläufe aufgebaut, die zur schadlosen Ableitung des Restwassers dienten. (Genaue Lage vgl. Abb. 24)



REPRODUCTION

Abb. 26b. Skizze eines Profils durch den Nordrand der Oasensedimente. Eine Abfolge von Becken und Kanälen tritt auf, wobei Becken A bzw. Kanal 1 die älteste, Kanal 4 die jüngste Struktur darstellt.

mit dem Kanalbecken zu bringen ist. Für einen Zusammenhang spricht die gegenseitige Lage; dagegen die Bauweise der Dammauer, die im gleichen Baustil konstruiert ist wie die Mauern von al-Mabnā. Diese Bauweise ist sonst nur an den, in den höchsten Horizonten der Oasen anzutreffenden Wasserbauten zu beobachten. Sie ist eindeutig in eine späte Phase der Bewässerungswirtschaft von Mārib zu stellen. Dies widerspricht aber dem stratigraphischen Befund, wonach die Strukturen in eine relativ frühe Phase einzuordnen sind. Ich neige eher zur Auffassung, daß die Dammauer in einer späten Phase gebaut wurde. Im Südosten hätte sie damals mit einem Auslaß an die Oasensedimente angeschlossen und im Nordwesten mag ein Erddamm die sicher mehrere Meter hohe Dammauer fortgesetzt haben. Eventuell wurde sie auch auf dieser Seite von Bewässerungssedimenten begrenzt. Die zur Dammauer gehörigen Kanäle lagerten in einem heute erodierten Niveau.

In gleicher Bauweise wie die Dammauer sind mehrere Wasserbauten erstellt, die nachträglich in die Runsen der Nordoase hineingebaut worden waren. Da sie aufgrund ihrer Höhenlage kaum der Wasserverteilung dienen konnten, sind sie wohl eher als Funktionsbauten für die Wasserentsorgung anzuschauen. Sie schützten die Randstufen der Oasen vor der Erosion, indem sie das Überschußwasser über eine gemauerte Schwelle ableiteten. Sie werden als Überlauf bezeichnet. Es wäre nun möglich, daß dieses Wasser durch die Dammauer aufgestaut wurde, um im unteren Abschnitt der Oase erneut genutzt zu werden.
Auf der gegenüberliegenden, nördlichen Seite des Wadis sind einzelne Sedimentpakete erhalten geblieben. Sie bestehen vorwiegend aus geschichtetem Silt (Tab. 1, Probe UB 80-12) und erreichen stellenweise Höhen von bis zu 5 m[51]. Es fällt auf, daß sie an den steilen Rändern der Lavazunge beinahe horizontal auslaufen und keinerlei Rutschungserscheinungen zeigen. Bei einer großen Wassertiefe, was bei einem Stausee von Zeit zu Zeit gegeben gewesen wäre, würden die Ablagerungen ein Anschmiegen an den Untergrund zeigen und allmählich auskeilen. Aus diesem Grund ist eine Zuordnung dieser Sedimente zur Nordoase wahrscheinlich.
Stauraumsedimente die im Zusammenhang mit al-Mabnā stehen, finden sich nur noch im unmittelbaren Bereich der Dammanlage. Sie zeichnen sich durch eine klare Schichtung aus und weisen an ihrer Oberfläche oft große, tiefgreifende Trockenrisse auf (Taf. 9 b). Ihre Verbreitung ist sehr gering. Seitdem der Damm von al-Mabnā geborsten ist, hat sich das Wādī as-Sā'ila stark eingetieft, sein Bett ausgeweitet und dabei die Stauraumsedimente weitgehend erodiert (Abb. 27).
Zusammenfassend kann zu den in al-Ğufayna gelegenen Sedimentresten folgendes festgehalten werden: Sie grenzen ein Gebiet, von mehr als 200 ha ab und bestehen weitgehend aus dem gleichen Material wie die Nordoasensedimente (Tab. 1). Höhenmäßig lagen sie über dem Niveau des zeitweiligen Stausees von al-Mabnā. Einige Wasserverteiler und Kanalstrukturen konnten lokalisiert werden. Demnach handelt es sich um randlich gelegene Oasensedimente, die später durch eine Rinne vom Zentralteil getrennt wurden. In diese Vertiefung wurden Wasserbauten gestellt, die z. T. dem Schutz der Oasensedimente dienten, z. T. aber die Funktion hatten, das Überschußwasser wieder aufzustauen, um es den erhöht liegenden Feldern zuführen zu können. Zu diesen Zweckbauten gehört auch die Dammanlage von al-Mabnā, die im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

c) Al-Mabnā

Das Bauwerk al-Mabnā ist auf einer gegen die Nordoase vorspringenden Lavazunge angelegt. Es besteht im wesentlichen aus drei Dammauern und einem komplizierten Auslaßsystem. Die Dammauern bestehen in ihrem Kern aus unbearbeiteten Lavabrocken. Eine mehrere Zentimeter mächtige Mörtelschicht überzieht die Steinfüllung, wobei die Mauern durch mehrere Mörtelabschlüsse in einzelne Lagen gegliedert werden[52]. Meistens sind drei aufeinander geschichtete Lagen erkennbar, die in sich geschlossen sind. Durch diese vertikale Unterteilung wurde eine größere Stabilität erreicht. Die Umrahmung der Auslasse wird durch massive Bauten aus spolierten Kalkquadern gebildet.

51 Leider fehlen die Unterlagen, um sie höhenmäßig absolut einzuordnen.

52 Der lageweise Aufbau von Mauern ist in Südarabien weit verbreitet. Im Ḥaḍramawt wird diese, allgemein als „ḥabl" bekannte Bautechnik noch heute für Wasserbauten angewendet (SERJEANT 1964, S. 43). Um Mārib wird die ḥabl-Technik vor allem im Hausbau verwendet (Swiss Technical Co-Operation 1978, S. II/135). In einer Inschrift aus Ṣirwāḥ ist sie auch für die antike Zeit belegt (RYCKMANS, G. 1949 in SERJEANT 1964, S. 43).

NOT FOR REPRODUCTION

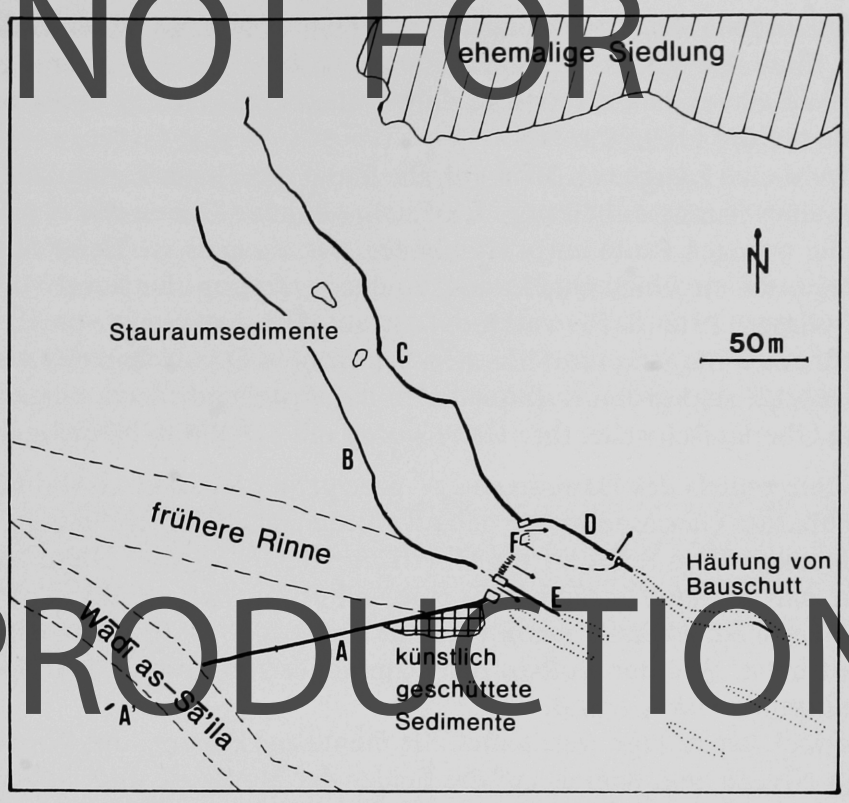


Abb. 27. Skizze der Dammanlage al-Mabnā. Großbuchstaben bezeichnen einzelne Bauelemente, auf die im Text Bezug genommen wird. Auslaßrichtungen sind mit Pfeilen gekennzeichnet.

Es folgt eine Beschreibung der einzelnen Teile der Dammanlage (Abb. 27).

A: Diese Dammauer sperrt das Wādī as-Sā'ila ab. Sie ist rund 190 m lang, etwa 8 m hoch und weist an ihrer Basis nur eine Breite von 3,5 m auf. Zur Stärkung wurden auf der Südostseite Bewässerungssedimente herantransportiert und angelagert (Taf. 15 a). Die Dammauer A kann in drei Teile gegliedert werden. Der Nordostabschluß wird durch einen, nach Osten abgewinkelten Quaderbau gebildet. Daran schließt eine mehrstöckige Dammauer an. Der folgende, durch das Wadi angeschnittene Mauerteil weist keine Lagen auf. Er scheint später angebaut worden zu sein. Vermutlich war er nötig geworden, als das Wasser des Staubeckens randlich der damals kürzeren Mauer durchbrach und eine Runse in die Nordoasensedimente erodierte. Zu dieser Flickstelle gehört auch der kleine Dammrest A', der auf die Bewässerungssedimente aufgesetzt ist (Brunner 1980, S. 5).

B: Die Dammauer B paßt sich in ihrem gewundenen Verlauf dem Relief an. Sie erreicht eine Länge von etwa 210 m. Ihre Oberfläche verläuft horizontal. Wegen des ansteigenden Geländes nimmt ihre Höhe vom Auslaßbau weg stetig ab. Ihre Oberfläche liegt sichtbar tiefer als A und C. Zum Auslaß hin besteht kein gemauertes Ende. Wahrscheinlich schloß sie an die Westseite des Kalkbaus an.

C: Die Dammauer C verläuft in einem mittleren Abstand von 40 m in der gleichen Richtung wie B, und ihre Anlage folgte den Erhöhungen des felsigen Untergrundes. Auch sie keilt zum Hang hin allmählich aus, entsprechend ihrer größeren Höhe aber einige Meter oberhalb der Dammauer B. Ihre Länge mißt rund 240 m. Beim Auslaß schließt sie an einen soliden Quaderbau aus behauenen Kalksteinen an.

D: Vom obigen Quaderbau führt die Mauer D etwa 60 m gegen das Wādī as-Sā'ila hinaus. Nahe beim heutigen Ende der Mauer liegt ein weiterer Auslaß. Er ist beidseitig von Kalkquadern gesichert, wobei Teile davon heute verstürzt sind. Nahe bei C erreicht D die höchste Höhe der ganzen Anlage. Sie beträgt 1188,54 m NN.
E: Die Mauer E weist eine Länge von 30 m auf. Sie hängt mit einem Kalkquaderbau zusammen, der die linke Seite eines Auslasses befestigt. E erreicht ähnliche Höhen wie A und C.
F: F bezeichnet die wenigen Reste eines Kalkbaues, der ehemals an dieser Stelle stand. Wahrscheinlich handelt es sich um einen Quaderbau, an den wadiseitig eine heute vollständig zerstörte Mauer anschloß. Glaser (1913, S. 50) verbindet sie mit dem Endpunkt von E. Der Geländebefund weist eher auf einen Mauerverlauf hin, der zum rechten Quaderbau des Auslasses in D hinzielt. Zwischen E und F sind große Kalkquader in die anstehende Lava eingelassen. Sie bilden offensichtlich eine Überlaufschwelle. Ihre Höhe wurde mit 1180,39 m NN eingemessen.

Bereits früher konnte mittels des Dammrestes A' gezeigt werden, daß al-Mabnā nach der Ablagerung der benachbarten Oasensedimente gebaut worden ist (Brunner 1980, S. 5). Die Basis der Bauanlage liegt beinahe 10 m tiefer als die Oberfläche der Nordoase. Diese Höhenverhältnisse weisen darauf hin, daß an dieser Stelle bereits eine tiefe Rinne bestand. Es kann somit angenommen werden, daß das Wādī as-Sā'ila schon vor dem Bau von al-Mabnā eine Rinne in die Oasensedimente erodiert hatte. Wie der Aufbau der Dammauer A vermuten läßt, lag die Wadimitte ungefähr im Schnittpunkt von A und B.
Damit wird der Zweck der Anlage angedeutet. Sie diente zur Fassung des Wassers und zu seiner Anhebung auf ein Niveau, von dem es auf die Felder der Nordoase und diejenigen um Dār as-Sawdā' geführt werden konnte. Diese Interpretation führt gezwungenermaßen zum Schluß, daß sie in *einer* Bauphase bis ungefähr auf die heutige Höhe konstruiert wurde. Die Hypothese von Glaser (1913, S. 49): „Die dreischichtige Bauart der Mauern dürfte zu dem Schluß berechtigen, daß an dem Gebäude in verschiedenen Zeiten gearbeitet wurde", müßte demzufolge verworfen werden (Kap. D 5 f). Die Tatsache, daß die Anlage in eine bestehende Rinne hineingebaut wurde, deutet darauf hin, daß sie einer relativ späten Phase zuzuordnen ist. In die gleiche Richtung weist ihr Baustil. Er basiert auf rein funktionalen Aspekten und ist dadurch rein zweckdienlich. Die gleiche ḥabl-Technik findet sich durchwegs an Wasserbauten der Spätphase, wie z. B. bei den nachträglich in die Erosionsrinnen hineingesetzten Überläufen (Taf. 19). Schon Glaser (1913, S. 50) hat darauf hingewiesen, daß die Inschriften an den Auslaßbauten von al-Mabnā von anderen Gebäuden stammen. Daraus zog er ebenfalls den Schluß, daß die Anlage einer späten Epoche der Bewässerungsgeschichte zuzuordnen ist.
Aufbauend auf den oben aufgeführten Überlegungen wäre eine mögliche Interpretation des Funktionssystems der Dammanlage von al-Mabnā folgendermaßen:

– Die Dammauer A sicherte den rechten, aus Bewässerungssedimenten bestehenden Wadirand vor der Erosion. Zusammen mit B, die vermutlich mit E verbunden war[53], hatte sie die Aufgabe, das anströmende Wasser zu kanalisieren. Über den zwischen A und E gelegenen Auslaß wurde das Wasser kontrolliert weggeleitet und über die in den Sedimenten der Nordoase noch heute sichtbaren Kanäle der Gegend um Mārib zugeführt.

53 Bei al-Mabnā kann an verschiedenen Stellen beobachtet werden, daß Ansatzstellen der mit Mörtel versehenen Dammauern an die Kalkquaderbauten am stärksten dem Zerfall ausgesetzt sind. Nachdem die Anlage verlassen war, floß der Sayl oder zumindest Teile davon durch die zwischen A und E gelegene Öffnung. Dabei wurde B an der Ansatzstelle zu E zerstört, so daß das Wasser auch zwischen E und F abfließen konnte. Dies erklärt zudem, weshalb sämtliche Stauraumsedimente in diesem Bereich erodiert wurden. Daß solche vorhanden waren, belegen kleine Sedimentreste zwischen B und C, sowie westlich B.

- B diente als Überlaufmauer, deshalb war sie weniger hoch gebaut als A und C. Vermochte der Auslaß zwischen A und E die anfallende Wassermenge nicht mehr abzugeben, so floß das Überschußwasser auf breiter Front über B hinweg in das schmale, durch C abgegrenzte Bekken hinein. Zudem entlastete B die Dammauer C vom aufkommenden Wasserdruck, da anzunehmen ist, daß C nicht vollständig von Sedimenten abgestützt wurde, wie dies für A zutrifft.
- Zwischen E und F käme die Hochwasserentlastung zu liegen. Die Hochwasserspitzen wären über die bestehende Schwelle an das Wadi abgegeben worden.
- Zwischen F und dem Kalkquaderbau an der Nahtstelle von C und D befindet sich ein weiterer Auslaß, der in ein Tosbecken hineinführte. Dieses wurde auf der linken Seite durch D begrenzt und rechts durch eine Mauer vom Hochwasserkanal getrennt. Vom Tosbecken floß das Wasser durch den in der Mauer D gelegenen Auslaß in einen Kanal, der die Felder am linken Rand des Wādī as-Sā'ila bewässerte.

Das oben erläuterte Funktionssystem beruht teilweise auf hypothetischen Annahmen. Es soll deshalb als anregende Idee aufgefaßt werden, die einer fundierten Prüfung harrt. Insbesondere sind genaue Feldmessungen nötig, um Kapazitätsberechnungen, Höhenvergleiche und Überlegungen zur Stabilität anstellen zu können. Erst aufgrund solcher Untersuchungen werden besser abgestützte Aussagen möglich sein.

d) Von al-Mabnā wegführende Kanäle

Rund 300 m östlich al-Mabnā konnten am rechten Ufer des Wādī as-Sā'ila in den Sedimenten der Nordoase Kanalstrukturen festgestellt werden. Die z. T. noch vorhandenen Kanalsedimente sind heller als die Bewässerungssedimente und gut sichtbar gebankt. Tiefgreifende Trockenrisse durchziehen die aus den gleichen Korngrößen wie die Bewässerungssedimente aufgebauten Kanalablagerungen. Wo ein Kanal im Querprofil freigelegt ist, sind seine Ausmaße zu erkennen. Dabei zeigen sie eine maximale Breite von 20 m und eine größte Tiefe um 3 m. Damit entsprechen sie in ihrer Größe weitgehend den Primärkanälen der Oasen.
Stellenweise sind die Kanäle um mehrere Meter in die bereits bestehenden Bewässerungssedimente eingetieft worden. Damit darf angenommen werden, daß sie nicht der Bewässerung dieser Partien der Nordoase dienten, sondern von al-Mabnā ausgehende Primärkanäle darstellen. Sie übernahmen die Aufgabe, das Wasser in die Nähe von Mārib zu bringen.
Südlich Dār as-Sawdā' können am rechten Wadirand drei solche Kanalstrukturen lokalisiert werden (Abb. 24). Der am tiefsten gelegene Kanal (K 1) ist nur durch einen kleinen Sedimentrest vom Wādī as-Sā'ila getrennt. Er kann knapp über 100 m verfolgt werden, dann streicht er erneut ins Wadi aus. Mit etwa 10–15 m Breite und 1,5–2 m Tiefe ist er kleiner als die anderen zwei. Er kann damit kaum die gleiche Funktion wahrgenommen haben.
Etwas höher und weiter vom Wadi abgerückt befindet sich Kanal 2 (K 2). Er setzt unmittelbar östlich al-Mabnā ein und zieht in geschwungenem Lauf etwa parallel zum Wādī as-Sā'ila nach ONO, immer wieder durch einzelne Kanalsedimentreste am Rand der heutigen Rinne markiert (Taf. 15 b). Südlich Dār as-Sawdā' stehen am linken Kanalrand zwei Wasserverteiler, nach nicht ganz einem Kilometer drei weitere und 150 m später quert er einen Tell. Auf dem rechten Tell sind Gebäudegrundrisse sichtbar, auf dem linken mehrere Verteiler. Hier biegt K 2 nach Osten um und erreicht nach 250 m ein, aus mehreren Bauten bestehendes Verteilersystem. Von diesem aus führen mindestens drei Kanäle weg. Der wichtigste behält weiterhin die Richtung nach Mārib, verläuft über eine große Runse hinweg und erreicht einen mit einer Steinabdeckung befestigten Kanalrand. Dieser wurde schon von Glaser (1913, S. 177) wahrgenommen und als Damm

gedeutet. Er steht nur indirekt im Zusammenhang mit K 2. Er wurde nötig, als der unten zu besprechende Kanal 3 gebaut wurde, der an dieser Stelle K 2 berührt. Damit war der mit Steinen abgedeckte Kanalwall zugleich rechter Kanalrand von K 2 und linker von K 3. Da er stellenweise auf die Kanalablagerungen von K 2 auflagert, ist anzunehmen, daß K 2 nicht mehr benützt wurde, nachdem K 3 angelegt war. An den durch die große Runse freigelegten Querprofilen kann beobachtet werden, wie K 2 mehrfach erhöht wurde. Dabei wurden mehrere Meter Kanalsedimente abgelagert. An einer Stelle steht am nördlichen Rand auf tieferem Niveau ein größerer Bau, vorwiegend aus vulkanischer Brekzie bestehend. Er scheint erst später durch die Erosion freigelegt worden zu sein. Wahrscheinlich handelt es sich um einen wichtigen Verteilerbau aus einer früheren Epoche, der nicht im Zusammenhang mit K 2 steht. Der weitere Verlauf von K 2 wurde nicht abgegangen. Nach dem Luftbild zu schließen, verläuft er weiterhin geradlinig auf Mārib zu, bis er sich etwa einen halben Kilometer außerhalb der antiken Stadtmauer in einer großen Runse verliert.

Kanal 3 setzt unmittelbar südlich K 2, am Rand des Wādī as-Sā'ila ein, biegt bereits nach 300 m nach Osten um und folgt dem nördlichen Rand einer Gefällstufe der Nordoase. Südlich Dār as-Sawdā' steht am linken Kanalrand ein gut erhaltener Verteiler. Seine Durchlaßhöhe wurde mit 1185,15 m NN eingemessen. Gegen Nordosten nähert er sich K 2 wieder bis auf wenige Meter. In diesem Teil erreicht K 3 Breiten bis zu 30 m und über 3 m Tiefe. Dann konnten keine Spuren mehr beobachtet werden, obwohl sein Lauf im Luftbild durch eine Runse angedeutet zu sein scheint. Erst knapp 1 km östlich zeigen helle Reste von Kanalsedimenten seine Fortsetzung an. Bei den großen Runsen leiten ausgedehnte Reste von Kanalsedimenten zum steinbedeckten Wall hin. Dessen Oberkante liegt auf 1181,54 m NN, die Basis auf 1179,04 m NN. Wenig östlich teilt sich K 3. Ein Ast zieht geradlinig auf Mārib zu, der andere biegt scharf nach SSO um und verzweigt sich erneut. Der Hauptast schwenkt wieder nach Osten um und führt zur Ansatzstelle einer weiten Runse[54]. Nach etwa 300 m liegt in der Längsrichtung der Runse der Rest eines Kanaldamms. Vorläufig muß die Frage unbeantwortet bleiben, ob dieser mit K 3 in Zusammenhang zu bringen ist oder nicht (Kap. C 6 b).

Von den wenigen vorhandenen Höhenwerten ausgehend, ergibt sich für Kanal 3 folgendes Gefälle:

Ort	Höhe NN	Angenommene Wasseroberfläche	Höhenunterschied	Distanz	Gefälle	
al-Mabnā	1188,54 m	1188,0 m NN				
			2,5 m	0,8 km	3,1‰	
Verteiler	1185,15 m	1185,5 m NN				1,6‰
			4,5 m	3,5 km	1,3‰	
Kanaldamm	1181,54 m	1181,0 m NN				

Diese Ergebnisse verdeutlichen die Ansicht, daß die heutige Höhe von al-Mabnā ausreichte, um ihrer Aufgabe gerecht zu werden. Sie bestand darin, das anfallende Wasser so hoch aufzustauen, daß Teile der Nordoase, vor allem das Gebiet um Mārib, mit Wasser versorgt werden konnten.

54 Bei der stereoskopischen Betrachtung der Luftbilder fällt einem auf, daß an dieser Stelle eine, als Kanal interpretierbare, lineare Struktur aus der Runse austritt und geradlinig auf das Westtor der antiken Stadtmauer zuläuft. Es sei deshalb die Frage aufgeworfen, ob an dieser Stelle tatsächlich ein Tor anzusetzen ist oder ob hier nicht eventuell eine Speicheranlage bestand, welche das Wasser aufnahm. Könnte es sich nicht um ein inschriftlich erwähntes MḤFD handeln (vgl. PIRENNE 1977, S. 200 ff.).

Nun erscheint auch die Anordnung der Auslasse von al-Mabnā in anderem Lichte. Der zwischen A und E gelegene Auslaß hatte die oben besprochenen Primärkanäle zu bedienen. Da sie auf Mārib zuführten, waren sie die wichtigsten Kanäle und erhielten dementsprechend zuerst Wasser. Erst wenn das Wasserangebot die Kapazität des Primärkanals erreichte, floß das Wasser über die Dammauer B hinweg und konnte für andere Gebiete genutzt werden.

e) Kanäle in den Lavafeldern um al-Mabnā

Im Nordwesten und Norden von al-Mabnā können verschiedentlich Kanäle beobachtet werden (Abb. 24). Wie mit einem Klinometer festgestellt wurde, verlaufen sie etwa in gleicher Höhe wie die höchsten Baureste von al-Mabnā. Es wäre demzufolge naheliegend, sie mit dieser Dammanlage in Verbindung zu bringen. Allerdings gibt es auch Gründe, die gegen eine solche Annahme sprechen.

Ein wichtiger Grund ist der 1 km oberhalb der Dammanlage gelegene Beginn des Kanals. Er ist an dieser Stelle in einen Lavariegel eingetieft und wadiseits mit einer einfachen Mauer aus Lavaquadern abgesichert. Nach Südosten kann er auf den anschließenden, bewässerungsbedingten Sedimenten weiterverfolgt werden. Nach einer kleinen Unterbrechung taucht er wieder als Vertiefung in der Lavazunge auf, die al-Mabnā als Fundament dient. Ungefähr der Höhenkurve folgend führt er in geschwungenem Verlauf über sie hinweg, wobei in der stärksten Biegung die talseitige Kanalwand fehlt. Er durchquert hier ein von mächtigen Feldwällen bestücktes Gebiet. Dann wird er von einem kleinen Wadi unterbrochen, um dann erneut als eingetiefte Rinne in der Lava manifest zu werden. Seine weiteren Spuren sind durch ein zweites kleines Wadi verwischt worden.

Zwischen dem oben beschriebenen Kanal und den über 150 m südöstlich gelegenen Ausläufern der Dammauern mündet vom Stauraum her ein weiterer, ungefähr 2 m tiefer und ebenso breiter Kanal in die Lavazunge ein. Er führt dem Südrand des mit Feldwällen strukturierten Gebietes entlang und teilt sich am Ostrand in zwei Arme. Der linke Arm biegt nach Nordosten um und streicht am Rand der Lavazunge in die Luft aus. Ein Baurest deutet an, daß er an dieser Stelle geschützt war. Der rechte Arm führt nach Osten weiter. Er ist rudimentär ausgebildet und nur über wenige Meter erkennbar.

Würden diese Kanäle dem Bewässerungssystem von al-Mabnā zugeordnet werden, so wäre nicht einzusehen, weshalb sie derart weit oberhalb der Sperre einsetzen. Wären sie aus einem Stausee gespiesen worden, so hätte ein kurzer Kanal an der schmalsten Stelle der Lavazunge genügt, um Wasser wegzuleiten. Aber auch dieser Kanal hätte nur Wasser geführt, wenn der Stausee vollständig gefüllt war. Dies war aber sicher während einer sehr kurzen Zeit des Jahres der Fall.

Deshalb ist es wahrscheinlich, daß die Kanäle einem älteren System angehören. Von der Höhenlage her kann dies nur ein System sein, das vom Hauptdamm im Wādī Ḏana ausging. Damit würden die Kanäle aus einer Zeit stammen, als die Nordoase noch bis an die nördlich gelegenen Lavafelder anschloß. Es würde sich somit um Randkanäle handeln, die in die erhöht liegenden Lavazungen eingetieft wurden, sonst aber in den Bewässerungssedimenten verliefen (vgl. Anm. 50).

Der obere Kanal wäre etwas jünger als der untere. Zur Zeit als der obere Kanal in Betrieb stand, war es auch möglich, die beidseits gelegenen Felder zu überschwemmen. Die hohen Feldwälle sollten dazu dienen, den im Wasser mitgeführten Silt und Ton aufzufangen, um so auf den unfruchtbaren Lavafeldern einen bebaubaren Boden zu erhalten. Sie verloren ihren Zweck, als sich, am Rande der Lava, das Wasser eine Rinne in die Bewässerungssedimente eintiefte und die Kanäle derart von der Nordoase abgetrennt wurden. Dies wäre ein weiterer Hinweis darauf, daß

die am linken Rand des Wādī al-Ǧufayna gelegenen Sedimente der Nordoase zuzurechnen sind und nicht erst als Folge der Anlage al-Mabnā abgelagert wurden.

f) Die Sedimente von Dār as-Sawdāʾ und Umgebung

Dazu zählt der zusammenhängende Sedimentkomplex, auf dem die Ruine Dār as-Sawdāʾ liegt, sowie alle übrigen, nördlich des Wādī as-Sāʾila und südwestlich des Wādī al-ʿAlīb gelegenen, vereinzelten Reste von Bewässerungssedimenten. Gerig-Schoch (1980b) kartierten nördlich von Dār as-Sawdāʾ und nordwestlich des Wādī al-ʿAlīb zwei Gebiete mit Feldwällen. Werden sie zum ehemals bewässerten Gebiet mitgerechnet, so ergibt sich nördlich des Wādī as-Sāʾila eine Gesamtfläche von rund 350 ha Land, das ehedem bewirtschaftet wurde.
Die Mächtigkeit der Sedimentreste schwankt sehr stark. Sie erreicht maximal 10 m. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß der am nördlichsten gelegene Rest eines Bewässerungssedimentes immer noch über 3 m Höhe aufweist. Dies deutet darauf hin, daß hier noch nicht der äußerste Rand der antiken Bewässerungsfläche lag.
In ihrem Aufbau unterscheiden sich die Bewässerungssedimente um Dār as-Sawdāʾ nicht von denjenigen der Nordoase (Tab. 1). Sowohl der mineralische Gehalt als auch die Korngrößenzusammensetzung sind die gleichen. Dieser Umstand läßt den Schluß zu, daß die Sedimente gleicher Herkunft sind und demnach dem Sayl des Wādī Ḏana entstammen. Es treten ebenfalls viele kleine Wurzelröhrchen auf. Im vertikalen Aufbau wurden geringfügige Unterschiede festgestellt. Die an der Basis gelegenen Bewässerungssedimente weisen beinahe keinen Sand auf. Demgegenüber zeigen die oberflächennahen Ablagerungen bei gleichbleibendem Anteil der Tonfraktion einen Sandgehalt von gegen 30%. Dies könnte dahingehend interpretiert werden, daß bei einsetzender Bewässerung das Wasser über das Kanalnetz der Nordoase diesem Randbereich zugeführt wurde. Dabei blieb der Sand unterwegs liegen. In späterer Zeit gelangte das Wasser über al-Mabnā auf die Felder. Auf diesem Wege wies das Wasser stets eine Fließgeschwindigkeit auf, die es ihm erlaubte, auch Sand mitzutransportieren.
Damit wäre mit Hilfe der Zusammensetzung der Bewässerungssedimente gezeigt, daß die Dammanlage von al-Mabnā zur Regulierung des Wassers des Wādī Ḏana diente. Es strömte an der tiefsten Stelle des Hauptdamms, nämlich bei der Überlaufmauer des Nordbaus ins Wādī al-Ǧufayna. Hierauf floß es im Wadibett bis al-Mabnā, wo es aufgestaut wurde und über einen Kanal auf die Felder gelangte.
Die nordöstlich Dār as-Sawdāʾ gelegenen Sedimentkomplexe sind an ihrer Oberfläche reich an Formen. Vor allem treten immer wieder Pflugspuren auf (Taf. 8b). Sie können in jedem Niveau beobachtet werden, wobei die tiefstgelegenen nur ½ m über dem natürlichen Untergrund vorkommen. Die Felder wurden demnach schon bei geringer Sedimentbedeckung bewirtschaftet. Daneben sind auch Erdringe und vereinzelte Grabstrukturen sichtbar. Ein schwer einzuordnendes Netz von Kanälen und Feldwällen begründete das rechteckige Erosionsmuster. Verschiedentlich finden in den Bewässerungssedimenten angedeutete Kanäle in der Lava ihre Fortsetzung. Die häufigste gemessene Breite der Kanäle lag bei 6 m, die Tiefe um 1½ m. Auf der Lava wurden an verschiedenen Orten aus basaltischen Lavabrocken aufgebaute Mauern angetroffen. Sie übernahmen wahrscheinlich die Funktion von Dämmen, die dazu dienten, das auf weiter Fläche fließende Wasser zu sammeln und an Kanäle abzugeben. Denn auch für diesen Teil der Oase ist anzunehmen, daß die Fruchtbarmachung der Lavafelder durch flächenhaftes Überschwemmen geschah.
Auf den Feldern des Sedimentkomplexes von Dār as-Sawdāʾ scheint dieses Bewässerungssystem auch später beibehalten worden zu sein. Hier hat die Erosion breite Rinnen in die Oberfläche

eingetieft. Trotz intensiver Suche konnten in der Nordost-Hälfte keine Kanalsedimente gefunden werden, ebenso sind durch die Runsen keine Kanäle angeschnitten worden. Dafür wurden mehrfach große und kleine Feldwälle lokalisiert, die zueinander parallel von Nordwesten nach Südosten verlaufen (Taf. 10 b). Am Rand der großen Feldwälle, die aber heute nur noch als Negativabdrücke in Form von flachen Rinnen vorhanden sind, stehen einige Wasserbauten. Ihre Aufgabe bestand wahrscheinlich darin, das Wasser schadlos von einem Feld durch den Feldwall hindurch ins benachbarte Feld zu leiten. Ihrer Funktion nach würde es sich um gemauerte Durchlasse handeln (Kap. D 3 b). Diese Bewässerungstechnik würde auch die große Wassertiefe auf den Feldern erklären, die, nach dem sedimentologischen Befund zu schließen, bei über ¾ m lag (Kap. C 4 h).

Dār as-Sawdā': Die sehr stark zerfallene Ruine von Dār as-Sawdā' besteht aus einer Schutzmauer, die das Gebäude vollständig umgibt und einem, mit geschlossenen Kammern versehenen, rechteckigen Bau, der seinerseits einen Hof umschließt (Wade 1979, Abb. 12). Die Mauern sind durchweg aus Basaltquadern aufgebaut. Es ist kein Mörtel sichtbar. In den Kammern liegen des öfteren menschliche Knochen herum. Im Süden schließt ein Grabfeld an das Gebäude an. Die fenster- und türlosen Kammern könnten, zusammen mit dem Grabfeld und den herumliegenden Knochen darauf hinweisen, daß es sich bei Dār as-Sawdā' um eine Grabstätte handeln könnte.

Der verschwemmte Bauschutt verdeckt die angrenzenden Bewässerungssedimente. Nach den wenigen Stellen zu schließen, in denen sie sichtbar sind, handelt es sich um eine künstliche Schüttung. Demnach wäre Dār as-Sawdā' auf einen von Menschenhand geschaffenen Hügel gebaut worden.

g) Zusammenfassung

Durch das Wādī al-Ǧufayna/Wādī as-Sā'ila sind randlich gelegene Bewässerungssedimente von der Nordoase abgetrennt worden. Ursprünglich scheinen sie von der Nordoase aus geschüttet worden zu sein und mit dieser ein zusammenhängendes Bewässerungsgebiet gebildet zu haben, das bis an die herausragenden Lavazungen der Ǧibāl Daš al-Ḫašab reichte. Ein Randkanal dürfte das bebaubare Land begrenzt haben. Außerhalb des Randkanales wurde das Gebiet wahrscheinlich flächenhaft überflutet. Dies führte zur Ablagerung fruchtbaren Feinmaterials auf den steinigen, mit Feldwällen vorbereiteten Lavafeldern. Die Höhen der höchsterhaltenen Bewässerungssedimente, die auf über 1194 m NN liegen, deuten darauf hin, daß die randlich gelegenen Gebiete sicher bis in nachchristliche Zeit von der Nordoase oder eventuell direkt vom Nordbau aus mit Wasser versorgt wurden.

Solange aber zu den Lavafeldern hin ein geschlossenes Bewässerungsgebiet bestand, konnte beim Nordbau keine Hochwasserentlastung nach Norden hin existiert haben, da sonst die Felder beschädigt worden wären. Mit der Erniedrigung der Schwergewichtsmauer zu einem Überlauf wurde das Gebiet von al-Ǧufayna als landwirtschaftlich genutzte Fläche aufgegeben. Das episodisch auftretende Hochwasser schnitt alsbald Rinnen in die bestehenden Bewässerungssedimente. Die seitlichen Runsen wurden durch gemauerte Überläufe vor weiterer Erosion geschützt. Um das Hochwasser nutzen zu können, wurde in die Hauptrinne die Dammanlage al-Mabnā gebaut. Als Fundament wurde eine ins Bewässerungsgebiet vorspringende Lavazunge gewählt. Sie diente der Anhebung des Wassers auf ein Niveau, von dem aus die um Mārib gelegenen Bereiche der Nordoase bewässert werden konnten. Entsprechende Kanäle konnten im Feld nachgewiesen werden. Bei genügendem Wasserangebot wurden vermutlich auch die Felder um Dār as-

Sawdāʾ von al-Mabnā aus mit Wasser versorgt. Eindeutig al-Mabnā zuzuordnende Spuren sind im Felde kaum vorhanden. Dies hat mancherlei Gründe:

- Die durch das von al-Mabnā ausgehende Bewässerungssystem abgelagerten Sedimente unterscheiden sich in ihrem Aufbau nicht von denjenigen der Nordoase, da beide Systeme vom Sayl des Wādī Ḏana abhängig waren.
- Das System von al-Mabnā gehört der Endzeit der Bewässerungswirtschaft von Mārib an. Es lehnt sich weitgehend an das bereits bestehende der Nordoase an.
- Nach der Aufgabe der Bewässerung setzte die Erosion an der zuletzt abgelagerten Sedimentschicht ein. Daher sind heute nur noch wenige, meist in geschützter Lage befindliche Relikte des Bewässerungssystems von al-Mabnā vorhanden. Dazu zählen die Dammanlage al-Mabnā, einige Wasserverteiler sowie die, über weite Strecken verfolgbaren, in die Oasensedimente eingetieften Primärkanäle mit ihren entsprechenden Ablagerungen.

Die Dammanlage al-Mabnā war auf das vom Nordbau herkommende Wasser angewiesen. Sie konnte deshalb nur so lange in Betrieb sein, als der Hauptdamm existierte. Die von Glaser (1913, S. 49) genannte Übersetzung des Namens „Mebnâ el-Ḥašrağ“ als „Bau des Röchelns, des Absterbens“ erhält damit eine sinnvolle Bedeutung, indem al-Mabnā das letzte große Bauwerk der Bewässerungswirtschaft von Mārib war, bevor sie zur Bedeutungslosigkeit degradiert wurde (Kap. D 5 f).

8. DIE SEDIMENTE VON RAḤĀBA UND UMGEBUNG

a) Rezente Entwicklung

Dort, wo das Wādī Ḏana aus dem Gebirge austritt und die Talkammer von Arāk durchfließt, befinden sich auf beiden Seiten Relikte früherer Bewässerung. Die sichersten Zeugen der ehemaligen Bewirtschaftung sind auch hier feinkörnige Bewässerungssedimente sowie einige Wasserverteiler-Ruinen. Die Sedimentoberflächen liegen wegen der Eintiefung des Wadis heute für die Sayl-Bewässerung zu hoch, so daß sie bis vor wenigen Jahren ungenutzt blieben. Auf den Luftbildern aus dem Jahre 1973 können sie noch anhand des hellen Grautons gegenüber den dunkelgrau gefärbten Wadialluvionen und der schwarzen Lava klar abgegrenzt werden.
Nur 7 Jahre später präsentieren sie sich in stark umgestalteter Form. Schwere Raupenfahrzeuge haben Teile der Bewässerungssedimente abgebaut und zu langen Dämmen aufgeschoben (Taf. 17 a). Sie lenken den Sayl des Wādī Ḏana aus und ermöglichen damit eine Überflutung der randlich gelegenen, mit Maschinen großflächig planierten Felder. Da die maschinelle Gestaltung der Landschaft während unseren Feldaufenthalten erst richtig einzusetzen schien, muß angenommen werden, daß innert weniger Jahre die im Luftbild z. T. festgehaltenen Spuren einer ehemaligen Bewässerungswirtschaft vollständig verschwunden sein werden. Falls der geplante Stausee gebaut würde, käme das Gebiet in den Stauraum zu liegen (Electrowatt 1978: MR, Pl. 2). Dadurch würde es von Schlamm zugedeckt und für die nächsten Generationen der Erforschung vollumfänglich verlorengehen. Aus diesen Gründen erfolgt die Beschreibung und Besprechung der Sedimente von Raḥāba und Umgebung sowohl auf der Basis von Luftbildinterpretation, als auch auf den Felduntersuchungen.

b) Qāᶜ al-Hayyāl

An den nördlichen Rand des Wādī Dana schließt die sandige Qāᶜ al-Hayyāl an (Abb. 14). In ihrem nordöstlichen Teil sind beim Zusammentreffen des Wādī Qaṭūṭa und Wādī al-Hayyāl kleinere Reste von Bewässerungssedimenten erhalten geblieben. Sie sind im Nordostbereich in einzelstehende Tafeln aufgelöst, was einen Einblick in ihren inneren Aufbau erlaubt. Sie bestehen überwiegend aus Silt, wobei zwischengefügte Feinsandlagen auftreten können (Taf. 17a). Dies bewirkt eine leichte Schichtung. Relativ häufig treten Wurzelfüllungen hervor. Oberflächenformen konnten keine beobachtet werden. Eine im Luftbild angedeutete Kanalstruktur war bei der Feldbegehung bereits zerstört. Einzig ein halbkreisförmig gebauter Wasserverteiler aus mörtelüberzogenen Lavabrocken zeugt am nordseitigen Ende des abgetragenen Kanals vom ehemaligen Verteilersystem. Es konnten 4 Auslasse festgestellt werden, die vermutlich direkt aufs Feld führten. Die Mächtigkeit der Bewässerungssedimente erreicht stellenweise gegen 6 m.

NOT FOR REPRODUCTION

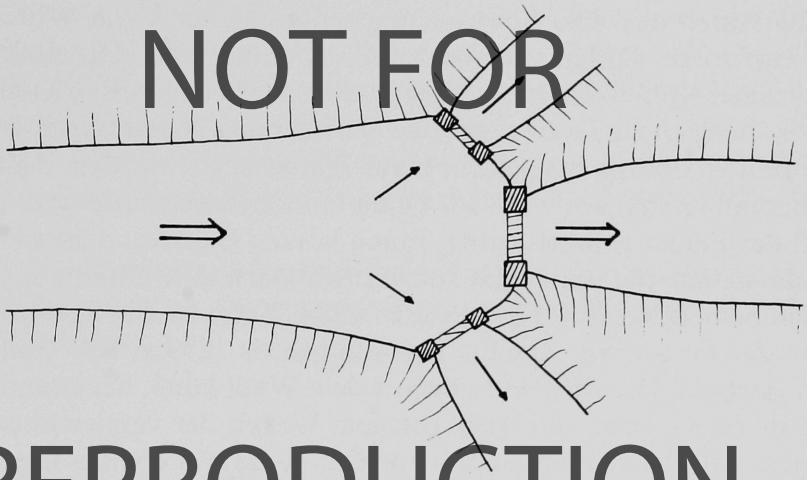


Abb. 28. Schemaskizze der Funktionsweise einer Gruppe von Wasserverteilern am Südostrand der Qāᶜ al-Hayyāl. Der mittlere Verteiler weist das tiefste Schwellenniveau auf und ist demnach der wichtigste.

Im südwestlichen Teil der Qāᶜ al-Hayyāl, etwa in der Mitte zwischen dem Wādī Ḥimār und dem Wādī as-Suwābēn, schauen punktuell Bewässerungssedimente aus den Sanden heraus. Entlang lokaler Runsen läßt sich erkennen, daß sie im Untergrund einen zusammenhängenden Komplex bilden, der von einer geringmächtigen Sand- und Kiesschicht überdeckt ist. An der nördlich gelegenen Lava keilen die Bewässerungssedimente aus. In diesem Bereich fehlt die Sand- und Kiesbedeckung, dafür werden sie von einer durchgehenden Staubhaut bedeckt, die stellenweise stark versalzen ist. Mehrere Meter mächtige Sedimentreste liegen näher beim Wādī Dana. Auch sie bestehen überwiegend aus Silt und Feinsand, wobei Wurzelfüllungen recht häufig sind. Einzelne durchlaufende Horizonte bewirken eine Bankung der Sedimente.

Neben den Bewässerungssedimenten ragen noch flache Hügel über die Ebene auf. Die Hügel tragen im Zerfall begriffene Wasserverteiler, die dennoch – ihrer Anordnung und sichtbaren Auslasse wegen – ihr Funktionssystem erkennen lassen (Abb. 28). Der Leitungskanal führte direkt auf den mit 3 Auslassen versehenen Wasserverteiler zu. Nach den Schwellenhöhen und -breiten zu beurteilen, floß der Hauptteil des Wassers geradlinig durch den mittleren Verteiler weiter. Die seitlichen Öffnungen, wenig kleiner und mit etwas höheren Schwellenniveaus zweigten das Wasser in Kanäle niederer Ordnung oder direkt auf die Felder ab. Die Verteiler sind in

der bekannten „Ḥabl-Bauweise" erstellt. Dies darf als Hinweis dafür genommen werden, daß Wasserverteiler und damit die Bewässerung dieser Ebene etwa in die gleiche Zeit zu stellen sind, wie die im gleichen Baustil erstellten Funktionsbauten am und unterhalb des Hauptdammes, also in die christliche und vermutlich vorislamische Zeit. Das Wasser wurde wahrscheinlich dem Wādī Ḏana durch einen einfach gebauten Ablenkdamm entnommen. Relikte dieser Anlage sind allerdings keine mehr auffindbar.

c) Raḥāba

Weit ausgedehntere Bewässerungssedimente als in der Qāᶜ al-Hayyāl sind in der Ebene Raḥāba erhalten geblieben (Taf. 17 b). Sie charakterisieren sich durch das rechteckige Erosionsmuster als Bewässerungssedimente, wobei die stellenweise über 6 m mächtigen Sedimentreste eine völlig horizontale Oberfläche bilden. Sie bestehen überwiegend aus Silt, dem je rund 15% Ton und Sand beigemengt sind (Tab. 1, Probe UB 80-14). Glimmer dominieren, daneben macht Quarz einen beträchtlichen Anteil aus. Die Bewässerungssedimente sind von Wurzelröhrchen durchsetzt, die sandigen Horizonte werden von Wurzelfüllungen begleitet. Die Bewässerungssedimente sind nicht die einzigen Relikte einer einst planmäßig betriebenen Bewirtschaftung. Feldwall- und Kanalstrukturen belegen zusammen mit den zerfallenden Wasserverteilern ein fixes Bewässerungssystem. Seine Ausrichtung kann nicht mehr rekonstruiert werden, doch ist anzunehmen, daß das Wasser oberhalb Raḥāba dem Wādī Ḏana entnommen wurde und über einen Primärkanal an den Rand der Felder geführt wurde. Einen kurzen Überrest dieses Primärkanals dürfte die Kanalstruktur darstellen, die rund 2 km südwestlich Qarn al-Muraytiḥ am Südufer des Wādī Ḏana in den Sanden bemerkbar ist (Gerig-Schoch 1980, Karte b). Sie liegt auf über 1210 m NN und die Oberfläche der Felder von Raḥāba auf weniger als 1210 m NN. Somit wäre genügend Gefälle vorhanden gewesen. Die Auslenkstelle aus dem Wadi hätte, bei damalig etwas höher liegendem Wadibett, in der Gegend von Arāk gelegen. Wegen der vergleichbaren Höhenverhältnisse ist anzunehmen, daß der Auslenkdamm zur Qāᶜ al-Hayyāl ebenda lag. Die Spuren dieser Anlagen sind durch das Wādī Ḏana anscheinend erodiert worden.

d) Zeitliche Einordnung

Al-Hamdānī (in Forrer 1942, S. 105) beschreibt die Gegend zu Beginn des 10. Jhs. n. Chr. folgendermaßen: „Hinter dem Damme zweigt von ihm (Wādī Ḏana) ein Seitenarm ab gegen Ruḥāba, einen Ort der Dattelpflanzungen." Demnach scheint dazumal die Ebene noch bewirtschaftet worden zu sein[55], wobei mit dem Seitenarm wahrscheinlich der Primärkanal gemeint ist, der Raḥāba mit Wasser versorgte. Anzeichen für die von Al-Hamdānī erwähnten Anpflanzungen von Dattelpalmen sind rar. Wohl treten vereinzelte Erdringe sowie Pflugspuren auf, doch in viel zu geringer Anzahl, als daß sie als Zeugen erwähnenswürdiger Pflanzungen angesehen werden könnten. Als Hinweis auf die ehemaligen Palmenbestände können aber die sehr häufig auftretenden Wurzelfüllungen herangezogen werden. Sie weisen auf eine intensive Durchwurzelung

55 Es ist unklar, ob AL-HAMDĀNĪ (in FORRER 1942, S. 167) seine Bemerkung „der Bürgerkrieg verwüstete es" auf Raḥāba bezieht oder auf eine andere Gegend in der Nähe von Mārib. *Nachtrag:* Prof. Dr. W. W. Müller ließ mir freundlicherweise folgende Mitteilung zukommen: „Nach dem arabischen Text kann sich das Pronominalsuffix nur auf den vorhergehenden Ortsnamen Raḥāba beziehen." Dies deutet darauf hin, daß die Zerstörung der Oase tatsächlich im 10. Jh. n. Chr. stattfand.

hin, wie sie für Palmen typisch ist. Die holzanatomische Untersuchung der Holzkohleprobe UB 79-15 ergab folgendes Resultat:

Tamarix sp.	Tamariske	25 Stück
Paliurus spina-christi [56]	Christus-Dorn	22 Stück
Acacia sp.	Akazie	4 Stück
Monokotyledonen	Palme	2 Stück
unbest. Laubholzart	....	9 Stück
Dattelstein (Fragment)	....	1 Stück

Die Probe liegt ½ m unter der Oberfläche und wurde geschichteten Sedimenten entnommen, in denen ein zerfallener Wasserverteiler steht. Die Stelle ist heute von den zusammenhängenden Bewässerungssedimenten abgetrennt und als Hügel herausmodelliert (Taf. 17 b). Der Wasserverteiler war aber nur funktionstüchtig, wenn er in Verbindung mit den Bewässerungssedimenten stand. Daher ist ersichtlich, daß die Bewirtschaftung dieser Flächen seit geraumer Zeit eingestellt ist. Diese Ansicht findet ihre Bestätigung im ^{14}C-Alter der erwähnten Probe UB 79-15. Es wurde mit 1005 ± 80 y. B.P.(UZ-517) bestimmt. Dies besagt, daß mindestens bis ins 10. Jh. n. Chr. in diesem Bereich feine Sedimente zur Ablagerung gelangten. Damit ist der Nachweis erbracht, daß Raḥāba nach dem legendären endgültigen Dammbruch von Mārib noch ein Bewässerungssystem besaß, das in seiner Art der Wasserverteilung demjenigen der antiken Oasen sehr ähnlich war.
Die Mächtigkeit der Bewässerungssedimente von z. T. mehr als 6 m läßt auf eine Betriebszeit von über 500 Jahren schließen [57]. Die Anfänge der Bewässerungswirtschaft in Raḥāba würden somit in die Antike zurückreichen.

9. ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE DER SEDIMENTUNTERSUCHUNGEN

Die Untersuchungen an den quartären Sedimenten der Region Mārib haben gezeigt, daß eine Unterscheidung bezüglich ihrer Entstehung möglich ist. Mit Hilfe morphometrischer Laboruntersuchungen können die meisten natürlichen Ablagerungen von den bewässerungsbedingten Sedimenten getrennt werden. Die Ausscheidung der antiken Bewässerungssedimente gelingt meistens aufgrund ihrer mineralischen Zusammensetzung, indem in der Feinsandfraktion nur geringfügig Quarz auftritt. Manchmal kann ein erhöhter Quarzgehalt auf Flugsand zurückgeführt werden.
Die fluviale Erosion beschränkt sich weitgehend auf die Wadis und ihre Tributäre. Zwei Terrassenniveaus deuten auf eine starke Eintiefung seit dem Bruch des großen Dammes hin. Den antiken Oasen wurde an ihren Rändern das charakteristische, fluvial bedingte rechteckige Erosionsmuster aufgeprägt. Ihre weitesten Bereiche werden durch den Windabtrag geformt. Die dem vorherrschenden Nordnordostwind ausgesetzten Ränder sind oft yardangartig aufgelöst. Allgemein bringt der Wind die feinsten Unregelmäßigkeiten in den Bewässerungssedimenten zum Vorschein.

56 Vgl. Anmerkung in Anhang 1.
57 Diese Berechnung stützt sich auf die Überlegung, daß die den Oasensedimenten ähnliche Korngrößenzusammensetzung auf eine vergleichbare Sedimentationsrate von etwa 1,1 cm/Jahr schließen läßt.

Auf der Oberfläche der Oasensedimente treten feine Texturen und Strukturen auf, die verschiedenen Formen zugeordnet werden können. Sie sind überwiegend in Bereichen mit dominierendem äolischem Abtrag anzutreffen. Als häufigste wären zu nennen: Grabstrukturen, Pflugspuren und Erdstotzen, wobei letztere wahrscheinlich als Relikte antiker Palmstandorte angesehen werden können. Ein, je nach vorherrschender Abtragungskraft unterschiedliches Erscheinungsbild zeigen die Erdringe (höchstwahrscheinlich ehemalige Baumstandorte), die Kanäle und die Feldwälle. Ein zusammenhängendes Netz weitgehend erodierter Kanäle und Feldwälle überzieht die antiken Oasen. Eine Unterscheidung dieser zwei linearen Formen im Luftbild ist nur in den wenigsten Fällen möglich, auch ihre Ansprache im Feld gelingt nicht immer.
Die aufgefundenen Stauraumsedimente zeigen, daß der Stauraum bei Betriebsende weitgehend aufgefüllt war. Seine Speicherkapazität war demzufolge gering. Der letzte Zeitabschnitt der Geschichte des Dammes ist teilweise in den Sedimenten beim Nordbau enthalten. Hier können drei weiträumig auftretende Diskordanzen mit Dammbrüchen in Verbindung gebracht werden. Der

Tabelle 3. Zusammenstellung der wichtigsten Daten zur antiken Oase von Mārib

Wādī Ḏana:	Jährlicher Abfluß		200 Mio m³
	‚Frühling'		60 Mio m³
	‚Sommer'		140 Mio m³
	Hochwasserspitze		1000 m³/sec
	Dauer der Wasserführung		~2 Monate
Stauraum:	Maximale Staukote		1202 m NN
	Höchster Sedimentrest:	Südseite W.as-Sudd	1202,30 m NN
		Nordseite W.as-Sudd	1201,87 m NN
		Beim Nordbau	1200,02 m NN
	Oberfläche		8 km²
	Stauvolumen (bei heutiger Topographie)		55 Mio m³
Damm:	Höhe: Absolut		1203 m NN
	Relativ		> 16 m
	Länge		680 m
	Auslaßniveau:	Südbau	1195,56 m NN
		Nordbau	1195,99 m NN
	Höhe der Überlaufmauer beim Nordbau		1198,60 m NN
Nordoase:	Fläche		3750 ha
	Höchstes Niveau		1198 m NN
	Maximale Mächtigkeit der Bewässerungssedimente		30 m
	Sedimentationsrate		1,1 cm/Jahr
Südoase:	Fläche		5300 ha
	Höchstes Niveau		1193 m NN
	Maximale Mächtigkeit der Bewässerungssedimente		25 m
Dār as-Sawdā':	Bewässerungsfläche		350 ha
Al-Ǧufayna:	Bewässerungsfläche		200 ha
Total:	Bewässerungsfläche (unterhalb des Dammes)		9600 ha
	Überstauungstiefe		~0,6 m
	Wassernachfrage (bei einmaliger Überflutung)		~60 Mio m³

Versuch ihrer Zuordnung zu inschriftlich belegten und datierten Dammkatastrophen wird im folgenden Teil der Arbeit unternommen (Kap. D 5 e).
Die Feldkartierung der äußersten Reste von Oasensedimenten diente der Erfassung der Ausdehnung der antiken Bewässerungsfläche. Die Berechnung eines Erosionsbetrages von meist über 3 m führte zum Ergebnis, daß in weiten Teilen der Oasen die vorhandenen Kanal- und Feldwallstrukturen nicht vorbehaltlos mit den erhöht stehenden Wasserverteilerbauten in Verbindung gebracht werden dürfen. Sie gehören wahrscheinlich verschiedenen Zeitabschnitten an, so daß kein funktionaler Zusammenhang bestehen muß. Die wichtigsten Zahlen zur Größe der Oasen sind in Tab. 3 zusammengestellt.
Westlich von Mārib greift das, von al-Mabnā ausgehende Bewässerungssystem auf die Nordoase über. Es wurde in die bereits bestehenden Oasensedimente angelegt und ist demzufolge in einen späteren Abschnitt der Geschichte der Bewässerung zu stellen. Al-Mabnā wurde vom Wādī Ḏana aus mit Wasser versorgt, da der Sayl des Wādī al-Ǧufayna zu unregelmäßig auftritt, als daß eine dauerhafte Bewirtschaftung möglich gewesen wäre. Die Anlage al-Mabnā ist als reiner Zweckbau erstellt. Es scheint, daß mit einer Überlaufmauer die Höchstwassermenge für das auf die Nordoase führende Kanalsystem beschränkt wurde.
Die nördlich ans Wādī as-Sāʾila angrenzenden Bewässerungssedimente können nicht von den Nordoasensedimenten unterschieden werden. Es kann damit wohl angenommen werden, daß die Nordoase einmal bis an den Rand der Lavafelder der Ǧibāl Daš al-Ḫašab reichte.
Anzeichen einer Bewässerung nach dem endgültigen Bersten des großen Dammes fanden sich sowohl in den größeren Runsen der Nordoase um Mārib als auch in der Talebene von Raḥāba. Die ^{14}C-Datierung einer Holzkohle aus einem Wasserverteiler bei al-Ḫurayba ergab, daß dieses Gebiet bis ins 10. Jh. n. Chr. bewässert wurde.

D) Folgerungen für Funktion und Aufbau des antiken Bewässerungssystems

1. DIE HEUTIGEN BEWÄSSERUNGSMETHODEN

Unter den in Mārib herrschenden klimatischen Verhältnissen ist die Landwirtschaft auf Bewässerung angewiesen. Die geringen Niederschläge von weniger als 100 mm/Jahr verunmöglichen einen Regenfeldbau, wie er im yemenitischen Hochland weiträumig an kunstvoll terrassierten Hängen betrieben wird. Damit wird der Sayl zur Lebensquelle der Bewohner von Mārib. Das Problem bestand seit altersher darin, den mächtigen Sayl aufzufangen und ohne Schaden anzurichten auf die Felder zu leiten. Dank den Arbeiten von Serjeant (1964) und Maktari (1971) besitzen wir fundierte Kenntnisse über die Funktionsweisen, die im Gebiet der Demokratischen Volksrepublik Yemen angewandt werden und z. T. jahrhundertealte Tradition aufweisen. Deshalb scheint es mir angebracht, auf die noch existierenden Systeme der Saylbewässerung einzugehen.
Am häufigsten wurde das System der Ablenkdämme angetroffen. Dabei wird ein aus Wadialluvionen geschütteter Damm schräg ins Wadi hinausgebaut. Er leitet einen Teil des Sayl in einen Kanal, der in die angrenzenden Felder führt. Zur Regulierung des Zuflusses besitzt die wadiseitige Kanalwand oftmals einen Überlauf. Dieser kann aus Steinbrocken fest gebaut sein oder aus lehmigem Sand bestehen, der bei Bedarf entfernt werden kann, so daß überschüssiges Wasser ins Wadi zurückfließt (Serjeant 1964, S. 38 f.). Wird der Ablenkdamm durch ein Hochwasser zerstört, so ist es Aufgabe der Gemeinschaft, ihn während der Trockenzeit neu zu erstellen. Für die Verteilung des Kanalwassers auf die Felder sind zwei Methoden gebräuchlich:

– *Feld zu Feld-Bewässerung:* Der Hauptkanal führt zu einem gemauerten Durchlaß, der in ein großes Feld mündet. Dieses wird mit Wasser überstaut, bis zu einem Niveau, das durch einen nächsten Durchlaß bestimmt wird, der ins anschließende, tieferliegende Feld überleitet. Die Schwelle des Durchlasses liegt zwischen 46 cm und 69 cm höher als die Oberfläche des Feldes (Serjeant 1964, S. 41). Ist auch das nächste Feld genügend überstaut, so fließt das Wasser über einen weiteren Durchlaß zum übernächsten Feld, usw. Die Anzahl der Felder, die bewässert werden können, hängt damit primär von der Wasserführung des Sayl ab. Bei einem mächtigen Sayl können viele Felder überflutet werden, bei geringem nur wenige, so daß einige Felder brachliegen.
– *Kanalbewässerung:* Der Hauptkanal wird am oberen Rand der Felder mittels fest gebauter Verteiler in Kanäle niedriger Ordnung aufgeteilt. Z. T. führen einzelne Verteiler direkt auf die Felder. Dort kann wieder eine Feld zu Feld-Bewässerung stattfinden. Maktari (1971, S. 57 f.) beobachtete auch, daß die Kanäle niedrigerer Ordnung zu einem Verbundsystem zusammengeschlossen sein können. Die Bewässerung der einzelnen Felder erfolgt dabei durch das Absperren

des Kanals mit Hilfe eines kleinen Erddammes. Wenig oberhalb wird der Feldwall, der zugleich Kanaldamm ist, durchbrochen, so daß das Wasser ins Feld einfließen kann. Ist das Feld genügend überflutet, so wird die Kanalsperre entfernt und der Feldwall geflickt.

Neben den Ablenkdämmen treten gelegentlich auch Dämme auf, die das Wadi vollständig absperren (Serjeant 1964, S. 50). Sie sind aus Steinen gebaut, damit sie dem Anprall des Sayl standhalten und bei sehr großem Wasseranfall als Überlauf dienen können. Ihre Aufgabe besteht darin, das Wasser aufzustauen, damit es die randlich des Wadis gelegenen Felder, meist Palmplantagen, überfluten kann.
Nach der von Serjeant und Maktari angegebenen Verteilung zu schließen, scheint die Feld zu Feld-Bewässerung eher in kleinen Wadis mit stark wechselnder Sayl-Größe Anwendung zu finden. Die Kanalbewässerung tritt vornehmlich entlang größerer Wadis auf, wo ein ausgedehntes Einzugsgebiet einen periodisch fließenden Sayl möglich macht. Demzufolge würde die Art des Wasserangebotes die Bewässerung beeinflussen.
In Mārib werden heute beide Methoden angewandt, wobei kaum je fest gebaute Verteiler oder Durchlasse angetroffen werden. Dies mag mit der ungewöhnlichen Größe des dortigen Sayl zusammenhängen, der alle, auf losen Untergrund gebauten Anlagen fortschwemmen würde. Die Leute rechnen deshalb mit der Zerstörung ihrer Dämme. Demzufolge bauen sie mit geringem Arbeitsaufwand unbefestigte Erddämme, die sie im Bedarfsfall erneuern können. Sie schütten einen langen, beinahe parallel zum Wadirand verlaufenden, bis 3 m hohen Erdwall, der einen Teil des Sayl abzweigen soll. In vielen Fällen mündet das abgezweigte Wasser direkt in ein mehrere Hektaren großes Feld, von dem es in Feld zu Feld-Technik weitergegeben wird. In anderen Fällen führt vom ersten Feld eine wadiähnliche Vertiefung weg, von der aus weitere Felder bewässert werden. Oftmals sind quer zum Ablenkdamm kurze Dämme angebracht. Sie dienen der Brechung der Wassergewalt.
Zusätzlich zur Sayl-Bewässerung gesellt sich die Nutzung des Grundwassers. Besonders mit dem Aufkommen der dieselgetriebenen Motorpumpen weitete sich der Anteil der ganzjährig mit Pumpen bewässerten Gebiete stark aus. Für 1973 schätzte Schoch (1978, S. 126), daß rund ¼ der Anbaufläche um Mārib mit Grundwasser bewässert wurde, was immerhin rund 1000 ha entsprach. Dies widerspiegelt die guten Grundwasserverhältnisse in Mārib. Sayl und Pumpenbewässerung zusammen versorgen heute um Mārib eine Fläche von rund 4500 ha, ohne daß das vorhandene Wasserangebot vollständig ausgenützt wird (Electrowatt 1978: III, S. 23).

2. ANFORDERUNGEN AN DAS ANTIKE BEWÄSSERUNGSSYSTEM

In sabäischer Zeit wurde eine rund doppelt so große Fläche bewässert wie heute. Dies erforderte eine optimale Ausnützung der innert kurzen Zeit anfallenden Wassermenge. Damit wiederum sind sehr wichtige Anforderungen an das antike Bewässerungssystem geknüpft:

– *Hochwasserentlastung*[58]: Die Mächtigkeit der Sayls variiert äußerst stark. Nach Berechnungen der Electrowatt (1978: VII, S. 44) liegt die Hochwasserspitze im zweijährigen Mittel bei

58 Auf die Notwendigkeit einer Hochwasserentlastung bei alten Dämmen in ariden Gebieten weist u. a. SCHNITTER (1965) hin. Als Beispiel, bei dem sie fehlte, führt er einen Damm aus dem antiken Ägypten an (S. 781): „Ähnlich bestand die während der dritten oder vierten Königsdynastie (2778–2563 v. Chr.) gebaute Sperre Sadd al Kafara im Wadi Garawi, 30 km südlich Kairos, aus zwei Bruchsteinmauern von 24 m Fußbreite, zwischen denen sich eine 36 m dicke Erdfüllung befand. Diese 12 m hohe und 108 m lange Sperre brach bald nach ihrer Fertigstellung infolge Überflutung, weil keine Hochwasserentlastung vorgesehen worden war."

950 m³/sec. Durchschnittlich alle 10 Jahre ist eine solche von 3750 m³/sec zu erwarten und ein 100jähriges Hochwasser würde eine Abflußspitze von 7250 m³/sec aufweisen. Ein derartiges Hochwasser hätte von der Dammanlage niemals aufgefangen werden können. Selbst unter den heutigen topographischen Verhältnissen wäre der antike Stauraum in etwas mehr als 2 Std. bis auf 1202 m NN aufgefüllt gewesen. Da aber während der Betriebszeit des Dammes das Stauvolumen wesentlich kleiner war, wäre die Kapazität noch schneller ausgeschöpft gewesen. Um die Dammanlage vor einer Zerstörung zu schützen, mußte deshalb eine massiv gebaute, große Überlaufmauer vorhanden sein, die das Überschußwasser schadlos ins Wadi abgeben konnte. Nur mit einer derartigen Absicherung war eine lange Lebensdauer der Dammanlage möglich.

– *Schnelle Wasserverteilung:* Um einen möglichst großen Teil des als Sayl eintreffenden Wassers nutzen zu können, mußte es unmittelbar auf die Felder geführt werden. Die Speicherkapazität des Stauraumes war infolge der starken Aufsedimentierung sehr beschränkt. Werden die vorhandenen Sedimentrelikte als Berechnungsgrundlagen genommen, so betrug die mittlere Tiefe des Stauraums kaum mehr als 3 m. Bei vollständiger Aufstauung eines mittleren Sayl wäre die Kapazität innerhalb weniger Stunden überschritten worden und kostbares Bewässerungswasser hätte ungenutzt in die Wüste hinausfließen müssen. Das Bestreben der Konstrukteure der Anlage war demzufolge gezwungenermaßen darauf ausgerichtet, das Wasser bereits bei einsetzendem Sayl aus dem Stauraum weg- und auf die Felder hinzuleiten. Nur so konnte es gelingen, mit der geringen Speicherkapazität die mittleren Hochwasserspitzen aufzufangen und einen möglichst großen Anteil des Wassers zu Bewässerungszwecken zu nützen.

– *Einfaches Verteilsystem:* Damit die schnelle Verteilung des Sayl gewährleistet war, kam nur ein einfach gebautes, zweckdienliches System in Frage, das jederzeit funktionstüchtig war. Kompliziert zu bedienende Verteiler und Auslasse waren kaum gefragt, denn nicht die exakte Aufteilung der Wassermenge – die nach aller Voraussicht genügend war – stellte das Hauptproblem dar, sondern vielmehr deren Fassung und gesicherte Verteilung auf die Felder. Dabei mußte darauf geachtet werden, daß bei einem Hochwasser nicht zuviel Wasser ins Kanalnetz eingespiesen wurde, so daß es Schäden hätte anrichten können. Dies wurde am besten so gelöst, daß mittels eines Überlaufes eine maximale Wassermenge festgelegt wurde, die aus dem Stauraum in die Primärkanäle abgegeben wurde, wie dies z. B. bei al-Mabnā der Fall zu sein schien (Kap. C 7c). Die Feinverteilung dürfte auf einem ähnlichen Prinzip beruht haben. Das Geniale am Bewässerungssystem von Mārib, das ihm eine beinahe 2000jährige Lebensdauer ermöglichte, war vielleicht gerade diese Einfachheit im funktionellen Aufbau der gesamten Anlage.

– *Nutzung der kleinen Sayls:* Den wenigen vorliegenden Berichten und Gesprächen mit Einheimischen kann entnommen werden, daß weder der Frühjahrs- noch der Sommersayl als ein einheitliches Hochwasser aufzufassen sind. Jeder Sayl kann mehrere Abflußspitzen aufweisen, wobei dazwischen der Abfluß zu einem kleinen Rinnsal zurückgehen kann. Es war nun von Vorteil, wenn jedes kleine Hochwasser auf die Felder geleitet werden konnte, ansonsten ein Großteil des Wassers im Stauraum versickerte oder bei der stets herrschenden, extrem niedrigen Luftfeuchtigkeit verdunstet wäre. Demzufolge war zumindest eine teilweise Aufsedimentierung des Stauraumes erwünscht. Nur so konnte die Wassermenge, die für die Nutzung auf den Oasen zu tief lag, auf einen kleinen Rest reduziert werden (Gerig 1981, Abb. 2).

3. ZUR FUNKTIONSWEISE

Nach dieser kurzen Einführung über die heutigen Methoden der Saylbewässerung und über die allgemeinen Anforderungen, die ein auf einem mächtigen Sayl beruhendes Bewässerungssystem

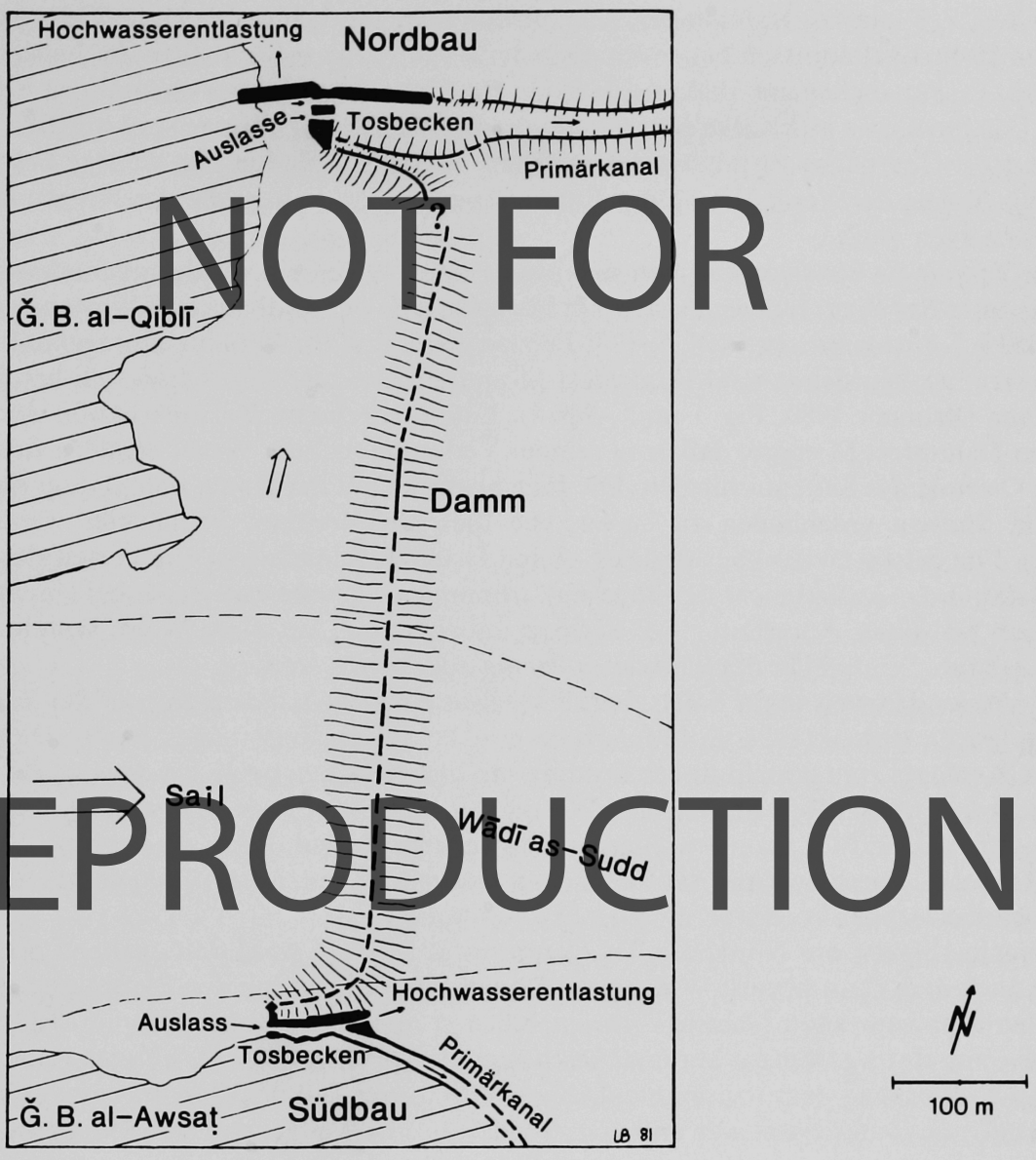
erfüllen mußte, sollen in diesem Abschnitt die im Feld gewonnenen Erkenntnisse über das antike Bewässerungssystem unter den oben erwähnten Gesichtspunkten besprochen werden. Damit soll ein Beitrag zur Klärung der Funktionsweise des sabäischen Bewässerungssystems geliefert werden. Zur Vereinfachung dieser Besprechung gliedere ich das Funktionssystem in 3 Teile:

a) Wasserfassung (Damm und Auslasse)
b) Wasserverteilung (Kanäle, Wasserverteiler und Durchlasse)
c) Wasserentsorgung (Ablasse und Sammelkanäle)

a) Die Wasserfassung

Der am meisten gefährdete Teil des Bewässerungssystems war die Anlage zur Wasserfassung. Sie bestand im wesentlichen aus drei funktionalen Einheiten, nämlich dem zentralen Damm, dem Südbau und dem Nordbau mit den zugehörigen Mauern (Abb. 29). Der Damm sperrte das Wādī Ḏana ab. Er war der direkten Strömung des Sayl ausgesetzt. Am rechten Wadirand schloß der auf anstehendem Kalk verankerte Südbau an. Auf der anderen Wadiseite reichte der Damm weit über das Bett hinaus und führte in einer starken Biegung an den Ǧabal Balaq al-Qiblī heran, auf dessen festem Kalk der Nordbau begründet ist. Alle Bauten erreichten gegen Ende der Betriebszeit eine Oberflächenhöhe von 1203 m NN. Die Auslasse befinden sich auf 1195,56 m NN beim Südbau bzw. bei 1195,99 m NN beim Nordbau (Brunner 1980, Abb. 2).
Erstaunlich tief befindet sich die Überlaufmauer beim *Nordbau.* Sie bewegt sich zwischen 1198,60 m NN und 1199,85 m NN. Sie liegt damit rund 4 m unter der Staukrone. Die höchsten Sedimentreste zeigen an, daß der Stauraum ↗ sicher im randlichen Bereich bis auf diese Höhe aufgefüllt war. Die Dammanlage hatte damit kaum mehr eine Speicherkapazität, konnte aber dafür bereits kleine Sayls für Bewässerungszwecke nutzen. Somit war eine Feinregulierung der Wasserabgabe an die Primärkanäle bei den Auslassen nicht mehr sinnvoll. Nötig war hingegen eine Beschränkung der Wassermenge für die Kanäle. Dies wurde, gleich wie bei al-Mabnā, mit der Höhe des Überlaufes bewirkt. Derart konnte auf einfache Weise eine Höchstwassermenge festgelegt werden, die vom Kanalsystem schadlos aufgenommen werden konnte. Das beim Überlauf des Nordbaus wegfließende Wasser gelangte zur Anlage al-Mabnā und wurde dort genutzt. Es hat sowohl an den oberflächlich liegenden Kalkquadern der Überlaufmauer als auch im anstehenden Kalk beim Westende deutliche Fließspuren hinterlassen. Dies läßt den Schluß zu, daß die Mauer während mehrerer Jahre das gleiche Niveau aufwies. Durch zwei aus behauenen Kalkquadern fest gemauerte Auslasse floß das Wasser in ein Tosbecken. Dieses war im Norden durch eine Mauer und im Süden durch einen, mit Steinbrocken abgedeckten Erddamm abgesichert und diente der Beruhigung des Wassers, bevor es an den Primärkanal abgegeben wurde (Radermacher, 1981). Keinesfalls konnte es aber als Sedimentationsbecken gedient haben, wie dies Bowen (1958, S. 71) angegeben hat, da es bei der anfallenden Sedimentmenge innert kürzester Zeit aufgefüllt gewesen wäre.
Ähnlich waren die Verhältnisse beim *Südbau*[59]. Auch hier wurde die ins Kanalsystem geleitete Wassermenge durch einen Überlauf reguliert. Nur befand sich der Überlauf nicht neben dem Auslaß, sondern, wie bei den von Serjeant (1964, S. 39) angetroffenen rezenten Systemen, erst nach der Wasserfassung. Die zwischen dem östlichen Teil des Südbaus und dem Kalksporn gele-

59 Häufig wird er auch Marbaṭ ad-Dimm genannt. Dieser Name beruht auf einer Sage, nach der am Südbau eine Katze angebunden war, die den Damm vor der vermeintlichen Zerstörung durch eine große Maus schützen sollte. Zwei verschiedene Varianten dieser Sage können nachgelesen werden bei PLAYFAIR (1859, S. 50) und GERLACH (1966, S. 344 f.).



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 29. Skizze der Dammanlage. Eingezeichnet sind die einzelnen Funktionselemente der Wasserfassung sowie der vermutete Dammverlauf. Die Skizze stellt die Verhältnisse dar, wie sie gegen Ende der Bewässerungswirtschaft in Mārib anzutreffen waren.

gene Felsschlucht konnte ihre Funktion als Überlauf nur wahrnehmen, wenn sie mit einer massiven Mauer mehrere Meter hoch abgesperrt war. Es konnten zwei Anzeichen für die Existenz einer solchen Sperrmauer beobachtet werden: Erstens befinden sich bei der Inschrift Gl 513 = CIH 623 Fließspuren an der Felswand, die nur von niederstürzendem Wasser herrühren können (Taf. 3). Zweitens wurden in den Einarbeitungen beidseits der Schlucht Sinterbildungen festgestellt. Sie entstanden höchstwahrscheinlich durch Sickerwasser, das in die Fugen zwischen dem Fels und der Mauer eindrang. Die Höhe dieser Mauer kann mit Hilfe der höchstgelegenen Bewässerungssedimente der Südoase berechnet werden. Sie liegen 5 km vom Südbau entfernt in 1193 m NN. Bei einem angenommenen, minimalen Kanalgefälle von 1‰ folgt eine Mauerhöhe von mindestens 1198 m NN. Dies ist höher als die Oberfläche des Kalksporns. Aus diesem Grund mußte er künstlich erhöht werden. Reste des Aufbaus sind noch heu-

te vorhanden. Z.T. sind es Kalkquader, z.T. blieben noch Negativabdrücke im Fels. Ausgehend von diesen Höhenverhältnissen bekommt auch der Baurest, der ostsüdöstlich am Felshang klebt, einen Sinn. Es ist naheliegend, daß es sich dabei um einen Überrest der ehemaligen Kanalsohle handelt. Das Gerüst ist aus Kalkquadern aufgebaut. Die Zwischenräume sind mit Bruchsteinen gefüllt und die Oberfläche ist mit Mörtel versehen. Wadiseitig finden sich weitere Felseinarbeitungen. Sie mögen der Verankerung der Kanalmauer gedient haben, die das Niveau des Überlaufes übersteigen mußte.

Über den *Verlauf des Dammes* war man sich bisher einig. Allgemein wurde angenommen, daß er geradlinig über das Wadi hinweglief und am höchsten Teil des Südbaus, am Westende anschloß (Glaser 1913, Karte 4; Bowen 1958, S. 123; Dayton 1979, S. 129). Auf eine Unregelmäßigkeit im Dammverlauf am Nordende vom Dammrest M und am Ostende von N habe ich bereits früher hingewiesen (Brunner 1980, Fig. 1 und Abb. 4). Eine theoretische Rekonstruktion der Dammkrone von Dammrest M ergab, daß er in seinem Verlauf nicht zum West-, sondern ziemlich genau zum Ostende des Südbaus hinzielt. Die Idee liegt nun auf der Hand, den Damm auf gleiche Weise am Südbau anschließen zu lassen, wie dies am Nordbau beobachtet werden kann (Abb. 29). Für diesen Gedanken sprechen einige Gründe. Zunächst ist ein Vorteil darin zu sehen, daß damit der Auslaß nicht der direkten Strömung ausgesetzt war. Auch bei einem Dammbruch blieb bei dieser Anordnung der Südbau unbeschadet. Auf diese Weise konnte der sehr schwach gebaute Westpfeiler des Südbaus luftseitig abgesichert werden.

Einen konkreten Hinweis dafür liefert der kleine Rest einer Steinabdeckung auf der Wasserseite des Westpfeilers; Bowen (1958, S. 130) hat diesen Rest als ein Relikt eines älteren Dammes gedeutet. In Analogie zum Anschluß des Dammes an den Nordbau neige ich dazu, diese Steinabdeckung als den letzten Rest des um den Westpfeiler herumgreifenden Dammes mit einer Kronenhöhe von 1203 m NN zu interpretieren. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß der Damm dadurch auf längerer Strecke mit dem anstehenden Fels verkeilt werden konnte, als dies bei senkrechtem Anschluß möglich gewesen wäre.

Die Unregelmäßigkeit am Nordende des Dammrestes M kann wohl dahingehend erklärt werden, daß nach dem Dammbruch W der neue Damm ein wenig gegen den Stauraum verschoben wurde, damit er vom alten Damm noch ein bißchen abgestützt wurde (Kap. C 5d). Der alte Damm war aus etwas gröberem Material geschüttet als der Dammrest M. Er wies keine Steinabdeckung auf. Dies mag damit zusammenhängen, daß dieser Teil des Dammes nicht direkt dem anströmenden Sayl ausgesetzt war und vermutlich luftseitig weitgehend mit Sedimenten hinterfüllt war.

Am schwierigsten fällt eine Deutung der Ungereimtheit am Ostende des Dammrestes N[60]. Die einzige, annähernd vertretbare Erklärung wäre, daß an dieser Stelle ein ungeschützter Kanal wegführte. Möglicherweise diente er der Bewässerung der dammnahen Felder oder vielleicht führte er in ein Wasserbecken (Kap. D 5e). Ungewiß bleibt allerdings, weshalb die Sabäer das Risiko eines unbefestigten Auslasses aus dem Stauraum eingingen, wenn sie sogar alle Wasserverteiler auf den Oasen aus Steinen mauerten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die Dammanlage durch ihre einfache und beinahe symmetrische Anordnung besticht. In der Mitte wurde durch den leicht wadiabwärts versetzten Damm ein Auffangbecken konstruiert, von dessen Rand aus zwei, auf festem Fels gesicherte Auslaßbauten das Wasser in ein Tosbecken abgaben. Das System wurde mit zwei Überläufen hochwassersicher gemacht. Der größere Überlauf lag zwischen dem Nordbau und dem

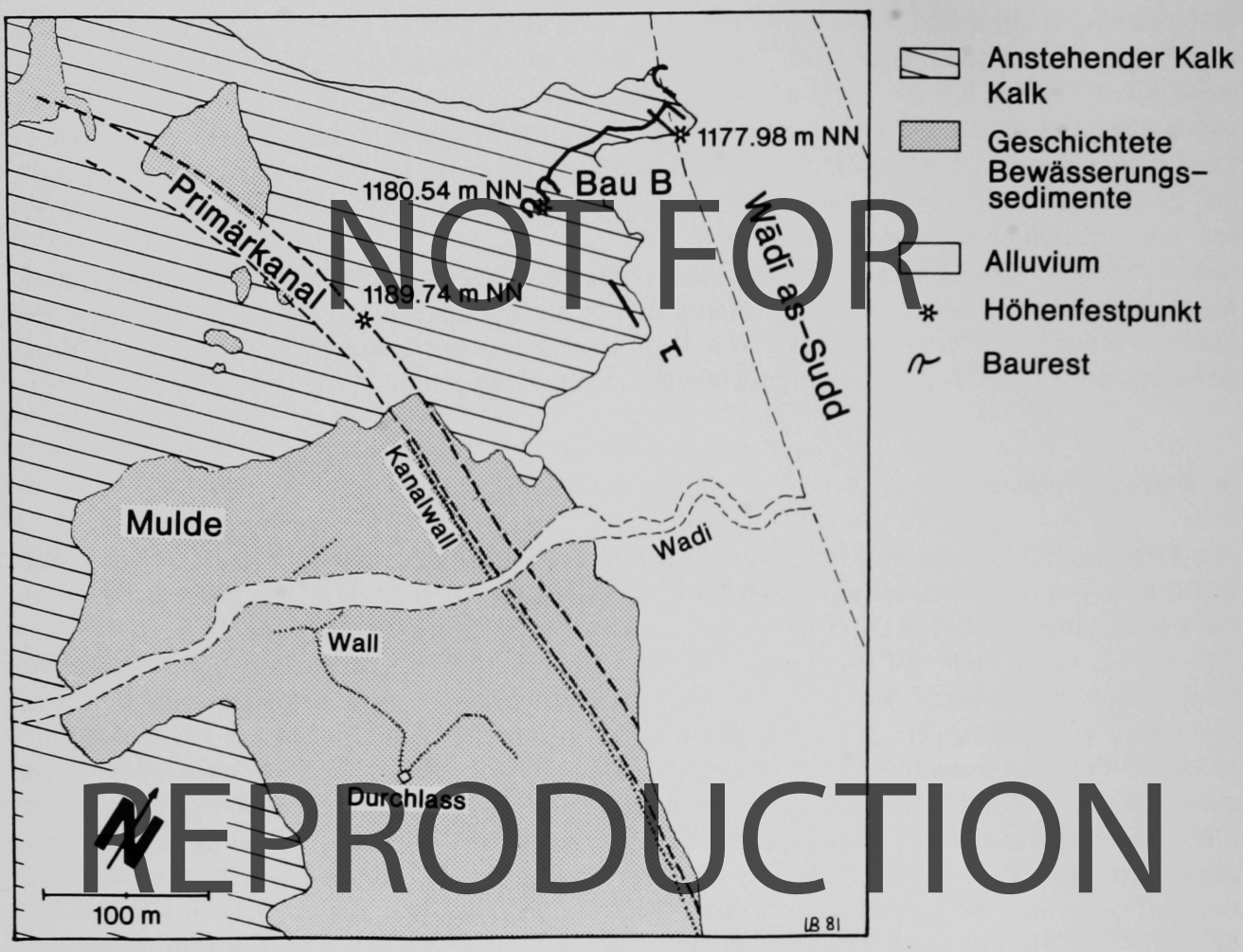
60 Im Übersichtsplan von RADERMACHER (noch nicht publiziert) wurde diese Ungereimtheit übergangen. Auch die Biegung beim Dammrest M wurde nicht berücksichtigt, so daß der Damm geradlinig auf den Westpfeiler des Südbaus hinzieht.

Ǧabal Balaq al-Qiblī und war auf anstehendem Kalk verankert. Er konnte große Wassermengen schadlos direkt aus dem Stauraum ins Wādī al-Ǧufayna wegführen. Der zweite Überlauf bestand beim Südbau am Nordostende des Tosbeckens und führte ins Wādī Ḏana. Er diente zugleich der Festlegung einer maximalen Wassermenge für den Primärkanal. Es ist ungewiß, ob im Damm ein weiterer Überlauf eingebaut war. Eventuell kann mit Hilfe von Kapazitätsberechnungen an den bestehenden Hochwasserentlastungen abgeklärt werden, ob sie genügend groß waren, um die anfallende Wassermenge abzuleiten.
Aus der starken Aufsedimentierung des Stauraumes geht hervor, daß die Dammanlage kaum eine Speicherfunktion besaß. Vielmehr diente sie zur Anhebung des Sayl auf ein Niveau, von dem aus die Felder bewässert werden konnten. Damit handelt es sich beim großen Damm von Mārib um einen das ganze Wadi sperrenden Ablenkdamm mit fest gebauten Auslassen.

b) Wasserverteilung

Die Primärkanäle erscheinen im ersten Augenblick im Verhältnis zur Dammanlage als relativ klein. Eine genauere Betrachtung zeigt aber, daß sie ihrer Aufgabe durchaus gewachsen waren. Sie weisen einen mittleren Querschnitt von mindestens 30 m^2 auf (Brunner 1980, S. 10). Ihr Gefälle dürfte wenig mehr als 1‰ betragen haben. Nach FAO (1974, S. 36) sollte in Kanälen aus feinkörnigen Sedimenten, wie z. B. dem südlichen Primärkanal, die Fließgeschwindigkeit nicht mehr als 1 m/sec betragen, ansonsten das Wasser Erosionsschäden verursachen kann. Wird diese kleine Fließgeschwindigkeit berücksichtigt, so ergibt sich eine Kapazität des Südkanals von rund 30 m^3/sec. Ähnlich dürften die Verhältnisse beim nördlichen Primärkanal gelegen haben. Die Steinabdeckung der Kanalwände scheint eine besondere Vorsichtsmaßnahme darzustellen, die wegen seiner exponierten Lage getroffen worden war. Beide Primärkanäle zusammen hatten demzufolge etwa eine Kapazität von 60 m^3/sec. Die Wassernachfrage der Oasen von rund 60 Mio m^3 (Tab. 3) hätte damit theoretisch innert weniger als 12 Tagen befriedigt werden können. Durchschnittlich kann aber an rund 45 Tagen mit Saylwasser gerechnet werden, so daß die Wasserversorgung mit diesen zwei Primärkanälen sicher gewährleistet werden konnte.
Der südliche Primärkanal kann bruchstückweise entlang dem Ǧabal Balaq al-Awsaṭ verfolgt werden. Südlich Bau B geben in einer Mulde gelegene Sedimente interessante Anhaltspunkte darüber, wie das Niveau der Umgebung an dasjenige der Primärkanäle angeglichen wurde (Abb. 30). Es müssen zwei Kanalniveaus voneinander unterschieden werden. Der tiefere und damit auch ältere Primärkanal wird im Westen des dargestellten Ausschnitts wadiseitig durch Silte und bergseitig durch den anstehenden Kalk begrenzt. Rund 100 m weiter ist er vollständig in den Fels eingetieft. Beim Eintritt in die Mulde ist der wadiseitige Kanalwall nur noch rudimentär erhalten. Dafür ist der bergseitige unter einer schützenden Sedimentdecke konserviert worden. Dabei kann beobachtet werden, daß die Kanalablagerungen über den rechten Kanalrand hinwegziehen und an der Auffüllung der Mulde teilhaben (Taf. 18 a). Die Auffüllung zeichnet sich durch eine absolut horizontale Schichtung im dm-Bereich aus. Ihre Oberfläche weist keinerlei Spuren einer Bewirtschaftung auf. Diese Sedimentanordnung deutet darauf hin, daß der Primärkanal nicht immer alles Wasser aufzunehmen vermochte. Zeitweise schwappte das Wasser über und überschwemmte das Gebiet zwischen dem Kanal und dem Berghang. Diese randlichen Wannen dürften somit ein willkommenes Sedimentationsbecken dargestellt haben, das zudem bei Hochwasser eine Pufferfunktion innehatte[61].

61 Es müßte noch näher untersucht werden, ob sie mit dem inschriftlich erwähnten Sedimentationsbecken „ʿwd" in Übereinstimmung zu bringen sind (IRVINE 1962, Abstract S. 5).



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 30. Ausschnitt aus dem Verlauf des südlichen Primärkanales in der Nähe von Bau B. Eingezeichnet sind die linearen Strukturen, die im Zusammenhang mit den Kanalsedimenten stehen. Sie belegen das flächenhafte Überfließen vom Primärkanal in die Mulde. Die feingliedrige Auflösung der bewässerungsbedingten Sedimente in einzelne Blöcke wurde innerhalb der Mulde nicht berücksichtigt. (Genaue Lage vgl. Abb. 24)

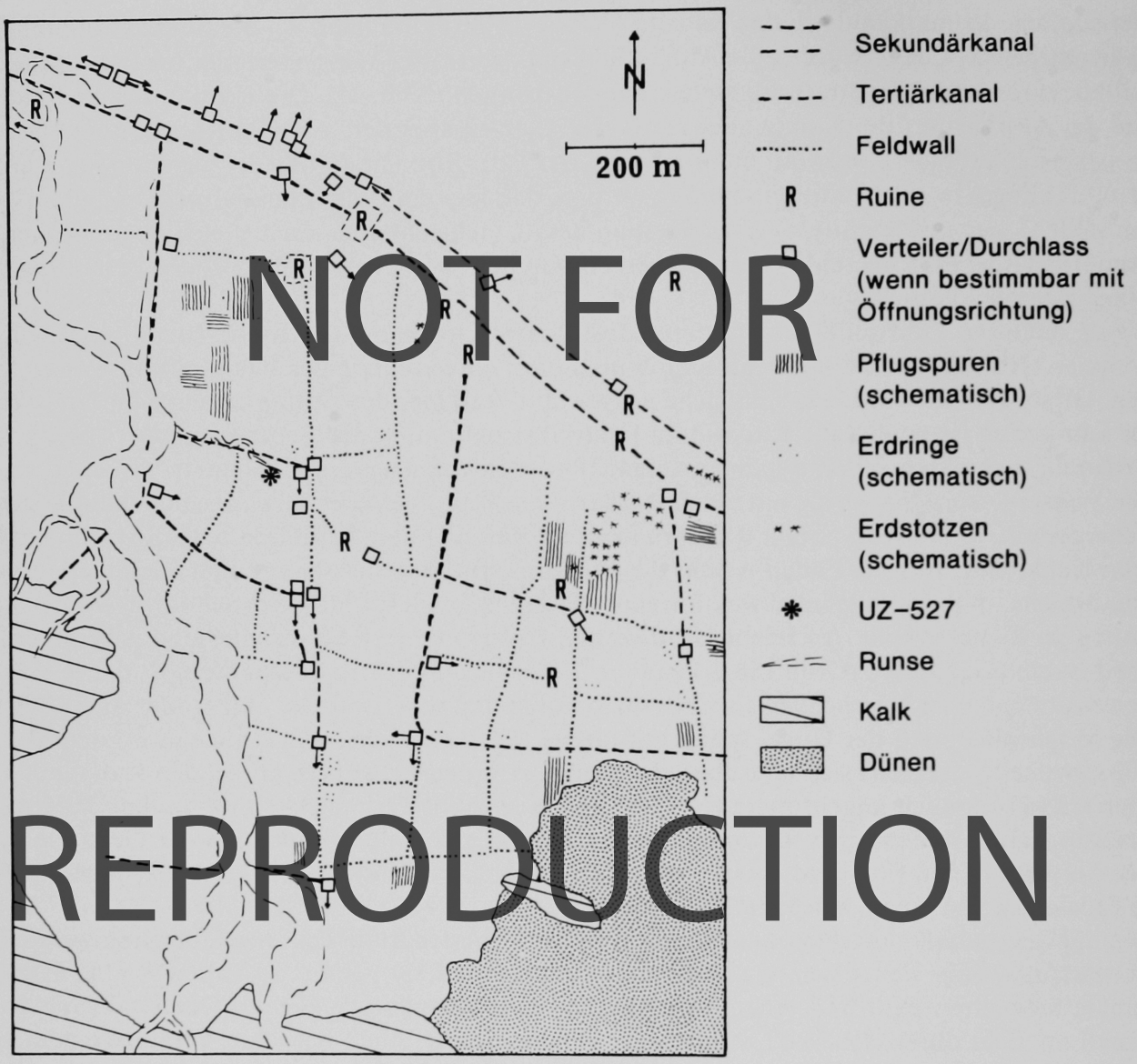
Bergseitig schließt in erhöhter Lage ein jüngerer Kanalwall an. Er lehnt geringfügig an die rechte Wand des älteren Primärkanals an und wird durch eine über 50 cm mächtige Siltbank überlagert. Sie kann als Leithorizont in der ganzen Mulde verwendet werden. Ihre absolut horizontale Lagerung wird nur durch einige kleine Wälle unterbrochen. An diesen Stellen dünnt die Siltbank beinahe aus, zieht aber noch darüber hinweg. An einem Ort befindet sich am Übergang vom Feldwall zum lokal anstehenden Fels ein aus Kalkbrocken aufgebauter Durchlaß. Auch diese Konstellation weist darauf hin, daß hier großräumig überflutet wurde. Allerdings konnte bei dieser jüngeren Struktur nicht festgestellt werden, wie das Wasser hierher gelangte. Möglicherweise ist der zugehörige, gegen das Wadi hin gelegene Primärkanal vollständig erodiert worden.

Ein Zusammenhang zwischen diesen Kanalstrukturen und Bau B ist unwahrscheinlich, da letzterer doch rund 10 m tiefer liegt. Sie gehören aber auch nicht dem höchsten Niveau an, da im Westteil der Mulde die geschichteten Sedimente noch etwas höher ansteigen. Die Erosion hat aus ihnen eine tafelbergartige Landschaft geformt, die mit denjenigen am Nordrand des Wādī as-Sudd und von al-Ǧufayna verglichen werden kann.

Der südliche Primärkanal scheint bis zum Gebiet geführt zu haben, wo die Südoase allmählich an Breite gewinnt. Hier wurde eine Anhäufung stark zerstörter Wasserverteiler lokalisiert, die als Relikte eines Hauptverteilers angesehen werden können (Abb. 24). Die Erosion der Sedimente und der Abtransport der Kalkquader zu Bauzwecken ist aber derart weit fortgeschritten, daß eine sichere Identifizierung kaum mehr möglich ist (Taf. 18 b). Die Größe der zugehörigen Kanalstruktur kann einzig als Indiz genommen werden, daß hier ein Primärkanal durchlief und an dieser Stelle sicher eine wichtige Verteilerstation besaß, vielleicht aber auch, gleich dem nördlichen Primärkanal, in ein abgeschlossenes Becken einmündete, von dem aus die weitere Verteilung des Wassers vorgenommen wurde.
Wenig mehr als 1 km südlich wurde eine detaillierte Kartierung der Oberflächenformen vorgenommen (Abb. 31)[62]. Sie sollte Aufschluß über die Feinverteilung des Bewässerungswassers geben. Dieses Gebiet wurde als Testfläche ausgewählt, weil hier der Abtrag durch Wind und Wasser sehr gering ist, so daß die Kanal- und Feldwallstrukturen in den Sedimenten mit den Verteilerbauten in direkten Zusammenhang gebracht werden können (Kap. C 6 c).
Die Wasserversorgung wurde mit einem großen, vom Hauptverteiler gespiesenen Sekundärkanal sichergestellt. Er weist an seinen Rändern mehrere Verteiler auf. Sie führen beinahe rechtwinklig vom Kanal weg. In zwei Fällen weicht die Richtung des Verteilers kaum vom Kanalverlauf ab. Der östliche, in flachem Winkel wegführende Auslaß liegt am Rande eines Schutthügels, der sich mitten im Kanal erhebt. An seiner Nordwestflanke steht ein Wasserverteiler und gegenüberliegend ist ein (Gebäude-?)Grundriß erkennbar. Beidseits dieses Trümmerhaufens ist der Kanal in den Sedimenten zu beobachten. Es ist deshalb kaum daran zu zweifeln, daß er hier durchführte. Die Möglichkeit, daß der Hügel später entstanden ist, kann nicht ausgeschlossen werden. Rund 500 m weiter präsentiert sich eine ähnliche Situation, indem erneut ein Hügel den Kanallauf absperrt. Zwei randlich angeordnete Gebäuderuinen lassen die Möglichkeit offen, daß der Kanal ursprünglich zwischendurch führte und der Hügel erst infolge des Einsturzes der Gebäude und der Anhäufung von Flugsand entstanden ist. In der anschließenden Kanalmulde zeugen mehrere Erdstotzen von einem einstigen Baumbestand.
Die am Sekundärkanal gelegenen Wasserverteiler sicherten zum Teil den Übergang zu einem Tertiärkanal, zum Teil scheinen sie aber auch direkt ins Feld geführt zu haben[63]. Die Tertiärkanäle belieferten dann mit einem verzweigten Netz die größeren Felder. Der Übergang vom Kanal ins Feld durch den Wall ist mit einer gemauerten Öffnung befestigt. Vereinzelt stellt ein steinerner Durchlaß auch die Verbindung zwischen zwei Feldern her.
Abb. 31 zeigt ebenfalls die mittlere Größe der dortigen Felder und gibt ein Bild über die Häufigkeit einzelner Oberflächenformen. Die Fläche der mit Feldwällen oder Kanaldämmen umgebenen Felder ist in diesem Bereich mit etwa 1 ha etwas kleiner als der Durchschnitt. Die verschieden gerichteten Pflugspuren scheinen aber anzudeuten, daß sie noch in kleinere Parzellen von etwa 30×50 m unterteilt waren. Die Abgrenzung der Parzellen wurde wahrscheinlich, wie dies auch heute noch üblich ist, nach der Bewässerung durch kleine Wälle vollzogen (Taf. 11 b). Erdringe deuten, vor allem entlang von Kanälen und Feldwällen, einen lockeren Baumbestand an. In einem Feld weichen die Pflugspuren den Erdringen aus. Es scheint, daß der Boden zwischen den Bäumen ackerbaulich genutzt wurde. Im Feld südöstlich der größeren, den Lauf des Sekundärkanales sperrenden Gebäuderuinen scheint ein Palmgarten angelegt gewesen zu sein. Dies kann aus der beinahe regelmäßigen Anordnung der Erdstotzen geschlossen werden.

62 Infolge äußerer Umstände konnte die Kartierung nicht vollumfänglich durchgeführt werden.

63 Es bleibt anzumerken, daß in der näheren Umgebung der Hügel wegen des verschwemmten Schuttes keine Kartierung möglich ist. Somit können einige wichtige Stellen nicht interpretiert werden.



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 31. Detailkartierung der Oberflächenformen am Westrand der Südoase (genaue Lage vgl. Abb. 24). Sie zeigt deutlich das feine Netz aus Feldwällen und Kanälen, das die Oberfläche der antiken Oase strukturiert.

Insgesamt entspricht dieses, aufgrund der angetroffenen Verhältnisse im Westteil der Südoase, skizzierte Bewässerungssystem weitgehend der eingangs beschriebenen Kanalbewässerung.
Diese Anordnung steht in völliger Übereinstimmung mit dem von Irvine (1962, Abstract) aus Inschriften erarbeiteten Verteilersystem. Er ordnet dem Kanalnetz den Begriff „msqy" zu. Der Primärkanal (ḥrt) wird aufgeteilt in Sekundärkanäle (fnwt = sing.), und die Feinverteilung des Wassers geschieht mit Tertiärkanälen (msqyt). Auch er gibt die Möglichkeit an, daß mit Wällen umgebene Felder (mḥmyt) mittels Durchlassen miteinander verbunden waren.
Eine große Ähnlichkeit besteht ebenfalls mit den von Schoch (1979, Abb. 4) beschriebenen Verhältnissen im westlichen Teil der Nordoase. Auch er unterscheidet Kanäle verschiedener Ordnungen, allerdings deren vier. Es ist anzunehmen, daß seine Wasserverteiler 4. Ordnung nicht mehr in einen Kanal, sondern direkt in ein Feld führten oder überhaupt Durchlasse von einem

Feld zum anderen darstellen[64]. Damit ist angedeutet, daß nicht alle „Wasserverteiler" die gleiche Funktion wahrzunehmen hatten, obwohl sie zwar alle sehr ähnlich aussehen. Eine funktionale Gliederung ist deshalb notwendig.

- Auslaß: Befestigte Öffnung, die von einem Becken in einen Kanal führt, z. B. Auslasse aus dem Stauraum und aus dem Hauptverteiler
- Verteiler: Bau, der das Wasser von einem Kanal in andere oder in Felder abgibt, oft in Gruppen angeordnet (Taf. 18 c)
- Wehr: Befestigte Öffnung mit seitlichen Nuten, dienten der Regulierung des Wasserflusses, eher selten
- Durchlaß: Gemauerte Öffnung, die von einem Feld ins nächste führt, meist alleinstehend
- Überlauf: Befestigte Steilstufe, meist sehr massiv gebaut (Taf. 19)

Die Bauten sicherten die am meisten gefährdeten Stellen innerhalb der Wasserverteilung. Die Verbindung zwischen den Auslassen, den Verteilern, Wehren und Überläufen bildeten Kanäle mit aus Silt geschütteten Dämmen. Diese waren nur an exponierten und erosionsgefährdeten Stellen manchmal mit einer Steinabdeckung befestigt, wie wir sie von der Wasserseite des Dammrestes M oder vom nördlichen Primärkanal her kennen. Bei einigen Wehren und Verteilern wurde auch beobachtet, daß die Kanalverengung mit Steinen ausgelegt war. Untersuchungen zur Bauweise wurden keine angestellt (vgl. dazu: Schoch 1979, S. 2 und 5 f., sowie Bowen 1958, S. 45 f. und 91–104).
Anhaltspunkte über die Art und Weise der Regulierung der Wasserverteilung liegen kaum vor. Einzig bei den Wehren sind seitlich korrespondierende Nuten eingetieft, in die beispielsweise Holzbalken eingeführt werden konnten, um den Wasserdurchfluß zu regulieren oder ganz zu stoppen. Unter anderem wurden an einigen Auslassen des nördlichen Hauptverteilers Nuten beobachtet (Schoch 1979, S. 2 f.), die nicht bis an die Basis führten. Es scheint sich dabei im einzelnen um ein unterströmtes Wehr zu handeln, bei dem die Höchstwassermenge je nach Bedürfnis festgelegt werden konnte. Bei den meisten Auslassen scheint aber, wie auch bei den Verteilern, Durchlassen und Überläufen keine Regulierung der Wassermenge möglich gewesen zu sein. Die Alternative zu geöffnet konnte demzufolge nur geschlossen heißen. Die Schließung wurde vermutlich mit Silt vollzogen, da es das einzige auf der ganzen Oase vorkommende Baumaterial war. Möglicherweise wurde mit einigen Ästen und Steinen die Lehmbarrikade stabilisiert. Es ist anzunehmen, daß die wichtigen Auslasse und Verteiler stets geöffnet waren, so daß auch ein unerwartet auftretender Sayl, z. B. zur Nachtzeit, unverzüglich ins Kanalsystem geleitet werden und von dort in die vorbereiteten Felder fließen konnte. Vereinzelte Becken auf den Oasen (Abb. 26) mögen dabei eine gewisse Pufferfunktion ausgeübt haben.

c) Die Wasserentsorgung

Die Hauptauslasse an beiden Enden des großen Dammes scheinen, nach den sichtbaren Felseinarbeitungen zu schließen, keine Regulierungsmöglichkeit besessen zu haben[65]. Über die Hochwasserentlastungen konnten zwar die Spitzen der Sayls unbeschädigt weggeführt werden, doch

64 Diese Neuinterpretation wurde mit SCHOCH diskutiert und er erklärt sich einverstanden, daß wahrscheinlich ein Großteil der Verteiler 4. Ordnung direkt in die Felder führten und nur vereinzelt Kanäle 4. Ordnung ausgeschieden werden können.

65 Anderer Meinung ist z. B. RADERMACHER. Er bezeichnet die Auslasse als Dammbalkenwehre. Dem ist entgegenzuhalten, daß an keiner Stelle beidseits der Auslasse einander korrespondierende Felseinarbeitungen beobachtet werden konnten.

ist nicht auszuschließen, daß bei langanhaltendem Sayl auch einmal zuviel Wasser ins Kanalsystem eingespeist wurde. Deshalb mußte das Bewässerungssystem so eingerichtet worden sein, daß im Kanalsystem auftretendes Überschußwasser schadlos wegfließen konnte. Auf die Notwendigkeit eines derartigen Abflusses hat insbesondere Serjeant (1960, S. 583) mit der Begründung hingewiesen, daß auch heute noch jedes Feld einen Überlauf besitze, der es dem Überschußwasser erlaube vom Feld zu fließen. Ohne Probleme gelang dies sicher am Ostrand der Oasen, wo die Kanäle ohne besondere Schutzbauten im Wüstensand auslaufen konnten.
Anders verhielt es sich an den seitlichen Oasenrändern, insbesondere denjenigen der Nordoase. Der nördliche Rand war durch die Lavafelder gegeben. Diese lagen höher als die angrenzende Bewässerungsfläche, so daß kein Wasser auf die Lava weggeführt werden konnte. Wie aber die Untersuchungen bei al-Ǧufayna zeigen, muß die Möglichkeit eines randlichen Sammelkanals, der sich stellenweise zu einem Becken ausweiten konnte, in Betracht gezogen werden (Kap. C 7b). Seine Aufgabe hätte darin bestanden, das Überschußwasser aufzunehmen und entlang der Oase wegzuführen. Bei genügend Wasser scheinen die randlichsten, wegen der fehlenden Siltschicht noch nicht bewirtschaftbaren Geländekammern überschwemmt worden zu sein. Diese Gebiete waren mit Feldwällen gegliedert worden, damit das Wasser zum Stillstand kam und seine Schwebefracht sedimentierte.
Der Südrand bestand wahrscheinlich aus einer Gefällstufe zur Rinne des Wādī Ḏana. Sie mußte vor der Erosion des abfließenden Bewässerungswassers geschützt werden. Vermutlich geschah dies mittels robust gebauter Überläufe. In den kurzen und steilen, dem Wādī Ḏana tributären Runsen wurden mehrfach größere Doppelbauten angetroffen. Sie bestanden stets aus meisterhaft behauenen und fugenlos aneinandergepaßten Kalkquadern und waren im Schnitt gegen 4 m hoch. Sie wurden vor der Bildung der Runsen gebaut und wurden später allmählich zusedimentiert. Ihr Grundriß konnte nicht aufgenommen werden, da sie durch die Erosion erst teilweise freigelegt wurden. Dennoch konnte festgestellt werden, daß die Bauten nie einen Hohlraum aufweisen und manchmal eine Abrundung gegen das Oaseninnere zeigen. In einem Fall schloß eine etwa 15 m lange und 5 m hohe Mauer an. Sie war aus quaderförmigen, vulkanischen Konglomeratbrocken gebaut. Die Fließrichtung war demnach zum Oasenrand hin. Möglicherweise wurde an diesen Stellen das Überschußwasser gesammelt, um es, ohne daß es erodieren konnte, über einen Überlauf in ein tieferes Niveau stürzen zu lassen. Es wäre zu prüfen, ob eventuell Bau C nicht in irgendeiner Form der Wasserentsorgung zu dienen hatte, da nicht von der Hand zu weisen ist, daß er zum heutigen Wadi hin orientiert ist. Für die Existenz größerer Ablaßbauten spricht auch ihre inschriftliche Erwähnung (klwt = water drops; Irvine 1962, S. 204).
Nachträglich in Erosionsrinnen gebaute, mit Mörtel überzogene Ablasse finden sich in den dem Wādī as-Sāʾila zugeneigten Runsen (Kap. C 7b). Dies könnte als Hinweis für eine spätere Entstehung des Wādī as-Sāʾila gewertet werden.

4. ANMERKUNGEN ZUR BEWIRTSCHAFTUNG

Ziel dieses Abschnittes ist es, einige grundlegende Gedanken zur Bewirtschaftung der antiken Oasen vorzutragen, um ein grobes Bild der antiken Landwirtschaft in der Region Mārib zu entwerfen. Die in Tab. 3 zusammengestellten Daten zum Wasserhaushalt der Oasen zeigen, daß mit einem mittleren Sommersayl sicher das ganze Gebiet der antiken Oasen bewässert werden konn-

te. Der Frühlingssayl reichte wohl nicht für die ganze Fläche, wohl aber für einen Großteil[66]. Zwischen dem Frühlingssayl und dem Sommersayl liegt eine Spanne von mindestens zwei Monaten, meistens aber etwas mehr, so daß in dieser Zeit eine Getreideernte erzielt oder Luzerne bis zum Schnitt gezogen werden kann[67]. Somit war in weiten Teilen der Oasen mit zwei Ernten zu rechnen, was beinahe einer Verdoppelung der Anbaufläche von 9600 ha gleichkommt.

Nach van Beck (in Pritchard 1974, S. 44) konnten aufgrund von Abdrücken in südarabischen Lehmgefäßen die folgenden Getreidearten für die antike Zeit nachgewiesen werden: Teff[68], Besenhirse, Gerste und eventuell Hafer. Als weitere Nutzpflanzen nennt er: Reben, Kümmel, Flachs, Sauerampfer und Sesam. Es ist anzunehmen, daß in Mārib etwa mit den gleichen Kulturpflanzen gerechnet werden kann. Konkrete Hinweise dafür liegen allerdings nicht vor. Die auf ihren Pollengehalt untersuchten Bodenproben zeigen nur wenige, stark zerstörte Pollenreste, so daß sich eine Auswertung nicht gelohnt hätte. Einzig die häufig auftretenden Wurzelröhrchen könnten u. U. als Andeutung auf einen intensiven Getreidebau angesehen werden (Kap. C 2). Völlig außer acht läßt van Beck die Busch- und Baumkulturen. Überreste davon sind in den Bewässerungssedimenten in Form von Wurzelfüllungen, Erdringen und Erdstotzen erhalten geblieben (Kap. C 4b,c). Es ist naheliegend, daß es sich dabei vor allem um Dattelpalmen und ʿIlb-Bäume gehandelt hat, kaum aber um Myrrhe, da diese einen steinigen Untergrund bevorzugt. Die Palmen wurden stellenweise planmäßig angepflanzt. Ihre Relikte sind höchstwahrscheinlich in den Erdstotzenfeldern zu sehen. Der ʿIlb-Baum gedieh damals, wie auch heute, manchmal inmitten eines Ackers, so daß die Bauern um den Baum herumpflügen mußten (Abb. 31). Die Holzkohlen zeigen, daß auch Tamarisken recht häufig vorkamen (Anhang 1). Vermutlich wuchsen sie vor allem entlang der Kanäle sowie an den Uferpartien der Wadis. Sie scheinen insbesondere als Brennholz gedient zu haben.

Für die Ackerkulturen genügte eine einmalige Feldüberstauung von etwas mehr als einem halben Meter, damit sie gediehen und fruchten konnten (Christiansen-Weniger 1959, S. 698). Mit der großzügigen Bewässerung konnte auch der Bodenversalzung vorgebeugt werden, indem ein Teil des Wassers versickerte und die Salze aus dem Oberboden mit hinwegführte (= Leaching: Yaron und Vink 1973, S. 212). Das Bewässerungswasser brachte zudem in Suspension mitgeführtes Feinmaterial auf die Felder, das dem Boden als Naturdünger zugute kam (Maktari 1971, S. 54). Für die Palmpflanzungen reichte allerdings der zweimalige Sayl pro Jahr nicht aus. Da die Wurzeln der Palmen in den erhöht liegenden Oasen nicht mehr bis ins Grundwasser reichten, war eine Bewässerung zwischen den Sayls nötig. Diese erfolgte von Brunnen aus (Irvine 1962, S. 111). Die Grundwasserverhältnisse in der Region Mārib sind ausgezeichnet (Electrowatt 1978: MR, S. 31), so daß ganzjährig genügend Wasser vorhanden ist.

Zusätzlich zu den Oasen wurden vermutlich auch Teilgebiete des Stauraumes landwirtschaftlich genutzt. Anzeichen dafür sind in den Sedimenten vorhanden. Auch Ibn Al-ʿAydarūs (1934, S. 69 in Serjeant 1964, S. 36) weist auf die Nutzung des Stauraumes hin.

Insgesamt standen den Sabäern während der Blütezeit somit gegen 10000 ha Kulturland für die landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung. 1973 lebten rund 13000 Leute[69] im Distrikt Mārib (Swiss Technical Co-Operation 1978, S. II/142). Sie bewirtschafteten eine Fläche von etwa

66 Die Inschrift Fakhry 71 berichtet von großen Frühjahrsniederschlägen, die es erlaubten, das ganze Oasengebiet zu bewässern. Besonders hervorgehoben wird, daß an den Bewässerungsanlagen kein Schaden entstand (RYCKMANS, G. 1952, S. 42).

67 Nach GLASER (1913, S. 19) kann bereits 40 Tage nach der Aussaat geerntet werden.

68 Hirseart, wird heute nur noch in Äthiopien als Brotgetreide angebaut, in den übrigen Ländern als schnellwachsende Futterpflanze (REHM und ESPIG 1976, S. 40).

69 Davon sind allerdings 2000 Beduinen und 1000 Flüchtlinge, so daß nur eine Bevölkerung von 10000 Leuten seßhaft ist.

3900 ha (Schoch 1978, S. 126). Wird dieses Verhältnis von Anbaufläche zu Bewohnern auf die antike Situation übertragen, so hätten in Mārib mindestens 30000 Menschen selbstversorgend leben können[70]. Auch wenn man für die Antike eine intensivere Nutzung annimmt, so resultierten allerhöchstens 50000 Leute, niemals aber 100000, wie dies Rathjens et al. (1956, S. 34) angegeben haben.

5. GESCHICHTE DER BEWÄSSERUNG

a) Vorbemerkungen

Es kann in diesem Abschnitt nicht darum gehen, ein vollständiges, lückenloses Bild der Geschichte der Bewässerung in der Region Mārib zu zeichnen. Vielmehr sollen einzelne Teilstücke herausgegriffen und bezüglich ihrer zeitlichen Einordnung diskutiert werden. Schon während des Feldaufenthaltes Nov./Dez. 1979 kristallisierte sich deutlich heraus, daß die absoluten Höhenverhältnisse für die altersmäßige Stellung einzelner Dammanlagen von entscheidender Bedeutung sind. Insbesondere die vorliegende Arbeit kann aufzeigen, daß die stetige Erhöhung der Oasen um mehr als einen Meter in 100 Jahren die höhenmäßige Lage der Dämme und ihrer Auslasse bestimmte (Kap. C 6b,c). Diese mußten immer der Anforderung gewachsen sein, den anfallenden Sayl auf ein Niveau aufzustauen, von dem aus die Oasenflächen bewässert werden konnten. Dieser Anforderung wurden die Sabäer wahrscheinlich gerecht, indem zunächst die vorhandenen Bauten aufgestockt wurden. Wenn dies nicht mehr genügte, mußte eine neue Anlage an erhöhter Stelle geplant werden. Dies führte gezwungenermaßen zu einem Neubau wadiaufwärts. Derart geschah eine allmähliche Annäherung der Dammanlagen an den Ostausgang der Klus, wo schließlich die jüngsten Sperren errichtet wurden.
Während dieses, mehrere Jahrhunderte dauernden Prozesses wurden wertvolle Erkenntnisse für die räumliche Anordnung, die Konstruktions- und Funktionsweise der Dammanlage gewonnen. Zudem konnten die nötigen Erfahrungen über das Auftreten der Sayls, sowohl in zeitlicher als auch in umfangmäßiger Hinsicht gesammelt werden. Erst die große Tradition in der Nutzbarmachung des Sayl zu Bewässerungszwecken erlaubte es den Sabäern, sich an den Bau einer monumentalen, das ganze Wadi absperrenden Dammanlage zu wagen.

b) Das Einsetzen der Bewässerung

Zum besseren Verständnis der Umweltbedingungen beim Beginn der Bewässerung sei nochmals kurz der naturgeographische Rahmen aufgespannt. Die damaligen topographischen Verhältnisse sind in Abb. 1 skizziert. Als wichtigstes morphologisches Element erscheint eine, weit nach Südosten ziehende und den Ostausgang der Klus absperrende Lavazunge. Sie bedingte das Umbiegen des Wādī Ḏana zu einem Lauf entlang dem Hangfuß des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ, bevor es in den weiten Raum der Ramlat as-Sabᶜatayn austrat. Die Oberfläche des quartären Schuttfächers lag nahe bei den Ǧibāl Balaq in etwa 1160 m NN und bei al-Ḥazma um 1140 m NN, was dort ungefähr dem heutigen Wadiniveau entspricht. Demzufolge ragte die Lavazunge mit einer Ober-

70 Die gleiche Bevölkerungszahl nennt DEQUIN (1968, S. 166), obwohl er von einer bewirtschafteten Fläche von nur 5000 ha ausgeht.

fläche von rund 1180 m NN über den Schuttfächer heraus (Tab. 2). Sie schuf damit für das Wādī Ḏana am Nordosthang des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ ähnlich enge Talverhältnisse wie innerhalb der Klus. Von Nordwesten mündete wahrscheinlich das Wādī al-Ǧufayna ins Wādī Ḏana.
Von großer Bedeutung sind auch die klimatischen Verhältnisse der damaligen Zeit. Schon seit einigen Jahrzehnten wurde für das Mittelholozän der afro-arabischen Trockenzone eine feuchte Phase angenommen (Murray 1951, S. 429; Butzer 1958, S. 145 f.). Im Becken von Damaskus wurde sie von Kaiser et al. (1973, S. 264) erneut nachgewiesen und als „neolithisches Pluvial" bezeichnet. Neuere Arbeiten in Innerarabien, deren Ergebnisse mit der nötigen Vorsicht auch für die Region Mārib verwendet werden dürfen, grenzen diese feuchtere Phase folgendermaßen ab: Mc Clure (1978, S. 257), 9000–6000 y. B.P.; Hötzl and Zötl (1978, S. 302), 7000–4500 y. B.P. Wie sich das „neolithische Pluvial" in der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge manifestiert hat, ist ungewiß. Auch über die damaligen klimatischen Verhältnisse im yemenitischen Hochland liegen keine Untersuchungen vor, doch darf wohl davon ausgegangen werden, daß die Niederschläge zumindest für einen lockeren Baumbestand ausreichten. Das Abflußregime des Wādī Ḏana wäre durch die dichtere Vegetation modifiziert worden. Die Niederschläge wären etwas länger im Einzugsgebiet zurückgehalten und der Abfluß damit verzögert worden, was wiederum einen abgeschwächten, dafür länger anhaltenden Sayl zur Folge gehabt hätte.
Im Laufe des 4., evtl. auch des 3. Jts. v. Chr. fand der Übergang vom etwas feuchteren zu einem, in etwa den heutigen Verhältnissen entsprechenden trockenen Klima statt. Die Bergwälder vermochten sich vermutlich stellenweise zu halten, da Zedernbestände bis in historische Zeit vorgekommen sein sollen (Lamare 1931, S. 59). Eine spürbare Änderung dürfte sich bei der Wasserführung des Wādī Ḏana eingestellt haben. Geringere Wassermengen gelangten an den Ostrand des Hochlandes und diese flossen nicht mehr so weit wie früher in die Ramlat as-Sabᶜatayn hinein. Im Einklang damit verkleinerte sich auch der Vegetationsraum am Wüstenrand und es ist anzunehmen, daß es zu einer Konzentration der Tiere und Menschen an den Austrittstellen der großen Wadis aus dem Gebirge kam.
In diesem Umfeld dürfte die einsetzende Kultivierung der vom Sayl überschwemmten Ebenen zu sehen sein. Über den Zeitpunkt kann nichts genaues gesagt werden. Roberts (1977, S. 139) gibt an, daß für Westarabien Bewässerungssysteme aus dem 3. Jt. v. Chr. bekannt sind. In Kap. C 6 b wurde mit einer Hochrechnung der Beginn der kontrollierten Bewässerung in Mārib ins späte 3. Jt. v. Chr. datiert. Die Berechnung erfolgte auf der Voraussetzung einer gleichmäßigen Aufsedimentierung der Oasen um 1,1 cm/Jahr und der Annahme, daß es sich bei den rund 30 m mächtigen Siltablagerungen durchwegs um bewässerungsbedingte Sedimente handelt. Die Basis der Silte wird durch Sand- und Schotterablagerungen gebildet, die dem ehemaligen Schuttfächer des Wādī Ḏana entsprechen.
Bei den Siltablagerungen konnte mehrfach beobachtet werden, daß sie in ihrer ganzen Mächtigkeit von z. T. über 30 m absolut keine groben Komponenten aufweisen und keinerlei Anzeichen einer Schichtung zeigen. Diese monotone Ablagerungsfolge deutet darauf hin, daß das Gebiet der Oasen nicht der natürlichen Strömung des Sayl ausgesetzt war, sondern sich in randlicher, geschützter Lage befand[71]. Es ist deshalb kaum von der Hand zu weisen, daß es sich dabei um bewässerungsbedingte Sedimente handelt. Was die Sedimentationsrate betrifft, so lassen sich mehrere Überlegungen anstellen, die eine weitgehend konstante Ablagerung pro Jahr erwarten lassen: Zunächst zeigt die immer gleichbleibende Korngrößenzusammensetzung an, daß das Bewässerungswasser stets unter ähnlichen Fließbedingungen auf die Felder gelangte. Des weiteren ist nicht anzunehmen, daß sich die Überstauungstiefe der Felder stark geändert hat, und schließlich

71 Aus Äthiopien sind auch Siltterrassen bekannt, die aber wahrscheinlich natürlichen Ursprungs sind. Ihre Genese ist allerdings noch umstritten (frdl. mdl. Mitt. von Prof. Dr. K. W. Butzer).

kann man während der ganzen Dauer der Bewirtschaftung von einer zweimaligen Bewässerung pro Jahr ausgehen. Somit darf angenommen werden, daß im Raume Mārib bereits am Ende des 3. Jts. v. Chr. mit einer systematischen Bewässerung begonnen wurde. In diese Zeitperiode fällt auch etwa die Domestizierung des Kamels (Dostal 1981, S. 3) und damit verbunden eventuell die Ausbildung der Weihrauchstraße (Rathjens 1955, S. 16).

Die ersten Anbauversuche in den vom Sayl getränkten Boden dürften damit noch weiter, wahrscheinlich bis in die Mitte des 3. Jts. v. Chr., zurückreichen. Es obliegt mir nicht, die Frage zu beantworten, ob damals bereits das sabäische Volk in Mārib ansässig war und ob es mit den in sumerischen Texten des 3. Jts. v. Chr. erwähnten „Saba" und „Sabum" in Verbindung zu bringen ist (Grohmann 1963, S. 24). Es muß einfach mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß bereits damals eine einfache ackerbauliche Nutzung bestand, indem unmittelbar nach dem Sayl in die durchnäßte Wadiaue gesät und nach wenigen Monaten geerntet wurde (Bowen 1958, S. 86). Allmählich wird man begonnen haben, mittels einfacher Sanddämme das Wasser auf eine etwas größere Fläche beidseits des Wadis zu verteilen und es mit kleinen Erdwällen in einem vorgegebenen Feld genügend aufzustauen, damit auch am Rande des Wadis eine Ernte möglich wurde. Dabei wird man auch die Erfahrung gemacht haben, daß auf dem frisch abgelagerten Feinmaterial bessere Ernten erzielt werden können als im sandigen Wadibett. Bei diesem Vorgehen wurden die Sanddämme und manchmal auch die Erdwälle durch den Sayl weggeschwemmt, so daß sie jedesmal neu errichtet werden mußten. Dies dürfte schließlich zur Befestigung einzelner Teile der Dämme geführt haben. Für Mārib liegen keine Anzeichen vor, ob dies in Form einer Winkelbuhne vorgenommen wurde, wie bei al-Ḥurayḍa im Ḥaḍramawt (Caton-Thompson und Gardner 1944, Taf. 78; Wissmann und Höfner 1952, S. 345), oder durch steinbewehrte Ansatzstellen, wie dies heute noch im Wādī Bayḥān beobachtet werden kann (Bowen 1958, S. 120).

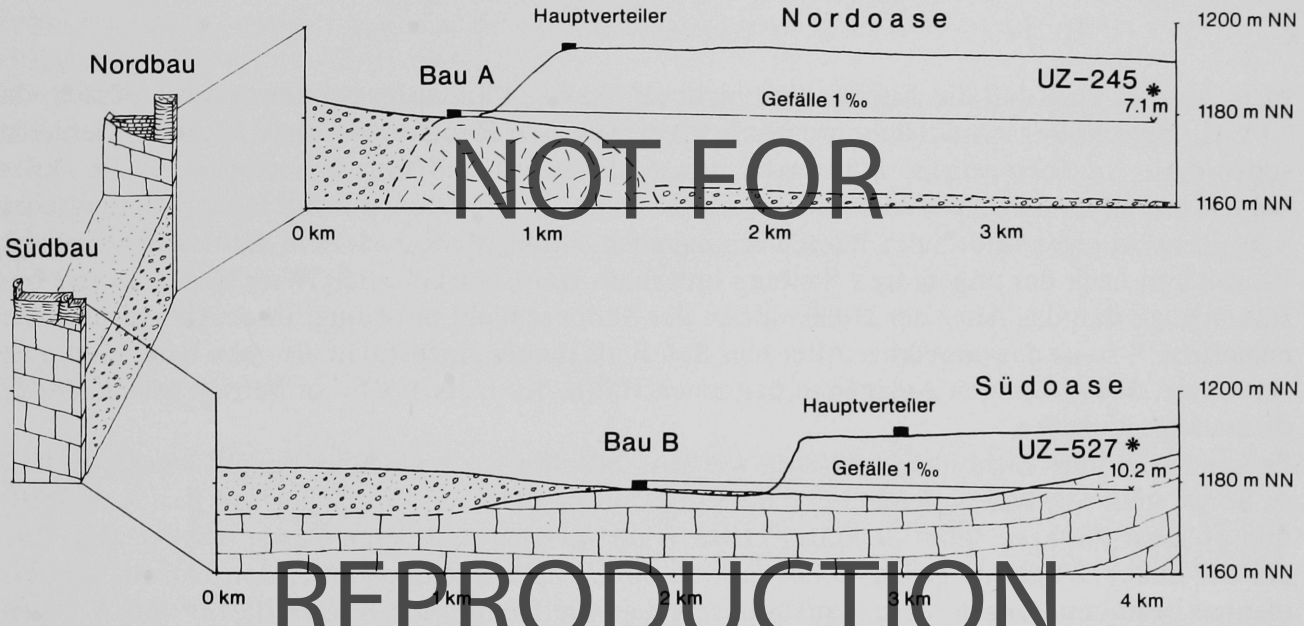
Nach Doe (1970, S. 79) „schreibt die Überlieferung der mythischen Gestalt des Lukmān ben Ad die Errichtung eines etwa 1700 v. Chr. angelegten Bewässerungs-Staudammes zu". Wie die Feldforschung zeigt, könnte in dieser Überlieferung ein Kern Wahrheit haften geblieben sein.

Die geeignetsten Flächen für diese einfache Art der Bodenkultivierung fanden sich zweifellos unterhalb der Stelle, wo das Wādī Ḏana aus der Enge zwischen der Lavazunge und dem Ǧabal Balaq al-Awsaṭ in die Ebene entlassen wurde. Dort befanden sich beidseitig des Wadis, insbesondere aber auf der Nordseite, geschützte Gebiete, die durch einfache Ablenkdämme bewässert werden konnten. In diesem Entwicklungsstadium wird die Sedimentation der geröllosen Bewässerungssedimente begonnen haben, die heute die beiden Oasen ausmachen. Damit stellte sich aber auch alsbald das Problem, daß sich die Bewässerungsflächen kontinuierlich erhöhten und immer größere Ablenkdämme nötig wurden, um das Feldniveau zu erreichen. Dem konnte zunächst begegnet werden, indem die Ablenkdämme etwas oberhalb neu gebaut wurden. Als auch dies nicht mehr ausreichte, mußte die Wasserfassung noch weiter wadiaufwärts verschoben werden, nämlich in die Enge zwischen dem Ǧabal Balaq al-Awsaṭ und der Lavazunge. Nun war es aber nicht mehr möglich, den Sayl direkt auf die Felder zu führen. Am linken Rand sperrte die Lavabarriere den Zugang zu den Feldern ab und dem rechten Wadiufer entlang zog sich der Kalk des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ. So mußte dazu übergegangen werden, den Sayl in Kanäle zu leiten, um ihn so auf die Felder zu führen. Die konzentrierte Wasserfassung an je einer Stelle an beiden Wadirändern erforderte bei der enormen Größe des Sayl feste Bauten. In dieser Zeit dürfte auch die Idee aufgekommen sein, in den Lavariegel eine Vertiefung zu hauen, damit das Wasser ohne Umwege auf die Nordoase fließen konnte[72].

72 Ein gutes Anschauungsbeispiel für eine solche kanalartige Vertiefung findet sich in al-Ǧufayna. Auch SERJEANT (1960, S. 582) schildert einen derartigen Durchbruch aus dem Wādī Bayḥān. Er wird heute noch benutzt.

c) Aufnahme einer geregelten Bewässerung

Die ältesten sichtbaren Zeugen eines fest eingerichteten Bewässerungssystems sind Bau A und B[73]. Beide Anlagen sind auf festen Untergrund gebaut, Bau A auf den Südrand der Lavazunge und Bau B auf den anstehenden Kalk. Aus dieser Anordnung kann herausgelesen werden, daß Bau A am linken und Bau B am rechten Ufer des damaligen Wādī Dana lag (Abb. 1). Daraus ist ersichtlich, daß Bau A offensichtlich der Wasserfassung für die Nordoase und Bau B derjenigen für die Südoase diente. Aufgrund ihrer geringen Höhenlage waren sie nicht imstande, den Sayl auf das heutige Oasenniveau anzustauen (Abb. 32). Demzufolge sind sie einer früheren Phase der Bewässerung zuzuordnen.



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 32. Höhenverhältnisse im dammnahen Bereich. Die Darstellung dient der Veranschaulichung der altersmäßigen Einordnung von Bau A und B mit Hilfe ihrer Höhenlage (vgl. Angaben im Text).

Diese altersmäßige Einordnung wird, soweit dies anhand der freiliegenden Teile beurteilt werden kann, durch ihren Baustil bestärkt (Schmidt 1981). Ihre sehr ähnliche Höhenlage deutet auf eine gemeinsame Betriebszeit hin. Die wenigen sichtbaren Bauelemente lassen kaum eine funktionelle Deutung zu. Bei Bau B scheint allerdings ein Auslaß durch den mit Felseinarbeitungen umrahmten und mit Schwellen ausgelegten Kalkdurchbruch gegeben (Abb. 30). Ob die mit schweren Kalkquadern verkeilte Schwelle bei Bau A ebenfalls einem Auslaß entspricht oder eher als Überlauf gedient hat, ist noch unklar[74]. Wird davon ausgegangen, daß dadurch bei beiden Bauten die Auslasse gegeben sind, so können sie höhenmäßig mit den datierten Holzkohlen der Nord- und Südoase in Verbindung gebracht werden. Für die folgende Hochrechnung wird ein minimales Kanalgefälle von 1‰ angenommen (Abb. 32).

73 Eine ausführliche Beschreibung dieser Bauten findet sich in SCHMIDT (1981, S. 3–8).

74 Die von SCHMIDT (1981, S. 3) erwähnten Wasserschleifspuren sind nicht durch ihre frühere Funktion bedingt, sondern eine Folge der heutigen Sayls.

	Bau A / Nordoase	*Bau B / Südoase*
Auslaßhöhe	1181,5 m NN	1180,5 m NN
Fundort Holzkohle	1185,5 m NN	1188,5 m NN
Absolute Höhendifferenz	4,0 m	8,0 m
Distanz Bau-Holzkohle	3,1 km	2,2 km
Höhendifferenz bei 1‰ Gefälle	3,1 m	2,2 m
Relative Höhendifferenz	7,1 m	10,2 m
Sedimentationsrate	1,1 cm/Jahr	1,1 cm/Jahr
Altersunterschied Bau-Holzkohle	645 Jahre	925 Jahre
Absolutes Alter der Holzkohle	2080 y.B.P.	2205 y.B.P.[75]
Absolutes Alter der Bauten	2725 y.B.P.	3130 y.B.P.
Alter gemäß Hochrechnung (vgl. Text)	(775 v. Chr.)	(1180 v. Chr.)

Es ist absolut klar, daß die Alterszahlen nicht als exaktes Baudatum benutzt werden dürfen, da zu viele Berechnungsgrundlagen innerhalb einer gewissen Breite schwanken können. Vielmehr sollen diese Angaben zeigen, daß sowohl Bau A als auch Bau B älter sein müssen als die Holzkohlen in den entsprechenden Bewässerungsflächen. Des weiteren soll die Hochrechnung eine sehr grobe Altersdatierung der Bauten ermöglichen, wobei nicht nach dem Jahrhundert gefragt ist, sondern nach der ungefähren Stellung innerhalb eines Jahrtausends. Wird der Umstand berücksichtigt, daß das Alter der Holzkohle in der Südoase nicht unbedingt ihrer Ablagerungszeit entspricht[76], so ist das ungefähre Alter von Bau B als jünger einzustufen als oben berechnet. Die Annahme, daß die beiden Anlagen in der ersten Hälfte des 1. Jts. v. Chr. in Betrieb waren, dürfte demzufolge zutreffen.

Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, daß Bau B etwas früher erstellt wurde als Bau A. Somit stellt sich konsequenterweise die Frage, ob Bau B einen Vorgänger von Bau A darstellt und ob diese Anlagen somit doch das ganze Wadi sperrten und beide Oasen bewässerten. Das auf der linken Wadiseite gelegene Pendant zu Bau B wäre demnach unter den Nordoasensedimenten begraben. Gegen diese Annahme sprechen die Höhenverhältnisse. Bau B und A liegen etwa gleich hoch. Dadurch hätte die Aufstauung des Sayl bei Bau B unweigerlich die Aufschüttung des Wadis und die Zusedimentierung der Stelle zur Folge gehabt, wo heute Bau A steht. Zudem hätte eine Verlegung der Dammsperre von Bau B nach Bau A keine wesentlichen Vorteile gebracht, da von Bau A aus kaum höher gelegene Gebiete hätten bewässert werden können als von Bau B aus[77]. Aus obigen Gründen neige ich ebenfalls dazu, Bau B als allein stehenden rechtsseitigen Auslaß anzusehen, der durch einen ins Wadi hineingebauten Ablenkdamm mit Wasser versorgt wurde[78]. Ob das gleiche auch für Bau A zutrifft, ist schwer zu sagen, denn dort sind Anzeichen vorhanden, daß ein Damm von Bau A zum Hangfuß des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ führte. Hier finden sich im anstehenden Kalk die Negativabdrücke eines Auslasses, die z. B. im Plan von Audouin (in: Dayton 1979, S. 128 f.) enthalten sind und von Dayton (ebenda) in Un-

75 Vgl. die Diskussion in Kap. C 6 c.

76 Vgl. die Diskussion in Kap. C 6 c.

77 Es bleibt zu bedenken, daß wir über die Höhe der Mauern von Bau A keinerlei Hinweise besitzen. Es wäre durchaus möglich, daß die als Auslaß angenommene Schwelle als ein tief gelegener Überlauf benutzt wurde, daß aber die Auslasse etliches höher lagen, wie z. B. bei al-Mabnā. Die Ähnlichkeit in der Anordnung von Bau A und al-Mabnā ist überraschend.

78 Zu gleichen Ergebnissen kamen auch RYCKMANS (1960, S. 205 f.) und WISSMANN (1976 a, S. 37), obwohl sie noch keine Kenntnisse von älteren Auslaßbauten besaßen.

kenntnis der lokalen Verhältnisse falsch in sein Funktionssystem einbezogen wurden[79]. Dieser Auslaß liegt etwa in 1187 m NN gegenüber 1181,5 m NN des angenommenen Auslasses bei Bau A. Damit hätte der Damm wie auch Bau A eine Höhe von etwa 8 m erreichen müssen, was durchaus im Bereich des Möglichen liegt und durch die, aus steilgestellten Kalkquadern erbaute Mauer angedeutet ist.
Es wäre auch denkbar, daß zuerst Bau A und B zwei unabhängig voneinander funktionierende Auslasse waren, die mit einem Ablenkdamm einen Teil des Sayl in die Nord- bzw. Südoase abzweigten. Bau A hatte die nötige Höhe, um über die Lavazunge hinweg die Nordoase zu bewässern (Abb. 32). In einem späteren Stadium wäre Bau B aufgegeben worden und von Bau A zum Ǧabal Balaq al-Awsaṭ hin ein durchgehender Damm gebaut worden. Mit der Verlegung des südlichen Auslaßbaues zum Bau A hin hätte eine Erhöhung von Bau A einhergehen müssen. Zusätzlich hätte eine künstliche Erhöhung der Lavazunge deren Überfluten durch den aufgestauten Sayl verhindern müssen. Damit hätten bei der Dammanlage um Bau A sehr ähnliche Verhältnisse geherrscht wie später bei al-Mabnā.
Die sauber gearbeiteten Baureste und ihre massive Konstruktion lassen zusammen mit den sehr geschickt gewählten Standorten darauf schließen, daß zu diesem Zeitpunkt bereits eine hochstehende Wasserwirtschaft betrieben wurde, die später kaum mehr übertroffen wurde. Die wirtschaftliche Blüte des Reiches Saba' wird auch manifestiert durch die Ummauerung Mārib's gegen Ende des 8. Jhs. v. Chr. und den Bau des Maḥram Bilqīs in der Mitte des 7. Jhs. v. Chr. (Wissmann 1976 b, S. 352 f.).

d) Blütezeit

Der Beginn der wasserwirtschaftlichen Hochkultur fällt somit in die Zeit vor der Erstellung des Südbaus, der inschriftlich erwähnt wird und nach Wissmann (1976 b, S. 355) um 545 v. Chr. stattfand. Vor der Dammanlage um Bau A und eventuell auch noch von Bau B aus wurden bereits zwei recht große Oasen bewässert, nämlich diejenigen Teile, die heute mehr als 15 m mächtige Bewässerungssedimente aufweisen.
Durch die kontinuierliche Aufsedimentierung der Oasen verringerte sich das Gefälle vom Damm zu den Feldern zusehends. Dies führte schließlich dazu, daß von der bestehenden Dammanlage aus die Bewässerung der Oasen kaum mehr sichergestellt werden konnte. In der Mitte des 6. Jhs. v. Chr. wurde deshalb der südliche Auslaß an erhöhter Stelle in den nördlichsten Kalkvorsprung des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ gemeißelt (Taf. 3). Damit war das Grundkonzept für den Südbau entworfen. Nur eine Generation später wurde es vervollständigt, indem etwas westlich eine weitere Öffnung aus dem festen Fels gehauen wurde.
Die funktionsmäßige Interpretation dieser Baufortschritte kann schlußendlich nur mit detaillierten baugeschichtlichen Untersuchungen und der dadurch vorzunehmenden zeitlichen Einordnung der verschiedenen Mauerwerke des Südbaus zufriedenstellend gelingen. Trotzdem kann eventuell eine vorläufige Besprechung einen Ansatz zur endgültigen Lösung aufzeigen. Diese wird auf alle Fälle nur unter Beizug der Inschriften möglich sein.
In Gl 513 wird von Sumuhu^{c}alī Yanūf bin Ḏamar^{c}alī die erste Baustufe beschrieben. Zeile 2: „... , hat ausgehauen den Fels des Staubeckens RḤB^{m} (in Richtung) des Hauptkanals von Yasrān“[80]. Wie der 2. Teil des Satzes zeigt, bestand der wegführende, leicht in den Fels eingetiefte

79 Sein Funktionssystem vermag auch als Ganzes kaum zu überzeugen, da die in spitzem Winkel wegführenden Kanäle kaum der schnellen Verteilung des Sayl dienlich gewesen wären. Zudem ist nicht anzunehmen, daß das Wasser wieder zum Damm zurückgeleitet wurde, wie dies in seiner Interpretation eingezeichnet ist.

80 Zur Übersetzung vgl. Text zu Taf. 3.

Kanal bereits oder wurde zumindest gleichzeitig mit dem Speicherkanal RḤB^{m} gebaut. RḤB^{m} diente offensichtlich als Überlauf, der das Wasser eventuell an ein tiefer gelegenes Speicherbecken abgab. Damit RḤB^{m} seine Funktion als Überlauf und damit als Regulator der für den Leitungskanal bestimmten Wassermenge erfüllen konnte, durfte er nicht auf seiner ganzen Länge bis auf den Grund ausgehauen werden. Aus diesem Grund wurde vermutlich ein natürlicher Kalkriegel stehengelassen. Er wurde wahrscheinlich später entfernt, ist aber noch heute durch die vorspringenden, unsauber behauenen Kalknasen angedeutet. Die Höhe dieses Kalkriegels dürfte durch die Spuren des überfließenden Wassers gegeben sein (Taf. 3). Der Kanal zur Südoase wurde in diesem Stadium direkt aus dem Stauraum durch Überfließen der natürlichen Stauschwelle, auf der später der mittlere Teil des Südbaus errichtet wurde, gespiesen.

Yiṯa^{c_2}amar Bayyin, der Sohn von Sumuhu^{c}alī Yanūf, berichtet in G1 523 = CIH 622 von der zweiten Bauetappe, die darin besteht, die Fassung für den Leitungskanal zu verbessern, indem der Auslaß ḤBBḌ in den Stauraum hinein verlegt wurde und so die Eckbastion zwischen Damm und Auslaß nicht mehr so gefährdet war wie vorher (Rhodokanakis 1917, S. 103 f.).

Es ist klar, daß zu Zeiten von Sumuhu^{c}alī Yanūf bin Ḏamar^{c}alī der Damm am Ostteil des Südbaus anschloß. Ungewiß ist, ob er unter seinem Sohn bereits ans Westende zu liegen kam.

Überhaupt keine Anhaltspunkte besitzen wir über das nördliche Ende des Dammes. An den heute von den Stauraumsedimenten befreiten Partien des Ǧabal Balaq al-Qiblī sind, außer unmittelbar beim Nordbau, keinerlei Felseinarbeitungen gefunden worden. Trotzdem muß davon ausgegangen werden, daß der nördliche Auslaßbau auf festen Untergrund gebaut war. Die Lavazunge kam dafür kaum mehr in Betracht, da sie mit weniger als 1180 m NN zu tief lag. Demzufolge scheint der damalige Nordbau, der zweifellos existierte, doch auf kalkigen Fels gebaut worden zu sein. Ob seine Spuren unter den Stauraumsedimenten begraben sind, oder ob der heutige Nordbau einen Teil seiner Anordnung übernahm, sind Fragen, die nur unter Mithilfe bauhistorischer Forschung beantwortet werden können.

Die Stauraumsedimente vermögen einen kleinen Hinweis zu liefern. Vor dem Ereignis X (Kap. C 5 d) – wie weiter unten gezeigt wird, könnte es im Zusammenhang mit dem Dammbruch von 449/450 n. Chr. stehen – wurden im westlichen Teil des Stauraumes beim Nordbau bereits mindestens 7 m Sedimente abgelagert. Sie erreichten eine nachweisbare, maximale Höhe von 1197,5 m NN, was eine, dieses Gebiet umschließende Dammkrone von beinahe 1200 m NN bedingt. Das ist eine Höhe, die sehr gut mit dem Südbau korreliert.

Des weiteren finden sich in der Dammregion keine morphologisch-sedimentologischen Relikte aus der Blütezeit der Bewässerungswirtschaft von Mārib, wohl aber in den Oasen. In der Nord- und Südoase markieren zusedimentierte Holzkohlen, daß vor der Zeitenwende beide Oasen in Betrieb standen. Sie waren einer starken Aufsedimentierung ausgesetzt, die immer wieder den Neubau von Kanälen und Wasserbauten notwendig machte. Durch mehrere Inschriften sind wir darüber informiert. Auch der Hauptdamm mußte zusammen mit dem Süd- und Nordbau durch Erhöhungen den neuen Verhältnissen angepaßt werden. Zu dieser Zeit wird die Bewässerungsfläche ihre größte Ausdehnung erreicht haben, sofern dies allein aufgrund der Höhenlage und ohne Altersdatierung der äußerst gelegenen Bewässerungssedimente überhaupt geschlossen werden darf. Die beiden Oasen dürften nur durch eine seichte Rinne voneinander getrennt gewesen sein und die Nordoase wird im Norden direkt an die Lavafelder der Ǧibāl Daš al-Ḫašab angeschlossen haben. Maḥram Bilqīs bildete etwa das Zentrum der ausgedehnten Südoase.

Die Kulmination der Bewässerungswirtschaft war wohl bereits überschritten gewesen, als um 120 v. Chr. in Südarabien große und mehrere Jahrhunderte dauernde Unruhen begannen (Wissmann 1976 b, S. 395 f.). Kriegerische Auseinandersetzungen absorbierten einen Teil der Arbeitskräfte. Die Verwüstung der Dammanlage durch die Römer wurde aufgefangen, indem von überall her Baumaterial herantransportiert und als Spolien für die Reparatur verwendet wurde. Mit

dem verstärkten Aufkommen der Ḥimyar gegen Ende des 3. Jhs. n. Chr. verliert Mārib derart an Bedeutung, daß sichtlich auch das Bewässerungssystem nicht mehr im alten Glanz aufrechterhalten werden konnte.

e) Der Niedergang

Die Vernachlässigung der Dammanlage mit dem zugehörigen Kanalsystem führte mehrfach zu Beschädigungen durch größere Sayls. Zumindest fünf größere Zerstörungen sind in irgendeiner Form überliefert worden:

um 370 n. Chr.:	Schwere Dammbrüche und starke Zerstörung am Südbau, Ursache eventuell Erdbeben (Wissmann 1976 b, S. 478)
449 n. Chr.:	Reparatur großer Teile der Dammanlage samt zugehörigen Bauten, inschriftlich belegt in Gl 554 = CIH 540, Ursache eventuell allgemein schlechter Zustand, daher Renovation (Glaser 1897, S. 380)
450 n. Chr.:	Teilweise Zerstörung des Dammes und einzelner Funktionselemente der Wasserfassung, v. a. am Nordbau, ebenfalls belegt in Gl 554 = CIH 540, Ursache großer Sayl (Irvine 1962, S. 252)
542 n. Chr.:	Durchbruch des Dammes und Zerstörung einiger Wälle, inschriftlich belegt in Gl 618 = CIH 541 (= Abrahastele), Ursache großer Sayl (Glaser 1897, S. 404 f.)
vor 632 n. Chr.:	Endgültiger Dammbruch mit verheerenden Zerstörungen des Kulturlandes bewirkt Auswanderung der Stämme aus Saba' (Koran, Sure 34; 16)

Im folgenden soll der Versuch unternommen werden, die in den Stauraumsedimenten gespeicherten Ereignisse (Kap. C 5 d) mit der oben aufgeführten Chronologie der Dammgeschichte zu korrelieren. Eine wesentliche Hilfe bei diesem Unterfangen stellen die ^{14}C-datierten organischen Reste in den Stauraumsedimenten dar (Abb. 24). Dabei bleibt zu beachten, daß es sich um recht unterschiedliche Proben handelt, die nicht unbedingt den gleichen Aussagewert besitzen. Bei zwei Proben handelt es sich um, allerdings sehr verschiedene, Holzkohlen. Das ^{14}C-Alter einer Holzkohle gibt nicht den Zeitpunkt des Verbrennens wieder, sondern das Datum, an dem das Holz abstarb.
Hier kann bereits eine Differenz auftreten, wenn z. B. herumliegendes Holz gesammelt wurde. Ungewiß bleibt auch die Zeitspanne, die zwischen der Verbrennung und der Einbettung der Holzkohle in das Sediment verstrichen ist. Daher muß betont werden, daß das ^{14}C-Alter der beiden Holzkohlen ein Maximalalter für die Ablagerung der entsprechenden Sedimente darstellt.
Zu dieser Schwankungsbreite gesellt sich die Genauigkeit der Methode der ^{14}C-Datierung im allgemeinen. Dies wird durch die Angabe der Standardabweichung berücksichtigt. Für die Probe UZ-518, die unmittelbar nach dem Ereignis X abgelagert wurde und ein ^{14}C-Alter von 1590 ± 65 y.B.P. aufweist, heißt dies folgendes:
Die im verkohlten Zustand aufgefundenen Teile von Paliurus spina-christi[81] starben zwischen 295 und 425 n. Chr., also im 4. Jh. n. Chr. ab. Da durchwegs kleine Stämmchen und Äste vorkommen, könnte es sich um Leseholz handeln (Anhang 1). Es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, daß einige Jahre verflossen, bis das Holz verbrannt wurde. Um die Fundstelle herum sind keinerlei Spuren eines Feuers zu erkennen, so daß angenommen werden muß, daß die Holzkohle erst nach der Entstehung in den Stauraumsedimenten zur Ablagerung gelangte. So-

81 Vgl. Anmerkung in Anhang 1.

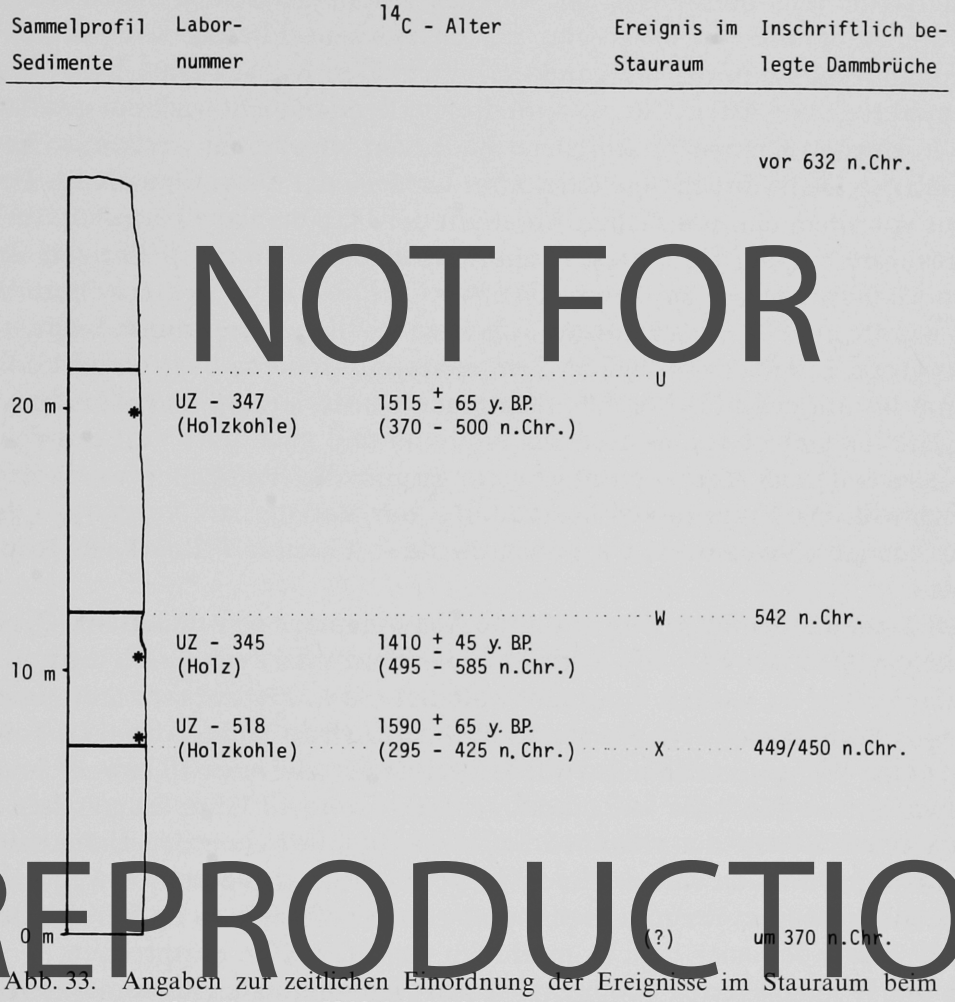
mit ist eine nicht genauer bestimmbare Zeitspanne vom ^{14}C-Alter abzuzählen, so daß die Ablagerung der Holzkohle nicht unbedingt im 4. Jh. n. Chr. stattgefunden haben muß, sondern gut ins 5. Jh. n. Chr. fallen kann.
Die gleichen Überlegungen treffen auch für die anderen zwei Altersdatierungen zu, insbesondere für UZ-347. Bei dieser Probe handelt es sich eindeutig um eingeschwemmte Holzkohle, so daß ihr Ablagerungsdatum keinesfalls demjenigen der ^{14}C-Datierung entspricht. Die Probe UZ-345 war ein pfahlförmiges Holzstück. Auch diese Datierung ergibt ein Maximalalter, doch besteht wahrscheinlich nur eine kleine Zeitspanne zwischen dem Absterben und der Ablagerung des Holzes, da es offensichtlich als Werkzeug bei der Aufschüttung von Lockermaterial verwendet wurde. In der Regel werden Werkzeuge aus frisch gefälltem Holz hergestellt und ihre Lebensdauer ist, vor allem bei einer derart schweren Arbeit, meistens sehr gering.
Insgesamt konnten in den Stauraumsedimenten drei Diskordanzen weiträumig verfolgt und mit Dammbrüchen korreliert werden. Sie wurden mit Ereignis X, W und U bezeichnet, wobei X das älteste und U das jüngste Ereignis darstellt. Es kann ferner davon ausgegangen werden, daß vom endgültigen Dammbruch in den Stauraumsedimenten keine Spuren mehr vorhanden sind, da sie seither der Erosion ausgesetzt waren. Zudem werden die Vorkommnisse von 449 und 450 n. Chr. in den Sedimenten schwerlich zu differenzieren sein, da in der Zwischenzeit kaum Sedimente abgelagert wurden. Damit blieben drei inschriftlich belegte Dammbrüche übrig, die den drei morphologisch belegbaren Ereignissen zugeordnet werden müßten. Die älteste Diskordanz, also X könnte demnach als eine Folge des Dammbruchs um 370 n. Chr. angesehen werden. W wäre dann 449/450 n. Chr. und U 542 n. Chr. entstanden.

Gegen diese Zuordnung sprechen verschiedene Indizien:
- Nach den wenigen Informationen zu schließen, die Wissmann (1976 b, S. 478) zum Dammbruch um 370 n. Chr. macht, wurden vor allem die südlichen Partien der Dammanlage betroffen. Die Diskordanz X scheint aber im ganzen Stauraum beim Nordbau aufzutreten und in Verbindung mit der Erstellung einzelner Teile der nördlichen Anlage zu stehen (Abb. 19 a).
- Die Inschrift Gl 554 = CIH 540 berichtet überwiegend von Reparaturarbeiten am Nordbau und seiner Umgebung. Die Diskordanz W kann aber eindeutig in Verbindung mit dem Dammrest M gebracht werden. In unmittelbarer Nähe des Nordbaus hat W nur geringfügige Spuren hinterlassen.
- UZ-345 weist ein Maximalalter von 1410 ± 45 y.B.P. auf. Die Ablagerung der Holzkohle geschah demnach frühestens im 6. Jh. n. Chr. Sie sollte aber auch vor dem Ereignis W, das dem Dammbruch von 450 n. Chr. entsprechen würde, abgelagert worden sein.
- Das Ereignis U müßte dem Dammbruch von 542 n. Chr. gleichzustellen sein, wonach auch in der Nähe des Nordbaus gebaut wurde (Glaser 1897, S. 422). U wurde aber im Bereich des Nordbaus nicht wirksam.

Wahrscheinlich ist eine Korrelation, wie sie in Abb. 33 zusammengestellt ist. Auch sie ist noch nicht genügend abgesichert, um als endgültig hingestellt werden zu können, doch spricht zumindest keine Tatsache direkt gegen sie. Erst weitere ^{14}C-Datierungen könnten hier endgültige Klarheit schaffen. Die nun folgende Diskussion der Endphase der Bewässerung mit Hilfe des großen Dammes basiert auf der vorläufigen Zuordnung der Ereignisse zu den inschriftlich belegten Dammbrüchen, wie sie in Abb. 33 festgehalten ist.
Morphologische Anhaltspunkte für die Dammzerstörung um 370 n. Chr. finden sich keine, es sei denn, daß die Diskordanz Z oder Y damit in Verbindung gebracht wird. Da keine Hinweise über die zeitliche Stellung der Ereignisse Z und Y vorliegen, und sie zudem weit abgewandt vom Südbau manifest werden, ist vorläufig davon abzusehen.

Wie die ruhige Sedimentation im Stauraum beim Nordbau zeigt, ist in der Folge der Damm funktionstüchtig gewesen. Dennoch scheint es, daß er in seinem Unterhalt vernachlässigt wurde, so daß eine vollständige Renovierung angeordnet werden mußte. Diese fand im Winter 449/450 n. Chr. statt (Glaser 1897, S. 426).

Vergegenwärtigen wir uns zunächst aufgrund der Feldbefunde die Verhältnisse in der Dammregion vor der großen Reparatur von 449 n. Chr. In der westlichen Mulde zeigen vor dem Ereignis X abgelagerte Sedimente mit ihrer Höhenlage von 1197,5 m NN an, daß ein Damm existierte,



NOT FOR REPRODUCTION

Abb. 33. Angaben zur zeitlichen Einordnung der Ereignisse im Stauraum beim Nordbau mit Hilfe inschriftlich belegter Dammbrüche.

dessen Abschluß in etwa 1200 m NN gelegen haben könnte. Die Verbreitung der Sedimente prä X im ganzen Stauraum beim Nordbau weist darauf hin, daß die Dammanlage sicher nicht näher beim Ǧabal Balaq al-Qiblī gelegen haben kann als heute. Einzig die Überlaufmauer könnte um einige Meter in den Stauraum hineinversetzt gelegen haben, vielleicht bei den sichtbaren Felseinarbeitungen. In der vereinigten Runse beim Dammrest M ist zu beobachten, wie die Sedimente prä X unter die Steinabdeckung des Dammes hineinziehen, doch kann nicht festgestellt werden wie weit (Taf. 14a). Wären es nur einige Meter, so könnten sie durch eine Dammerhöhung überschüttet worden sein, sind es jedoch mehrere Meter, so ist als Folge des Ereignisses X eine Dammverlegung zum Ǧabal Balaq al-Qiblī hin wahrscheinlich.

Die Renovierung von 449 n. Chr., wie sie in Gl 554 = CIH 540, Zeilen 6–31 beschrieben ist, umfaßte große Teile der Dammanlage. Eine Zuordnung der darin erwähnten Bauelemente zu den bestehenden ist trotz der genauen Kenntnisse, die wir heute darüber besitzen, außerordentlich schwierig. Ich beschränke mich deshalb auf wichtige Quervergleiche zwischen den in den Sedimenten vorliegenden Indizien und dem Text. Morphologisch ist die Renovierung von 449 n. Chr. und die, in Folge eines Dammbruches erfolgte Reparatur von 450 n. Chr. nicht zu trennen, es sei denn, man erachte das, der Diskordanz X auflagernde Sandband als Hinterlassenschaft des Sayl, der den Dammbruch verursachte (Kap. C 5 d). Dann könnte der Dammbruch in der Wadimitte stattgefunden haben und dieser Bereich wäre verschont geblieben. Demzufolge würde der Dammrest N der Bauphase von 449 n. Chr. zuzuordnen sein. Ebenso wären die zwei Kalkbrokken der Dammabdeckung an der Ostwand der vereinigten Runsen ein Überbleibsel aus dieser Zeit. Der Dammbruch von 450 n. Chr. wäre in diesem Bereich nicht wirksam geworden.

Gegen diese Auslegung können verschiedene Bedenken angebracht werden, so daß eher anzunehmen ist, daß der Dammbruch von 450 n. Chr. Ursache der Diskordanz X ist. Demnach hätte dieses Ereignis vor allem den nördlichen Abschnitt der Dammanlage betroffen. Im Rahmen des Wiederaufbaus wäre u. a. der Dammrest N und wahrscheinlich auch die übrigen, das Tosbecken flankierenden Mauern entstanden. Die in Gl 554 = CIH 540, Zeile 74 f. erwähnte Verbreiterung des Dammes würde seine Überlagerung auf früher entstandene Stauraumsedimente erklären.

Wenn damals große Teile der nördlichen Dammanlage durch den Sayl zerstört oder beschädigt und der Damm bis auf etwa 1187 m NN abgetragen wurde, so muß angenommen werden, daß ein Teil des Sayl ins Gebiet von al-Ǧufayna eindrang und auch dort Verheerungen anrichtete. Ob der Sayl bereits damals über die Entwässerungsrinne des heutigen Wādī as-Sā'ila abfließen konnte, ist ungewiß. Die Folge dieser Ausräumung war, daß der zur Nordoase – die damals bereits etwa ihr heutiges Niveau erreicht haben dürfte – führende Primärkanal künstlich erhöht werden mußte.

Die mit 20000 Leuten ausgeführte Reparatur der Dammanlage war dauerhaft. Dies ist nicht nur inschriftlich belegt (Gl 554 = CIH 540, Zeile 80 f.), sondern wird auch durch die nun folgende ungestörte Sedimentation im ganzen Stauraum bestätigt (Abb. 23). Sie setzt mit einem mächtigen Mergelband ein, das in etwa 15 Jahren abgelagert wurde (Kap. C 5 c, Abb. 17). Vor dem Auftreten der Diskordanz W lagern nochmals zwei Mergelbänder, die etwa 15 bzw. weniger als 10 Jahren entsprechen, so daß durch die Mergelsedimentation rund 40 Jahre festgehalten sind. Sie entsprechen etwa einem Drittel der gesamten Sedimentation zwischen den Ereignissen X und W. Da bei den Silten und Sanden eine größere Ablagerungsrate angenommen werden muß, bewegt sich eine Zuordnung der 5 m Stauraumsedimente zu etwa 100 Jahren im Bereich des Möglichen. Das Ereignis W würde demnach dem Dammbruch von 542 n. Chr. entsprechen.

Die höchsten prä W abgelagerten Sedimente setzen eine minimale Höhenmarke für die Dammkrone. Sie liegen in 1199,5 m NN, was auf eine Abschlußhöhe der Dammanlage schließen läßt, die der heutigen ungefähr entsprach. Wahrscheinlich wies die Überlaufmauer ein höheres Niveau auf als heute. Südlich des Dammrestes N befand sich eine ungeschützte Öffnung im Damm, die sehr rasch zusedimentierte (Abb. 21). Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß sie in eines der oft erwähnten Sedimentationsbecken mündete, die sich in der Nähe des Dammes befanden (Irvine 1962, S. 272 f.).

In dieser Zeit wird sich das Bewässerungsgebiet noch auf beide Oasen erstreckt haben. Der nördliche Auslaß war zum Zweck der Wasserzufuhr zur Nordoase gebaut worden und auch von der Südoase wird in Gl 554 = CIH 540, Zeile 26 f. gesprochen, so daß angenommen werden kann, daß sie bewirtschaftet wurde.

Das Ereignis W konkordiert vermutlich mit dem Dammbruch von 542 n. Chr., der in Gl 618 = CIH 541 festgehalten wurde. Die Bruchstelle lag beim Dammrest M und zog sich wahr-

scheinlich noch weit ins Wadi hinein (Abb. 19a). Die Erosion hat den Damm bis auf mindestens 1187 m NN abgetragen und schwemmte dementsprechend auch das wadiabwärts gelegene Material weg. Dabei wurden die Bassins (Glaser 1897, S. 405) oder nach Irvine (1962, S. 293) das Sedimentationsbecken weggeschwemmt. Wie aus dem Verlauf der Diskordanz W geschlossen werden kann, wurden die Funktionsteile um den Nordbau nicht in Mitleidenschaft gezogen. Die Inschrift berichtete (Zeile 110–114), daß der Damm frisch aufgeschüttet und mit Steinen abgedeckt wurde. Diese Angabe könnte sich sehr wohl auf den, nach dem Ereignis W entstandenen Dammrest M beziehen. Des weiteren wird von der Instandstellung des (Sedimentations-)Bekkens[82] berichtet, wobei die vorderen Partien davon ausgenommen waren, und von der Erstellung einer Kontrollmauer MFLL. Es fällt schwer, zu beurteilen, aus welcher Sicht die „vorderen Partien" zu sehen sind. Ist damit der wadiaufwärts gelegene Teil gemeint und falls außerhalb des Dammes tatsächlich Sedimentationsbecken gelegen haben, so könnte sich diese Angabe eventuell auf die Stelle südlich des Dammrestes N beziehen[83]. Hier tritt das Ereignis W in Erscheinung und trotzdem finden sich an dieser gefährdeten, da ungeschützten Stelle, keine Anzeichen einer Bearbeitung (Abb. 20 und 21).

Bei der Beschreibung der Schäden, die im Zusammenhang mit dem Dammbruch von 542 n. Chr. entstanden, wird die Kontrollmauer MFLL nicht erwähnt. Demzufolge scheint sie nicht beschädigt worden zu sein. Umgekehrt liegen die Verhältnisse beim Becken[84] oder Kanal[85] von Afan[84] oder D°FN[85]. Diese Anlage wird wohl als zerstört gemeldet, doch wird nichts über einen Wiederaufbau berichtet. Es wäre möglich, daß sich diese Angaben in irgendeiner Form auf den Südbau beziehen. Wenn dies zutreffen würde, so könnte es darauf hindeuten, daß nach diesem Dammbruch der Südbau durch eine Erhöhung der Auslaßmauer (MFLL?) stillgelegt wurde[86].

Die nach dem Ereignis W im Stauraum einsetzende Sedimentation, die schließlich eine Höhe von mindestens 1200,02 m NN in der Nähe des Nordbaus und von mindestens 1201,06 m NN beim Südbau erreicht, zeigt auf alle Fälle sehr deutlich, daß sich die Auslasse, insbesondere aber die Überläufe, auf sehr hohem Niveau befanden. Vor allem die nur wenige Meter vom südlichen Auslaß entfernt liegenden, beinahe horizontal geschichteten Silte sind bei der heutigen Höhe der Auslaßschwellen kaum zu erklären (Brunner 1980, S. 8).

Die Konsequenz der oben aufgeführten Überlegungen würde zum Schluß führen, daß nach dem Ereignis W keine Bewässerung der Südoase, zumindest vom Südbau aus, mehr betrieben wurde. Ob zu dieser Zeit ein Überlauf existierte, der das Wasser ins Wādī Ḏana abgab, und ob dieses Wasser eventuell weiter unten erneut aufgestaut und der Südoase zugeleitet wurde, sind Fragen, die beim derzeitigen Forschungsstand nicht beantwortet werden können. Von der Höhe der Stauraumsedimente her ist anzunehmen, daß das nördliche Verteilersystem noch vollständig in Betrieb war.

82 Nach GLASER (1897, S. 410) in der Mehrzahl, nach IRVINE (1962, S. 310) nur eines.

83 IRVINE (1962, S. 318) spricht die Vermutung aus, daß dieses Becken nördlich des Nordbaus, also in al-Ǧufayna gelegen sein könnte.

84 GLASER (1897, S. 405).

85 IRVINE (1962, S. 293).

86 Bei einer Außerbetriebsetzung des Südbaus hätte das Baumaterial für die Schwelle von der östlichen Überlaufmauer, den Stützmauern auf dem mittleren Kalksporn und vom anschließenden Primärkanal genommen werden können. Dies würde das Verschwinden dieser Bauelemente erklären, da ein natürlicher Abtrag an der dortigen Stelle nicht in Betracht kommt. Auch GLASER (1913, S. 154) sprach die Vermutung aus, daß der Südbau „bei der letzten Renovierung des Dammes überhaupt gesperrt oder vermauert" wurde. Zum inschriftlich erwähnten MFLL sandte Prof. Dr. W. W. Müller mir freundlicherweise folgende Anmerkung: „MFLL ist sicherlich kein Eigenname; das Wort ist eher mflg zu lesen, was einen Ausflußkanal oder etwas Ähnliches bezeichnen dürfte." Dieser Hinweis bekräftigt die oben aufgeführte Interpretation.

Eine Änderung dürfte erst das Ereignis U herbeigeführt haben. Es kann höchstwahrscheinlich mit einem Dammbruch etwa in Wadimitte in Verbindung gebracht werden (Abb. 19a). Es ist deshalb möglich, daß es nur den Damm zerstörte, aber keine Schäden an den Auslaßbauten anrichtete. In den Stauraumsedimenten bewirkte es schmale Runsen, die später wieder aufgefüllt wurden. Sie lehren, daß der Damm nach dem Ereignis U nochmals geflickt wurde. Da der Stauraum in weiten Teilen bis auf über 1200 m NN aufgefüllt war und diese Höhe für die Bewässerung der westlichen Teile der Nordoase benötigt wurde, genügte eine Dammkrone von 1203 m NN nicht mehr, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Die Gefahr des Überschwappens des Sayl über den Damm war zu groß. Deshalb wurde nach Möglichkeiten gesucht, dieses Risiko zu vermindern. Die Lösung dieses Problems hieß wahrscheinlich al-Mabnā. Damit al-Mabnā genügend Wasser erhielt, wurde die Überlaufmauer auf ihr heutiges Niveau abgesenkt. Ein Beleg dafür ist in der Tatsache zu sehen, daß nach dem Ereignis U keine Stauraumsedimente mehr abgelagert wurden, die höher als die Überlaufmauer liegen. Die Oberfläche der Überlaufmauer bewegt sich zwischen 1198,60 m NN und 1199,85 m NN, während das höchste Sediment post U eine Höhe von 1198,23 m NN erreicht. Es bleibt allerdings zu berücksichtigen, daß seit der endgültigen Zerstörung des Dammes die Sedimente dem Abtrag unterliegen. Wie höher gelegene, prä U entstandene Ablagerungen zeigen, ist er jedoch sehr gering. Ob als weitere Schutzmaßnahme der Auslaß beim Südbau erniedrigt wurde, muß noch abgeklärt werden[87].
Vom Nordbau aus floß nun das Wasser über al-Ǧufayna um die höchsten Partien der Nordoase herum nach al-Mabnā. Hier wurde es erneut aufgestaut und den Bewässerungsgebieten um Mārib und Dār as-Sawdā' zugeführt (Kap. C 7).

f) Die Aufgabe des großen Dammes

Über die Geschichte des Dammes und der Bewässerung liegt nach 542 n. Chr. bisher nur eine Angabe vor. Es handelt sich um die schon oft zitierte Stelle im Koran (Sure 34; 15–17), die von der Verödung der beiden Oasen erzählt. Die Aufgabe des großen Dammes muß demzufolge vor dem Tode des Propheten stattgefunden haben, also vor 632 n. Chr. (Faris in Bowen 1958, S. 75 f.). Die bisher angeführte Jahreszahl 575 n. Chr. beruht auf einer Schätzung von Bowen (1958, S. 76), die er als „etwa innerhalb einer Generation genau" bezeichnet.
Einen konkreten Hinweis liefern die nach dem Ereignis W abgelagerten Stauraumsedimente. Insgesamt sind es nach dem Sammelprofil (Abb. 23) 16,6 m. Im ersten Augenblick wirkt dies sehr imposant. Bei näherer Betrachtung der räumlichen Verhältnisse im Stauraum, wie sie nach dem Ereignis W aussahen, wird dieser Wert jedoch stark relativiert. Der Dammbruch von 542 n. Chr. hatte in den stark aufgefüllten Stauraum im dammnahen Bereich sicherlich tiefe Runsen erodiert, doch vermochte er ihn niemals vollständig auszuräumen. In der Folge wurden die Vertiefungen sehr schnell aufgefüllt. Im Sammelprofil sind zunächst zwei Mergelbänder zu erkennen, die von einer Sandlage getrennt werden. Aufgrund ihrer Mächtigkeit repräsentieren sie die Sedimentation von etwa 20 Jahren. Darüber folgt eine Wechsellagerung von Sand und Silt, die bis zur Diskordanz U anhält. Sie ähnelt derjenigen am Nordrand des Wādī as-Sudd (Abb. 15), wo eine mittlere jährliche Sedimentation von 53 cm berechnet wurde (Kap. C 5 b). Im Sammelprofil liegen die Werte sehr ähnlich, so daß die wechsellagernden Sedimente nochmals etwa 15 Jahren entsprechen. Somit wären zwischen dem Ereignis W und dem Ereignis U etwa 35 Jahre anzusetzen. Daraus folgt, daß das Ereignis U ungefähr um 580 n. Chr. stattfand.

87 Die Kalkquadersteine hätten als bequemes Baumaterial für al-Mabnā gebraucht werden können.

Nach der Diskordanz U wurden drei auffallend schwach differenzierte und durch helle Silte voneinander getrennte Mergelbänder abgelagert. Ihre undeutliche Ausbildung weist auf eine schnelle Sedimentation hin, so daß sie insgesamt wohl in weniger als 20 Jahren entstanden sein dürften. Die darauf folgenden Silte wurden nur durch drei mächtige Sandbänder unterbrochen. Dies spricht für eine rasche Ablagerung, die in wenig mehr als 10 Jahren stattgefunden haben könnte. Wie oben ausgeführt, ist nicht mit einer großen Erosionsrate zu rechnen, so daß eine Zeitspanne von etwa 30 Jahren zwischen dem Ereignis W und dem Ereignis U zu liegen käme. Somit hätte die Dammanlage von al-Mabnā eine Lebensdauer von nur 30 Jahren gehabt und der endgültige Dammbruch hätte erst zu Beginn des 7. Jhs. n. Chr. die Oasen von Mārib brachgelegt.
Über die Motive, die einen Großteil der Bevölkerung zur Auswanderung und nicht zum Wiederaufbau des Dammes bewegten, wurde schon viel geschrieben. Dayton (1975, S. 58) führt die Aufgabe des Bewässerungssystems in erster Linie auf verringerte Niederschläge zurück. Nach Serjeant (1960, S. 583) sind es vor allem ökonomische Überlegungen, indem der Aufwand zur Instandstellung der Anlage den zu erwartenden Ertrag nicht mehr gerechtfertigt hätte. Vinck (1962b, S. 356) nennt, wie viele andere auch, die starke Aufsedimentierung des Stauraumes als Ursache des Dammbruches. Die schnelle Auffüllung lastet er den vernachlässigten Unterhaltsarbeiten an, die darin bestanden haben sollen, den Stauraum periodisch auszuräumen[88]. Grohmann (1936, S. 317) lehnt sich an Glaser an. Er begründet den Niedergang von Mārib mit der Änderung der politischen Verhältnisse in Südarabien. Die politischen Zentren waren ins Hochland verlegt worden, so daß Mārib allmählich vernachlässigt wurde. Die vornehmen Geschlechter hatten Mārib verlassen und so verblieb die Stadt ohne eine straffe Führung (Glaser 1897, S. 388). Auch Bowen (1958, S. 74) glaubt, daß vor allem gestörte soziale Verhältnisse den Wiederaufbau des Damms verhinderten.
Die starke Aufsedimentierung des Stauraums in den letzten Jahren seiner Nutzung kann als eindeutiges Indiz dafür angesehen werden, daß das vom Sayl mitgeführte Material ein ernsthaftes Problem für den Betrieb der Dammanlage darstellte. Nur eine generelle Erhöhung des Dammes samt den zugehörigen Auslaßbauten hätte eine dauerhaftere Lösung gebracht. Das Ereignis U zeigt aber, daß die Leute von Mārib davon absahen. Offensichtlich fehlten die wirtschaftlichen und politischen Mittel, um ein derartiges Bauunterfangen in Angriff zu nehmen. Damit blieb einem Teil der Bevölkerung nur noch die Auswanderung, denn ohne den großen Damm konnte nur ein kleiner Prozentsatz der ehemaligen Nutzfläche bewässert werden. Es liegen keine Anzeichen dafür vor, daß die Abwanderung durch eine Änderung der klimatischen Verhältnisse verursacht worden wäre (Raikes 1977, S. 239).

g) Die nachantike Bewässerung

Die Zerstörung des großen Dammes führte dazu, daß die Flächen der antiken Oasen für eine Sayl-Bewässerung zu hoch lagen (Hamdānī, Übers. Faris 1938, S. 34). Das bebaubare Gebiet wurde dadurch sehr stark verkleinert. Es beschränkte sich im Bereich von Mārib auf die schmalen Uferpartien des Wādī Ḏana. Erst weiter im Nordosten war eine weiträumigere Bewässerung aufgrund der ausgeglichenen Höhenverhältnisse möglich. Es ist anzunehmen, daß diese Möglichkeit mit Hilfe von einfachen Ablenkdämmen auch in kleinem Maße ausgenützt wurde. Zusätzlich wurde in der Umgebung von Mārib nach episodisch fallenden Niederschlägen in den

88 Die Idee, daß von Menschenhand das Volumen des Stauraumes vergrößert wurde, muß fallengelassen werden, da niemals mehr als 1 Mio m^3 Material pro Jahr hätte ausgeräumt werden können. Wo hätte das Material denn hingeführt werden sollen?

Runsen angepflanzt (Kap. C 6b). Wie oben erwähnt, vermochten diese Ackerflächen lediglich einen Bruchteil der ehemaligen Bevölkerungszahl zu ernähren.
Besser präsentierte sich die Lage für die Leute oberhalb des Dammes. Ihre Nutzflächen waren durch die Dammbrüche nur geringfügig in Mitleidenschaft gezogen worden, da sich die Erosion des Sayl überwiegend in den zentralen Bereichen auswirkte. Das Fehlen des Staudammes hatte dennoch zur Folge, daß die randlich gelegenen Felder nicht mehr durch den aufgestauten Sayl überflutet wurden. Deshalb war man darauf angewiesen, mittels Ablenkdämmen Kanäle zu speisen und so das Wasser über Verteiler den Bewässerungsflächen zuzuführen. Dank dieser Bewässerung konnten sich um Raḥāba Palmenkulturen bis ins 10. Jh. n. Chr. halten (Kap. C 8).
Diese Ausführungen machen deutlich, daß der letzte Dammbruch nicht zu einem vollständigen Exodus führte, wohl aber die Auswanderung eines beträchtlichen Teils der Bevölkerung bewirkte. Der periodische Sayl und die günstigen Grundwasserverhältnisse erlaubten weiterhin die Bewirtschaftung einer, wenn auch gegenüber früher viel kleineren, Landfläche. Sie hielt in ähnlichem Stil und Umfang bis vor wenigen Jahren an und erst die Einführung der dieselgetriebenen Pumpenbewässerung leitete einen markanten Umschwung ein. Nun konnten die, vor beinahe 1500 Jahren brachgelegten antiken Oasen wieder kultiviert werden. Von diesem Angebot wird denn auch in wachsender Zahl Gebrauch gemacht, so daß der Besucher eine Ahnung von der ehemaligen Fruchtbarkeit der Oasen von Mārib erhält.

E) Zusammenfassung

Während zwei zweimonatiger Feldaufenthalte in Mārib konnten die dortigen antiken Bewässerungsgebiete und -anlagen eingehend untersucht werden. Dabei wurde das Schwergewicht auf *geomorphologische Arbeitsmethoden* gelegt. Vor allem die Arbeit von Bowen (1958) aus dem benachbarten Wādī Bayḥān hatte schon früher gezeigt, daß in den, im Zusammenhang mit der Bewässerung abgelagerten, Sedimenten eine Fülle von Informationen zum Funktionssystem, zur Bewirtschaftungsweise sowie zur Geschichte der Bewässerung gespeichert sind. Wertvolle Hinweise konnten aus der Kombination mit archäologischen Untersuchungen und der Luftbildinterpretation gewonnen werden.

Zunächst werden die *naturgeographischen Rahmenbedingungen* aufgezeigt, unter denen die antike Bewässerung ablief. Da die heutigen klimatischen Verhältnisse im Mašriq des Yemen kaum bekannt sind, fällt es schwer, genauere Aussagen zum Klima während der Antike zu machen. Kleinformen des Karstes auf dem Kalk der Ǧibāl Balaq werden als Relikte eines vorgeschichtlichen feuchteren Klimas gedeutet, da antike Bauten keinerlei Karsterscheinungen zeigen. Wird davon ausgegangen, daß sich die Niederschlagsverhältnisse in den letzten 4000 Jahren nicht wesentlich geändert haben, so konnte in Mārib, das weniger als 100 mm Niederschlag pro Jahr erhält, kein Regenfeldbau betrieben werden. Die Wasserversorgung beruhte damals wie heute ausschließlich auf dem Sayl des Wādī Ḏana sowie auf den ausgezeichneten Grundwasserverhältnissen der Region. Heute kann durchschnittlich mit zwei Sayls pro Jahr gerechnet werden: einem zweiwöchigen im Frühjahr und einem rund sechswöchigen im Sommer. Die Hochwasserspitzen erreichen im Mittel beinahe 1000 m^3/sec. Die jährliche Wassermenge beträgt durchschnittlich etwa 200 Mio m^3, wobei sehr große Schwankungen auftreten.

Die geologischen Verhältnisse begünstigten die Anlage fest gebauter Wasserfassungen. Einerseits konnten die Auslaßbauten am Ausgang der Klus auf dem anstehenden Kalk der Ǧibāl Balaq verankert werden, andererseits engte anschließend eine Lavazunge den Lauf des Wādī Ḏana ein und bot das Fundament für eine frühgeschichtliche Bauanlage. Die Lavazunge bewirkt zudem das Umbiegen des Wadi nach Südosten, bevor es sich in den Sanden der Ramlat as-Sabᶜatayn verliert.

Im *Überblick* präsentiert sich die Hauptanlage der *antiken Bewässerung* folgendermaßen: Mit einem Erddamm wurde das Wādī Ḏana am östlichen Ausgang aus der, zwischen dem Ǧabal Balaq al-Qiblī und Ǧabal Balaq al-Awsaṭ gelegenen Klus abgesperrt und der Sayl über zwei, aus massiven Kalkquadern stabil gebaute Auslasse der, auf der linken Seite des Wādī as-Sudd sich befindenden Nordoase bzw. der rechts gelegenen Südoase zugeleitet. Dabei bildete sich in der Klus zeitweilig ein See, der aber innert weniger Jahrzehnte aufsedimentiert wurde. Diese Ablagerungen werden als Stauraumsedimente bezeichnet. Das Niveau der Oasen wurde durch die, vom Wasser mitgeführte und auf den Feldern als sogenannte Bewässerungssedimente abgelagerte Schwebfracht alljährlich um etwa 1,1 cm erhöht. Ablagerungen in den Kanälen, Kanalsedi-

mente genannt, bilden zusammen mit den Bewässerungssedimenten die Oasensedimente. Insgesamt konnten in der Nordoase über 30 m mächtige Bewässerungssedimente nachgewiesen werden, was auf eine Bewässerungsdauer von etwa 2700 Jahren schließen läßt.
Im Wādī as-Sā'ila liegt die Dammanlage *al-Mabnā*. Sie wurde vom großen Damm her mit Wasser versorgt, das sie so hoch aufstaute, bis es auf die Bewässerungsflächen um Mārib und Dār as-Sawdā' fließen konnte. Es gelang zu diesem System gehörende Kanäle zu lokalisieren. Sie sind in die Sedimente der Nordoase eingetieft und führen gegen die Siedlung Mārib.
Weitgehend unabhängig vom großen Damm waren die Bewässerungsgebiete von Raḥāba und Qā' al-Hayyāl. Sie befinden sich in der Talkammer südwestlich der Ǧibāl Balaq beidseits des Wādī Ḏana und basierten auf Ablenkdämmen.
Die Untersuchungen an den quartären Sedimenten der Region Mārib haben gezeigt, daß eine Unterscheidung bezüglich ihrer Entstehung möglich ist. Mit Hilfe morphometrischer *Laboruntersuchungen* können die meisten natürlichen Ablagerungen von den bewässerungsbedingten Sedimenten getrennt werden. Die Ausscheidung der antiken Bewässerungssedimente gelingt meistens aufgrund ihrer mineralischen Zusammensetzung, indem in der Feinsandfraktion nur geringfügig Quarz auftritt. Manchmal kann ein erhöhter Quarzgehalt auf Flugsand zurückgeführt werden.
Seit der Aufgabe der antiken Bewässerung unterliegen die sichtbaren Teile der bewässerungsbedingten Sedimente dem Abtrag. Die fluviale *Erosion* beschränkt sich weitgehend auf die Wadis und ihre Tributäre. Zwei Terrassenniveaus deuten auf eine Eintiefung von etwa 10 m hin. Den antiken Oasen wurde nur an ihren Rändern das charakteristische, fluvial bedingte rechteckige Erosionsmuster aufgeprägt. Ihre weitesten Bereiche werden durch den Windabtrag geformt. Die dem vorherrschenden Nordnordostwind ausgesetzten Ränder sind oft yardangartig aufgelöst. Allgemein bringt der Wind die feinsten Unregelmäßigkeiten in den Bewässerungssedimenten zum Vorschein.
Auf der *Oberfläche* der Oasensedimente treten feine Texturen und Strukturen auf. Sie repräsentieren verschiedene *Reliktformen*, die durch die ehemalige Bewirtschaftung entstanden sind. Sie sind überwiegend in Bereichen mit dominierendem äolischem Abtrag anzutreffen. Als häufigste wären zu nennen: Grabstrukturen, Pflugspuren und Erdstotzen, wobei letztere als Relikte antiker Palmstandorte angesehen werden können. Ein, je nach vorherrschender Abtragungskraft, unterschiedliches Erscheinungsbild zeigen die Erdringe (höchstwahrscheinlich ehemalige Baumstandorte), die Kanäle und die Feldwälle. Ein zusammenhängendes Netz weitgehend erodierter Kanäle und Feldwälle überzieht die antiken Oasen. Eine Unterscheidung dieser zwei linearen Formen ist im Luftbild nur in den wenigsten Fällen möglich, auch im Feld gelingt ihre Ansprache nicht immer.
Die Berechnung eines *Erosionsbetrages auf den Oasen* von meist über 3 m führte zum Ergebnis, daß in weiten Teilen der Oasen die vorhandenen Kanal- und Feldwallstrukturen nicht vorbehaltlos mit den erhöht stehenden Wasserverteilerbauten in Verbindung gebracht werden dürfen. Sie gehören wahrscheinlich verschiedenen Zeitabschnitten an, so daß kein funktionaler Zusammenhang bestehen muß.
Die Feldkartierung der äußersten Reste von Bewässerungssedimenten diente der Erfassung der Ausdehnung der antiken *Bewässerungsfläche*. Sie beläuft sich auf etwa 9600 ha, wobei die Südoase mit rund 5300 ha und die Nordoase mit 3750 ha den größten Anteil einnehmen. Die restlichen Flächen liegen bei al-Ǧufayna und um Dār as-Sawdā'. Ein Vergleich mit den heutigen Verhältnissen zeigt, daß mit dieser Anbaufläche etwa 30000 bis maximal 50000 Leute mit Nahrung versorgt werden konnten.
Die Untersuchungen an den bewässerungsbedingten Sedimenten lassen auch Schlüsse zur *Funktionsweise des Bewässerungssystems* zu. Die Wasserfassung bestand aus dem großen Damm und

den beiden randlich gelegenen Auslassen, dem Süd- und dem Nordbau. Der Damm war aus feinkörnigen Sedimenten aufgeschüttet und wies teilweise auf der Wasserseite eine Steinabdekkung auf. Er war mindestens 16 m hoch und erstreckte sich auf 620 m Länge. Er fügte sich in geschwungenem Lauf an die Abschlußbauwerke an. Beim Nordbau führten zwei Auslasse in ein Tosbecken, das in den nördlichen Primärkanal mündete. Zwischen dem Ğabal Balaq al-Qiblī und dem Nordbau diente eine massiv gebaute Quadermauer als Hochwasserentlastung. Beim Südbau bestand nur ein Auslaß, durch den das Wasser in ein Tosbecken floß. Mittels einer Überlaufmauer wurde die Höchstwassermenge bestimmt, die in den südlichen Primärkanal eingespiesen wurde. Die Überlaufmauer nahm damit ebenfalls die Funktion einer Hochwasserentlastung ein. Die starke Aufsedimentierung des Stauraumes zeigt, daß die Speicherkapazität der Dammanlage sehr gering war. Demnach hatte sie überwiegend eine Ablenkfunktion. Zudem wurde mit Hilfe des Dammes das zur Bewässerung der Felder nötige Niveau erreicht.

Die Wasserzufuhr auf die Oasen geschah mit Primärkanälen. Sie führten das Wasser zu Hauptverteilern, von denen es in ein weitverzweigtes Kanalnetz abgegeben wurde. Die Bewässerung der einzelnen Felder geschah entweder durch gemauerte Öffnungen in den Kanaldämmen, sogenannte Verteilerbauten, oder von Feld zu Feld mittels befestigter Durchlasse in den Wällen. Der Verteiler oder Durchlaß blieb geöffnet, bis das Feld etwas mehr als ½ m unter Wasser stand. Diese Wassermenge genügte, um eine Getreideernte zu ermöglichen und den Boden durch Auswaschung vor einer Versalzung zu schützen.

Die Wasserentsorgung wurde mit Überläufen sichergestellt. Sie wurden vor allem an Gefällstufen gebaut, um der Erosion vorzubeugen. In flachen Gebieten nahm vermutlich ein Sammelkanal das Überschußwasser auf und leitete es an weiter unten gelegene Felder oder direkt in die Wüste hinaus. Stellenweise scheinen auf den Oasen größere Wasserbecken bestanden zu haben. Sie dienten vermutlich dem Ausgleich der anfallenden Wassermenge.

Aufgrund der sedimentologischen Befunde muß angenommen werden, daß die *Geschichte der Bewässerung* schon Mitte des 3. Jts. v. Chr. einsetzt, denn am Ende des 3. Jts. v. Chr. wurden im Gebiet der Nordoase ausschließlich geröllose Silte abgelagert. Dies läßt auf eine geregelte Bewässerung bereits in dieser Zeit schließen. Zwei ältere, etwas unterhalb des großen Dammes gelegene Bauanlagen zur Wasserfassung sind aufgrund ihrer Höhenlage in die erste Hälfte des 1. Jts. v. Chr. zu stellen.

Inschriftlich erwähnt ist die Erstellung des Südbaus. Sie fand nach Wissmann (1976 b, S. 355) etwa in der Mitte des 6. Jhs. v. Chr. statt. Unsicherheit herrscht jedoch weiterhin über den Standort des Nordbaus zu jener Zeit. Nach dem sedimentologischen Befund zu schließen, scheint er erst viel später seinen heutigen Platz eingenommen zu haben.

Für die nachchristliche Zeit sind mehrere Zerstörungen des Dammes überliefert worden. Es wurde der Versuch unternommen, sie mit den, in den Stauraumsedimenten beim Nordbau auftretenden Diskordanzen zu korrelieren. Höchstwahrscheinlich kann die älteste, weiträumig verfolgbare Diskordanz dem in der Inschrift Gl 554 = CIH 540 erwähnten Dammbruch von 450 n. Chr. zugeordnet werden. Bei der anschließenden Reparatur wären große Teile des Dammes und des Nordbaus erstellt worden. Der in Gl 618 = CIH 541 festgehaltene Dammbruch von 542 n. Chr. scheint eine weitere Diskordanz verursacht zu haben. Sie weist auf einen Bruch des Dammes am Nordrand des heutigen Wādī as-Sudd hin. Die Schadstelle wurde repariert und zum Schutz mit Steinbrocken abgedeckt. Ein Teil dieser Flickstelle ist erhalten geblieben und kann am linken Wadirand in einem natürlichen Profil untersucht werden. Die jüngste Diskordanz ist die Folge eines Dammbruches in der Wadimitte. Nach den zwischen den jüngsten zwei Diskordanzen lagernden Sedimenten zu schließen, fand er rund 35 Jahre nach dem Dammbruch von 542 n. Chr. statt, also etwa 580 n. Chr. Später abgelagerte Stauraumsedimente weisen darauf hin, daß auch dieser Schaden behoben wurde. Gleichzeitig scheint die Hochwasserentlastung am Nordbau ab-

gesenkt worden zu sein, möglicherweise weil zu dieser Zeit al-Mabnā gebaut worden war und mit Wasser aus dem Wādī Ḏana versorgt werden mußte. Der endgültige, im Koran beschriebene Untergang der großen Dammanlage fand etwa 30 Jahre später statt, also zu Beginn des 7. Jhs. n. Chr. Er fällt somit in die Lebenszeit des Propheten Moḥammad.

Vor allem soziale und politische Gründe dürften dafür verantwortlich sein, daß der Damm nicht mehr erneuert wurde. Ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung wanderte aus. Die Zurückgebliebenen begnügten sich mit einer einfachen Saylbewässerung mittels kleinen Ablenkdämmen. Sie hielten sich vor allem an den Ostrand der antiken Oasen, da dort die Uferpartien nur wenig über dem Wadi lagen.

In der oberhalb des Dammes gelegenen Ebene von Raḥāba weist eine mit der Radiokarbon-Methode datierte Holzkohle darauf hin, daß sich ein der antiken Bewässerung ähnliches System bis ins 10. Jh. n. Chr. erhalten konnte.

Literaturverzeichnis

ALBRIGHT, F. P. Excavations at Mârib in Yemen, in: Bowen, R. and Albright, F. P., Archaeological Discoveries in South Arabia, S. 215–268, Baltimore 1958.

ARNAUD, TH. J. Relation d'un voyage à Mareb (Saba) dans l'Arabie Méridionale, entrepris en 1843 par M. Arnaud, in: Journal Asiatique, quatrième série, Bd. 5, S. 211–245 und Bd. 6, S. 309–345, Paris 1845.

– Plan de la Digue et de la Ville de Mareb, in: Journal Asiatique, septième série, Bd. 3, S. 1–16, Paris 1874.

AL-ᶜAẒM, N. M. Riḥla fī bilād al-ᶜarabiyya as-saᶜīda, Cairo 1937.

BAGNOLD, R. A. Sand Formations in Southern Arabia, in: Geographical Journal, Vol. 117/1, S. 78–86, 1951.

BECKER, H. Korrosionspfannen im jemenitischen Hochland – Ein Beitrag zur Frage rezenter Kleinformen des Karsts in ariden Regionen, in: Abh. zur Karst- und Höhlenkunde, Reihe A, Speläologie, H. 15 (Festschrift Alfred Bögli), S. 39–47, München 1977.

BÖGLI, A. Karsthydrographie und physische Speläologie, Berlin 1978.

BOWEN, R. and ALBRIGHT, F. P. Archaeological Discoveries in South Arabia, Baltimore 1958.

BRUNNER, U. Vorläufiger Bericht über morphologische Untersuchungen im Raume Ma'rib (Manuskript 1980), publ. in: Schmidt, J. et al.: Archäologische Berichte aus dem Yemen, Bd. I, Deutsches Archäol. Institut Ṣanᶜāᵓ, Mainz 1982.

BUNKER, D. G. The South-West Borderlands of the Rub' al Khali, in: Geographical Journal, Vol. 119/4, S. 420–430, 1953.

BUTZER, K. W. Quaternary Stratigraphy and Climate in the Near East, Bonner Geogr. Abh., H. 24, Bonn 1958.

– Climate Patterns in an Un-glaciated Continent, in: Geographical Magazine, Vol. 51, Nr. 3, S. 201–208, London 1978.

– Archaeology as Human Ecology – Theory and Method for a Contextual Approach, Cambridge 1982.

CAILLEUX, A. Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie, in: Geolog. Rundschau, Nr. 40, S. 11–19, 1952.

CATON-THOMPSON, G. The Tombs and Moon Temple of Hureidha (Hadhramaut), Report of the Research Committee of the Society of Antiquaries of London, Nr. 13, Oxford 1944.

CATON-THOMPSON, G. and GARDNER, E. W. Climate, Irrigation and Early Man in the Hadhramaut, in: Geographical Journal, Vol. 93, S. 18–38, 1939.

CHRISTIANSEN-WENIGER, F. Die Landwirtschaft von Jemen, in: Berichte über Landwirtschaft, N. F., Bd. 37, S. 681–708, Hamburg 1959.

CIH, Corpus Inscriptionum Semiticarum. Pars IV. Inscriptiones Himyariticas et Sabaeas continens, Paris 1889–1929.
CONNOLLY, M. South Arabian Non-Marine Mollusca, in: British Museum (Natural History), Expedition to South-West Arabia 1937/38, Vol. 1, S. 17–40, London 1941.

DAYTON, J. The Problem of Climatic Change in the Arabian Peninsula, in: Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, Vol. 5, S. 33–60, London 1975.
– A Discussion on the Hydrology of Ma'rib, in: Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, Vol. 9, S. 124–129, London 1979.
DEQUIN, H. Eine Wasser-Kultstätte am Staudamm von Ma'rib im Jemen, in: Orient, H. 5, S. 164–167, 1968.
– Arabische Republik Jemen – Wirtschaftsgeographie eines Entwicklungslandes, Riyadh 1976.
DOE, B. Südarabien – Antike Reiche am Indischen Ozean, Bergisch-Gladbach 1970.
DOSTAL, W. The Development of Bedouin Life in Arabia seen from Archaeological Material (Manuskript), First International Symposium on Studies in the History of Arabia: Sources of the History of Arabia, University of Riyad, 1981.

Electrowatt, Marib Dam and Irrigation Project, Main Report (=MR) and 12 Annexes (I–XII), Zürich 1978.

FAKHRY, A. An Archaeological Journey to Yemen (March–May 1947), Part I–III, Services des Antiquités de l'Egypte, Cairo 1951/52.
FAO, Surface Irrigation, in: FAO Agricultural Development Paper, Nr. 95, Rome 1974.
FARIS, N. A. The Antiquities of South Arabia – being a Translation from the Arabic with Linguistic, Geographic and Historic Notes of the Eighth Book of Al-Hamdānī's al-Iklīl, Princeton Oriental Texts, Vol. 3, 1938.
FAYEIN, C. Hakima – Eineinhalb Jahre Ärztin im Jemen, Wiesbaden 1956.
FORRER, L. Südarabien – Nach Al-Hamdānī's „Beschreibung der Arabischen Halbinsel", Abh. für die Kunde des Morgenlandes, Bd. 17, H. 3, Leipzig 1942.
FROEMMING, E. Biologie der mitteleuropäischen Landgastropoden, Berlin 1954.
– Biologie der mitteleuropäischen Süßwasserschnecken, Berlin 1956.

GERIG, M. Beiträge zur Erforschung der antiken und mittelalterlichen Oase von Ma'rib (Manuskript 1981), publ. in: Schmidt, J. et al.: Archäologische Berichte aus dem Yemen, Bd. I, Deutsches Archäol. Institut Ṣanᶜāᵓ, Mainz 1982.
GERLACH, E. Sand über den Tempeln Arabiens, Leipzig 1966.
GEUKENS, F. Contribution à la Géologie du Yémen, in: Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain, Bd. 21, S. 117–180, 1960.
– Geology of Arabian Peninsula – Yemen, U.S. Geological Survey, Professional Paper 560-B, 1966.
GLASER, E. Skizze der Geschichte und Geographie Arabiens von den ältesten Zeiten bis zum Propheten Muḥammad, 2. Bd., Berlin 1890.
– Zwei Inschriften über den Dammbruch von Mârib – Ein Beitrag zur Geschichte Arabiens im 5. und 6. Jh. n. Chr., in: Mitteilungen der Vorderasiatischen Gesellschaft, H. 6, Berlin 1897.
– Eduard Glasers Reise nach Mârib, hrsg. von D. H. Müller und N. Rhodokanakis, Sammlung E. Glaser I, Wien 1913.
GLENNIE, K. W. Desert Sedimentary Environments, in: Developments in Sedimentology, Bd. 14, Amsterdam 1970.

GLENNIE, K. W. and EVAMY, B. D. Dikaka: Plants and Plant-root Structures Associated with Aeolian Sand, in: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Bd. 4, S. 77–87, 1968.
GROHMANN, A. Ma'rib, in: Enzyklopädie des Islam, Bd. 3, S. 304–318, 1936.
– Arabien, Kulturgeschichte des alten Orient, in: Handbuch der Altertumswissenschaften, 3. Abtl., 1. Teil, 3. Bd., 3. Abschn., 4. Unterabschn., München 1963.

HABSHUSH, H. Travels in Yemen – An Account of Joseph Halévy's Journey to Nejran in the Year 1870, written in Sanani Arabic by His Guide, hrsg. von Goitein, S. D., Jerusalem 1941.
HALÉVY, J. Rapport sur une Mission Archéologique dans le Yémen, in: Journal Asiatique, sixième série, Bd. 19, S. 5–98, S. 129–266, S. 489–547, Paris 1872.
HEPPER, F. M. and WOOD, J. R. I. Were there Forests in the Yemen?, in: Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, Vol. 9, S. 65–71, London 1979.
HÖTZL, H. and ZÖTL, J. G. Climatic Changes During the Quaternary Period, in: Al-Sayari, S. S. and Zötl, J. G., Quaternary Period in Saudi Arabia, Wien 1978.

IRVINE, A. K. A Survey of Old South Arabian Lexical Materials Connected with Irrigation Techniques, Diss. Univ. Oxford 1962.

JAMME, A. Sabaean Inscriptions from Maḥram Bilqîs (Mârib), Publ. of the Am. Foundation for the Study of Man, Bd. 3, Baltimore 1962.

KAISER, K. H., KEMPF, E. K., LEROI-GOURHAN, A. und SCHÜTT, H. Quartärstratigraphische Untersuchungen aus dem Damaskus-Becken und seiner Umgebung, in: Zeitschrift für Geomorphologie, N. F., Bd. 17, H. 3, S. 263–353, 1973.
Koran, Übersetzung von Rudi Paret, Stuttgart 1979.

LAMARE, P. Résultats géographiques d'une Mission au Yémen – Essai de synthèse des données acquises sur la Géographie du Yémen, in: La Géographie, Bd. 55, H. 1/2, S. 34–64, Paris 1931.
LEIDLMAIR, A. Klimamorphologische Probleme in Hadramaut, Hermann von Wissmann-Festschrift, S. 162–180, Geogr. Inst. der Univ. Tübingen, 1962.
LOUIS, H. und FISCHER, K. Allgemeine Geomorphologie, Berlin 1979.

MAKTARI, A. M. A. Water Rights and Irrigation Practices in Lahj – A Study of the Application of Customary and Sharī'ah Law in South-West Arabia, in: Oriental Publications, Nr. 21, Cambridge 1971.
MC CLURE, H. A. Ar Rub' Al Khali, in: Al-Sayari, S. S. and Zötl, J. G., Quaternary Period in Saudi Arabia, S. 252–263, Wien 1978.
MENSCHING, H. Karsterscheinungen in den Trockengebieten, in: Geographische Zeitschrift, Beih. Nr. 32, S. 47–53, Wiesbaden 1973.
MIGAHID, A. M. Flora of Saudi Arabia, 2nd Edition, Vol. 1/2, Riyadh 1978.
MOSELEY, F. A Reconnaissance of the Wadi Beihan, South Yemen – With Notes on Basement Control of Gully Alignment in Superficial Deposits, in: Proceedings of the Geologist's Association, Vol. 82, S. 61–69, London 1971.
MÜLLER, D. H. Südarabische Studien, in: Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. der Wissensch., phil.-hist. Kl., Bd. 86, S. 103–182, Wien 1877.
– Die Burgen und Schlösser Süd-Arabiens nach dem Iklîl des Hamdânî, H. 1 und H. 2, in: Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. der Wissensch., phil.-hist. Kl., Bd. 94 und Bd. 97, Wien 1879/1881.

MÜLLER, G. Methoden der Sediment-Untersuchung, Stuttgart 1964.
MÜLLER-VON MOOS, M. Zur Korngrößenfraktionierung tonreicher Sedimente, in: Beiträge zur Geologie der Schweiz, Kleine Mitteilungen, Nr. 54, S. 245–257, 1971.
MÜLLER, W. W. und WISSMANN, H. v. Über die von einem Lavastrom bedrohten Tempel der Stadt Damhān, des heutigen Al-Ḥuqqa, im antiken Gau Ma'ḏin (Jemen), in: Anzeiger der phil.-hist. Kl. d. Österreich. Akad. der Wissenschaften, Jg. 113, S. 112–146, 1976.
MUNIER, P. Le Palmier-Dattier, in: Techniques Agricoles et Productions Tropicales, Bd. 24, Paris 1973.
MURRAY, G. W. The Egyptian Climate: An Historical Outline, in: Geographical Journal, Vol. 117/4, S. 422–434, 1951.

NIELSEN, D. Die altarabische Kultur, in: Handbuch der altarabischen Altertumskunde, Bd. 1, Kopenhagen 1927.

PETTIJOHN, F. J. and POTTER, P. E. Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures, Berlin 1964.
PHILBY, H. Sheba's Daughters – A Record of Travel in Southern Arabia, London 1939.
PHILLIPS, W. Qataban and Sheba, London 1955.
PIRENNE, J. La Maîtrise de l'eau en Arabe du Sud Antique, in: Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, N. S., Tome 2, Paris 1977.
PLAYFAIRE, R. L. A History of Arabia Felix or Yemen, Amsterdam 1970, Neudruck der Bombay-Ausgabe von 1859.
PRITCHARD, J. B. Salomon and Sheba, 1974.

RADERMACHER, H. Sabäische Wasserkultur Ma'rib – Staubauwerk Ma'rib mit Hauptbewässerungsbauwerken (Phase II), Luftbildplan, Bonn 1981 (noch nicht veröffentlicht).
RAIKES, R. L. Ma'rib Dam, in: Antiquity, Vol. 51, S. 239/240, Cambridge 1977.
– Comments on Water Conservation in Ancient Arabia (by Roberts, N., 1977), in: Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, Vol. 8, S. 29–31, London 1978.
RAO, K. L. Stability of Slopes in Earth Dams and Foundation Excavations, in: Proceedings of the 5th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 2, S. 691–695, Paris 1961.
RATHJENS, C. Sabaeica, 2. Teil, in: Mitteilungen aus dem Museum für Völkerkunde in Hamburg, Bd. 24, Hamburg 1955.
RATHJENS, C. (sen.), RATHJENS, C. (jun.), SAMLENSKI, E. und KERNER, E. Beiträge zur Klimakunde Südwest-Arabiens, Deutscher Wetterdienst Seewetteramt, Einzelveröffentlichungen Nr. 11, Hamburg 1956.
RATHJENS, C. und WISSMANN, H. v. Rathjens-v. Wissmannsche Südarabien-Reise, Bd. 3, Landeskundliche Ergebnisse, in: Hamburgische Universität, Abh. aus dem Gebiet der Auslandkunde, Bd. 40, Reihe B, Völkerkunde, Kulturgeschichte und Sprachen, Bd. 20, Hamburg 1934.
REHM, S. und ESPIG, G. Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen, Stuttgart 1976.
RES, Répertoire d'épigraphie sémitique, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris.
RHODOKANAKIS, N. Studien zur Lexikographie und Grammatik des Altsüdarabischen, in: Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. der Wissensch., phil.-hist. Kl., 185. Bd., Abh. 3, Wien 1917.
RIGGS, H. C. A Brief Investigation of the Surface-Water Hydrology of Yemen Arab Republic, U. S. Geological Survey, Open-File Report 77–150, Reston 1977.
ROBERTS, N. Water Conservation in Ancient Arabia, in: Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, Vol. 7, London 1977.

ROSSI, E. Un Libro di Nazīh El-Mu'yyad El-'Aẓm sui suoi Viaggi nel Yemen e una Escursione a Ma'rib nel Gennaio-Febbraio 1936, in: Oriente Moderno, Jg. 20, Nr. 9, Roma 1940.
RYCKMANS, G. Epigraphical Texts, in: Fakhry, A., Archaeological Journey to Yemen, Part II, Cairo 1952.
RYCKMANS, J. Besprechung von: Bowen, R. and Albright, F. P., Archaeological Discoveries in South Arabia, in: Bibliotheca Orientalis, Bd. 17, 1960.

SCHMIDT, J. Die älteren Bauanlagen der Wasserwirtschaft im Wādī Ḏana (Manuskript 1981), publ. in: Schmidt, J. et al.: Archäologische Berichte aus dem Yemen, Bd. I, Mainz 1982.
SCHNITTER, N. Skizze zur Geschichte des Talsperrenbaus, in: Schweizerische Bauzeitung, 83. Jg., H. 42, S. 781–785, 1965.
SCHOCH, R. Die antike Kulturlandschaft des Stadtbezirkes Sabā' und die heutige Oase von Ma'rib in der Arabischen Republik Jemen, in: Geographica Helvetica, H. 33, 3, S. 121–129, Bern 1978.
– Wasserbauten auf der Nordoase (Manuskript 1979), publ. in: Schmidt, J. et al.: Archäologische Berichte aus dem Yemen, Bd. I, Mainz 1982.
SERJEANT, R. B. Besprechung von: Bowen, R. and Albright, F. P., Archaeological Discoveries in South Arabia, in: Bulletin of the School of Oriental and African Studies, Vol. 23, S. 582–585, London 1960.
– Some Irrigation Systems in Hadramawt, in: Bulletin of the School of Oriental and African Studies, Vol. 27, S. 33–76, London 1964.
SIEWERT, H. H. Bauten der Wasserwirtschaft im Yemen, Baghdader Mitteilungen, Bd. 10, S. 168–178, Berlin 1979.
SPRENGER, A. Die alte Geographie Arabiens, Amsterdam 1966, Neudruck der Bern-Ausgabe von 1875.
STARK, F. An Exploration in the Hadramaut and Journey to the Coast, in: Geographical Journal, Vol. 93/1, S. 1–17, 1939.
Statistical Year Book, Yemen Arab Republic, Prime Minister's Office, Central Planning Organisation, Statistics Department, Sana'a, Jge. 1972–1980.
Swiss Technical Co-Operation, Final Report of the Airphoto Interpretation Project, carried out for the Central Planning Organisation Sana'a, Zürich 1978.

VINCK, F. Wassernutzung im Jemen, in: Intertechnik, Archiv für Entwicklungshilfe, Bd. 6, S. 21–31, Aachen 1962 a.
– Alte Talsperren im Jemen, in: Wasser und Boden, Bd. 10, S. 354–356, 1962 b.

WADE, R. Archaeological Observations around Ma'rib 1976, in: Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, Vol. 9., London 1979.
WEBER, O. Eduard Glasers Forschungsreisen in Südarabien, in: Der alte Orient, 10. Jg., H. 2, Leipzig 1909.
WISSMANN, H. v. Karsterscheinungen im Hadramaut – Ein Beitrag zur Morphologie der semiariden und ariden Tropen, in: Petermann's Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 262, Machatschek-Festschrift, S. 259–268, 1957.
– Zur Geschichte und Landeskunde von Alt-Südarabien, Sammlung E. Glaser III, in: Sitzungsber. d. Österreich. Akad. der Wissensch., phil.-hist. Kl., 246. Bd., Wien 1964.
– Zur Landeskunde des Yemen, in: Wepf, R., Yemen – Land der Königin von Saba, S. 93–108, Bern 1966.

– Zur Archäologie und antiken Geographie von Südarabien, in: Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut te Istanbul, Bd. 24, Leiden 1968.
– Die Mauer der Sabäerhauptstadt Maryab, in: Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut te Istanbul, Bd. 38, S. 1–39, S. 51–54, Leiden 1976 a.
– Die Geschichte des Sabäerreichs und der Feldzug von Aelius Gallus, in: Temporini, H., ANRW, 2. Principat, 9. Bd., 1. Halbbd., S. 308–544, Berlin 1976 b.

WISSMANN, H. v., RATHJENS, C. und KOSSMAT, F. Beiträge zur Tektonik Arabiens, in: Geologische Rundschau, Bd. 33, H. 4/6, S. 221–354, 1942.

YARON, B. and VINK, A. P. A. Soil Survey for Irrigation, in: Yaron, B. et al., Arid Zone Irrigation, Ecological Studies, Vol. 5, Berlin 1973.

ZWITTKOVITS, F. Die Karstformen im Wadi Garawi (Arabische Wüste Ägypten), in: Mitteilungen der Österreichischen Geogr. Gesellschaft, Bd. 108, S. 287–295, Wien 1966.

Kartenverzeichnis

GERIG, M. und SCHOCH, R. Ma'rib und Umgebung, Luftbild-Mosaik ca. 1 : 30 000, Deutsches Archäol. Institut Ṣanᶜāᵓ, Zürich 1980 a.

GERIG, M. und SCHOCH, R. Ma'rib und Umgebung, Karte der Ruinen und Felderwirtschaft des Altertums und des Mittelalters, ca. 1 : 30 000, Deutsches Archäol. Institut Ṣanᶜāᵓ, Zürich 1980 b.

GROLIER, M. J. and OVERSTREET, W. C. Geologic Map of the Yemen Arab Republic (Ṣanᶜāᵓ), 1 : 500 000, U.S. Geological Survey, Miscellaneous Investigations Series, Map I-1143-B, 1978.

Hunting Surveys Ltd. Ma'rib Dam, 1 : 50 000 (1 Bl.) und 1 : 10 000 (4 Bl.), Government of Abu Dhabi, United Arab Emirates, 1977.

United Kingdom. Arab Republic and Neighbouring Areas, 1 : 250 000, Sheet 5, Ṣanᶜāᵓ, Director of Military Survey, Ministry of Defence, 1974.

U.S. Geological Survey. Geographic Map of Yemen Arab Republic (Ṣanᶜāᵓ), 1 : 500 000, Miscellaneous Investigations Series, Map I-1143-A, 1978.

Anhang 1: Holzartenbestimmung

Probe UB 79-15: Raḥāba

Holzkohlen

Tamarix sp.	Tamariske	25 Stück
Paliurus spina-christi [1]	Christus-Dorn	22 Stück
Acacia sp.	Akazie	4 Stück
Monokotyledonen	Palme	2 Stück
unbestimmte Laubholzart	...	9 Stück
Dattelstein	...	1 Stück

Probe UB 79-22: Maḥram Bilqīs

Holzsplitter, unverkohlt, mit Insektenfraßspuren (Holzwürmer)

Paliurus spina-christi [1]	Christus-Dorn	1 Stück

Probe GR 80-10: Stauraum beim Nordbau

Holzkohlen

Paliurus spina-christi [1]	Christus-Dorn	50 Stück

(da nur eine Art vorhanden, keine weiteren Partikel bestimmt)

Probe UB 80-22: Stauraum beim Nordbau

Holzkohlen

Tamarix sp.	Tamariske	44 Stück

Probe UB 80-26: Westliche Südoase

Holzkohlen, stark gerundet, glasig verkohlt

Acacia sp.	Akazie	16 Stück
Paliurus spina-christi [1]	Christus-Dorn	3 Stück
unbestimmte Laubholzart	...	10 Stück

Untersuchte Anzahl Partikel	Total	187 Stück

1 Nach telefonischer Mitteilung des Labors für quartäre Hölzer kann eine Verwechslung mit Ziziphus spina-christi nicht ausgeschlossen werden. Nach den wenigen vorhandenen Vergleichspräparaten zu schließen, handelt es sich aber eher um Paliurus spina-christi.

Die Holzartenbestimmung wurde am Labor für quartäre Hölzer der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen in Birmensdorf von Herrn W. Schoch durchgeführt. Er schreibt dazu:

„Die Größe der verwendeten Hölzer (meist Querschnitte dünner Stämmchen oder von Ästen) sowie die häufig feststellbaren Fraßspuren von Holzwürmern in den Holzkohlen lassen vermuten, daß es sich bei den Resten um zu Feuerzwecken gesammeltes Leseholz handelt. Während Paliurus, ein sehr dorniger Strauch, auf steinigem Boden vorkommt, dürfte Tamarix in der Nähe der Bewässerungsgräben vorgekommen sein. Als eigentliche Kulturpflanze darf die Palmenart, unter Umständen die Dattelpalme, welche auch durch ein Dattelsteinfragment belegt ist, angesprochen werden."

Anhang 2: ^{14}C-Daten

Labor-nummer[1]	Probe-nummer	Alter B.P.[2]	Material	Lokalität[3]	Aussage	Beschreibung in der Arbeit
UZ-245	Z-J6	2080± 70 y.	Holzkohle	Nordoase	Maximalalter für Kanal-struktur, Sedimentations-rate der Nordoase	Kap. C 6 b, Abb. 24
UZ-345	UB 79-18 UB 79-19	1410± 45 y.	Holz	Stauraum beim Nordbau	Maximalalter für Ereignis W	Kap. D 5 e, Abb. 16, 21, 23
UZ-346	UB 79-21	2190± 60 y.	Holzkohle	Maḥram Bilqīs	Maximalalter für Neubau	Kap. C 6 c, Abb. 25
UZ-347	UB 79-30	1515± 65 y.	Holzkohle sandig	Stauraum beim Nordbau	Maximalalter für Ereignis U	Kap. D 5 e, Abb. 16, 23
UZ-517	UB 79-15	1005± 80 y.	Holzkohle	Raḥāba	Minimalalter für Aufgabe der Kanalbewässerung	Kap. C 8 d, Abb. 14
UZ-518	GR 80-10	1590± 65 y.	Holzkohle	Stauraum beim Nordbau	Minimalalter für Ereignis X	Kap. D 5 e, Abb. 16, 23
UZ-527	UB 80-26	2205± 110 y.[4]	Holzkohle	Südoase	Maximalalter für Erhöhung auf Fundortniveau	Kap. C 6 c, Abb. 24, 31

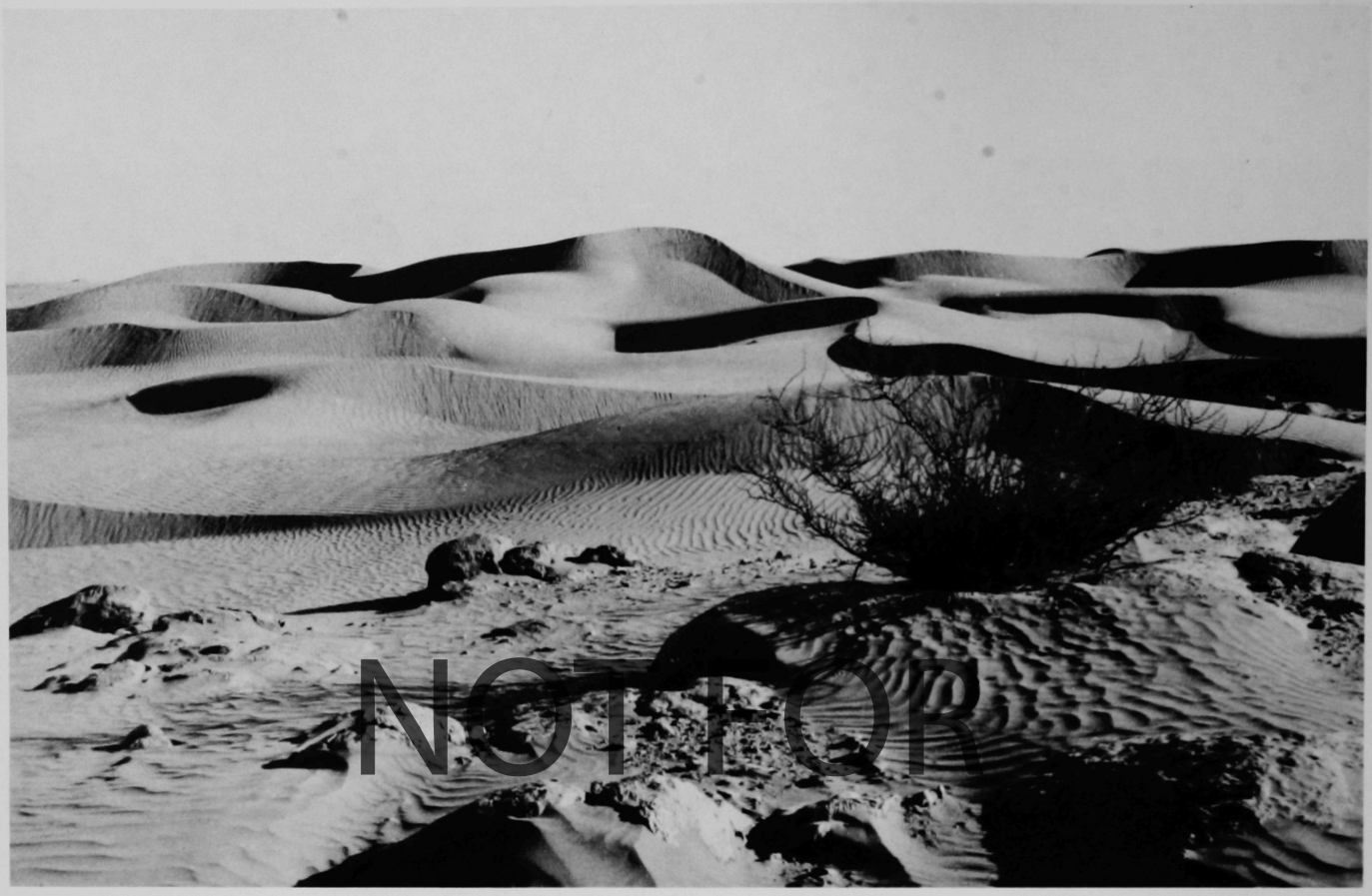
1 UZ = Universität Zürich
2 Bei allen Daten handelt es sich um unkorrigierte, konventionelle ^{14}C-Alter
3 Die genauen Lokalitäten der einzelnen Proben sind den jeweiligen Karten- und Profilskizzen zu entnehmen
4 Probe aufgefüllt, unsicheres Datum

Tafeln 1–19

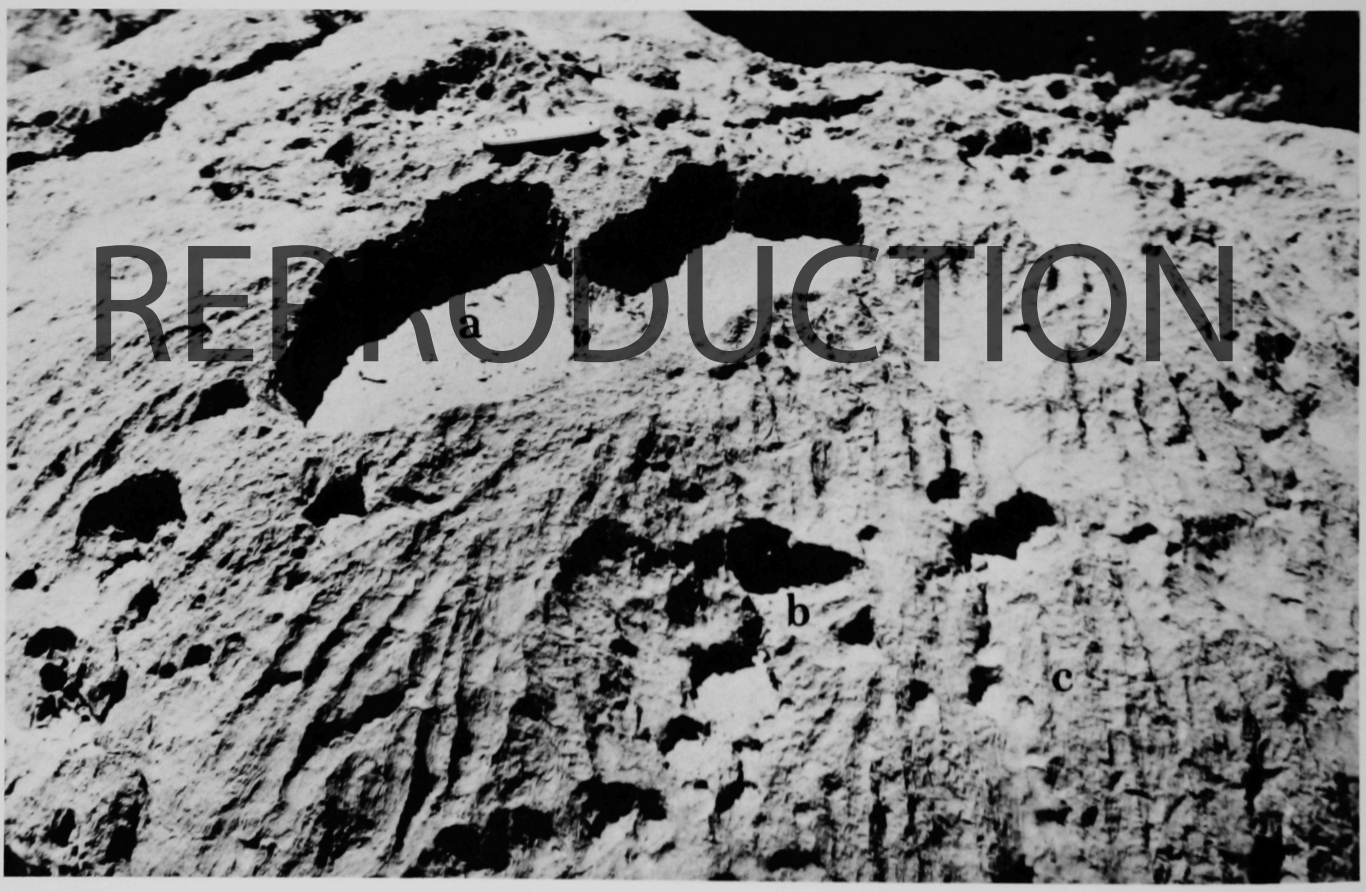
PHOTOGRAPHIC REPRODUCTION

Luftbild der antiken Oase von Mārib. Es ist genordet und wurde im Januar 1973 durch die British Royal Air Force aufgenommen. Sein Maßstab beträgt ca. 1 : 71 000. Im Zentrum des Bildes hebt sich in hellem Grauton die Nordoase ab. Sie wird von einem weitgehend rechtwinkligen Muster gegliedert, welches das antike Kanal- und Feldnetz repräsentiert. Am nördlichen Ufer des Wādī Ḏana ist die heutige Siedlung Mārib als schwarze Kreisfläche markiert. Sie ist von der gut sichtbaren antiken Stadtmauer umgeben. Die schwarzen und dunkelgrauen Rechtecksflächen im Osten stellen die rezenten Bewässerungsgebiete um das neue Wirtschaftszentrum Ḥuṣūn al-Ġalāl al-Ġadīda dar. Im Nordwesten reichen die Lavazungen der Ġibāl Daš al-Ḫašab ins Bild hinein. An ihrem Südostrand hat sich das Wādī as-Sāʾila eingetieft. Das schwarze Rechteck in der hellen Trapezfläche an seinem linken Ufer bildet Dār as-Sawdāʾ ab. Wenig südwestlich kann die Dammauer von al-Mabnā als heller Balken erkannt werden. Am linken Bildrand befindet sich die große Dammanlage von der aus der gut sichtbare nördliche Primärkanal wegführt. Der untere Bildteil wird weitgehend von der Südoase eingenommen. Ihre Oberfläche ist nur schwach strukturiert, da Sandanwehungen die antiken Feldformen stellenweise überdecken. An der unteren Bildkante ist noch der Ġabal Ḥamm zu sehen. In nordöstlicher Richtung kann inmitten der Südoase der Rundbau von Maḥram Bilqīs als kleine Ellipse identifiziert werden.

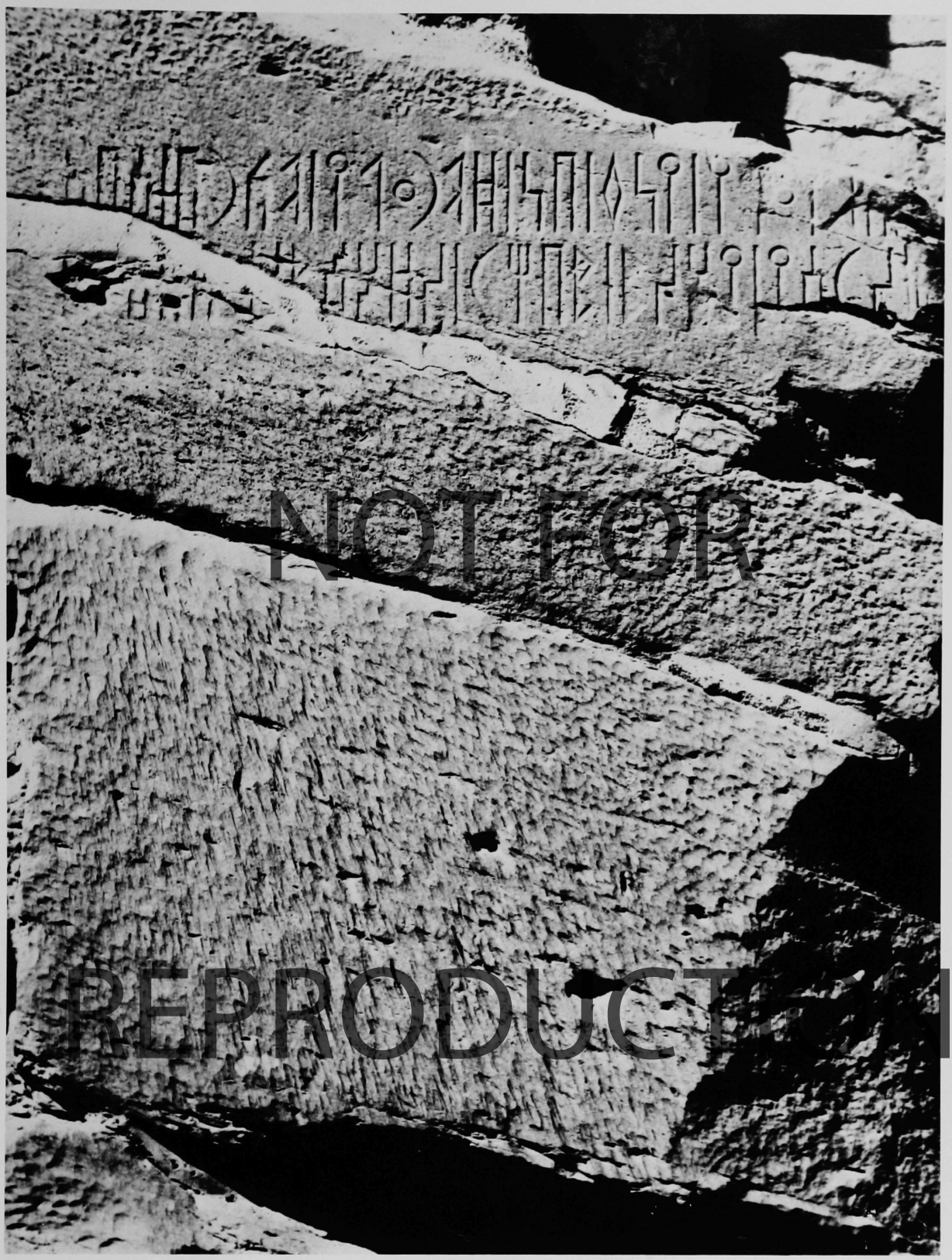
TAFEL 2



a. Zu Dünen aufgeworfener Flugsand am Ostfuß des Ğabal Balaq al-Awsaṭ. Die Dünen lagern z. T. auf den Bewässerungssedimenten der Südoase oder wie auf dem Bild ersichtlich, auf dem anstehenden mesozoischen Kalk, dessen Oberfläche von Rillenkarren überzogen ist.

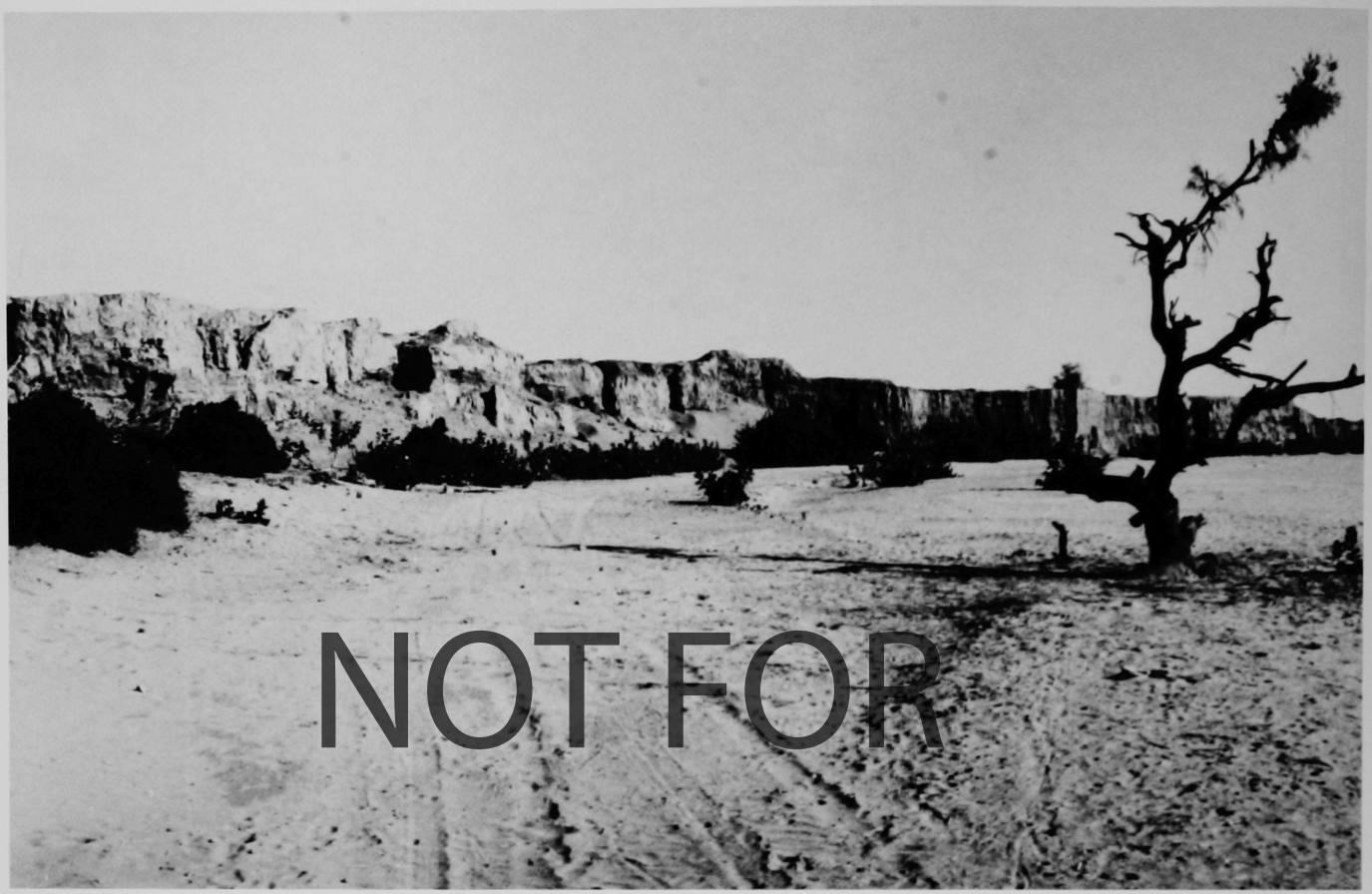


b. Die drei häufigsten Kleinformen des Karstes auf einer Kuppe des anstehenden Kalkes am östlichen Hangfuß des Ğabal Balaq al-Awsaṭ.
a) Kamenitsa, b) kavernöse Karren, c) Rillenkarren



NOT FOR
REPRODUCTION

Die Inschrift Gl 513 = CIH 623 an der linken Wand der Hochwasserentlastung des Südbaus. Sie stammt aus der Mitte des 6. Jhs. v. Chr. und heißt übersetzt: „Sumuhuᶜalī Yanūf bin Damarᶜalī, Mukarrib von Sabaᵓ, hat ausgehauen den Fels des Staubeckens RḤBᵐ (in Richtung) des Hauptkanals von Yasrān". (Übersetzung in Anlehnung an diejenige von CIH 622 in MÜLLER W. W., Bemerkungen zu einigen von der Yemen-Expedition 1977 des Deutschen Archäologischen Instituts aufgenommenen Inschriften aus dem Raume Mārib und Barāqiš, S. 129–134, in: Archäologische Berichte aus dem Yemen, Bd. 1, Mainz 1982.) Die Felsspalten entstanden wahrscheinlich erst nach dem Anbringen der Inschrift als Folge der Ausweitung einer kleinen Schichtfuge durch das Wasser. Sicher wurden die Spalten erst viel später mit Mörtel ausgefüllt. In der unteren Bildhälfte hat das niederstürzende Wasser feine Rinnen aus dem Kalk herauserodiert.

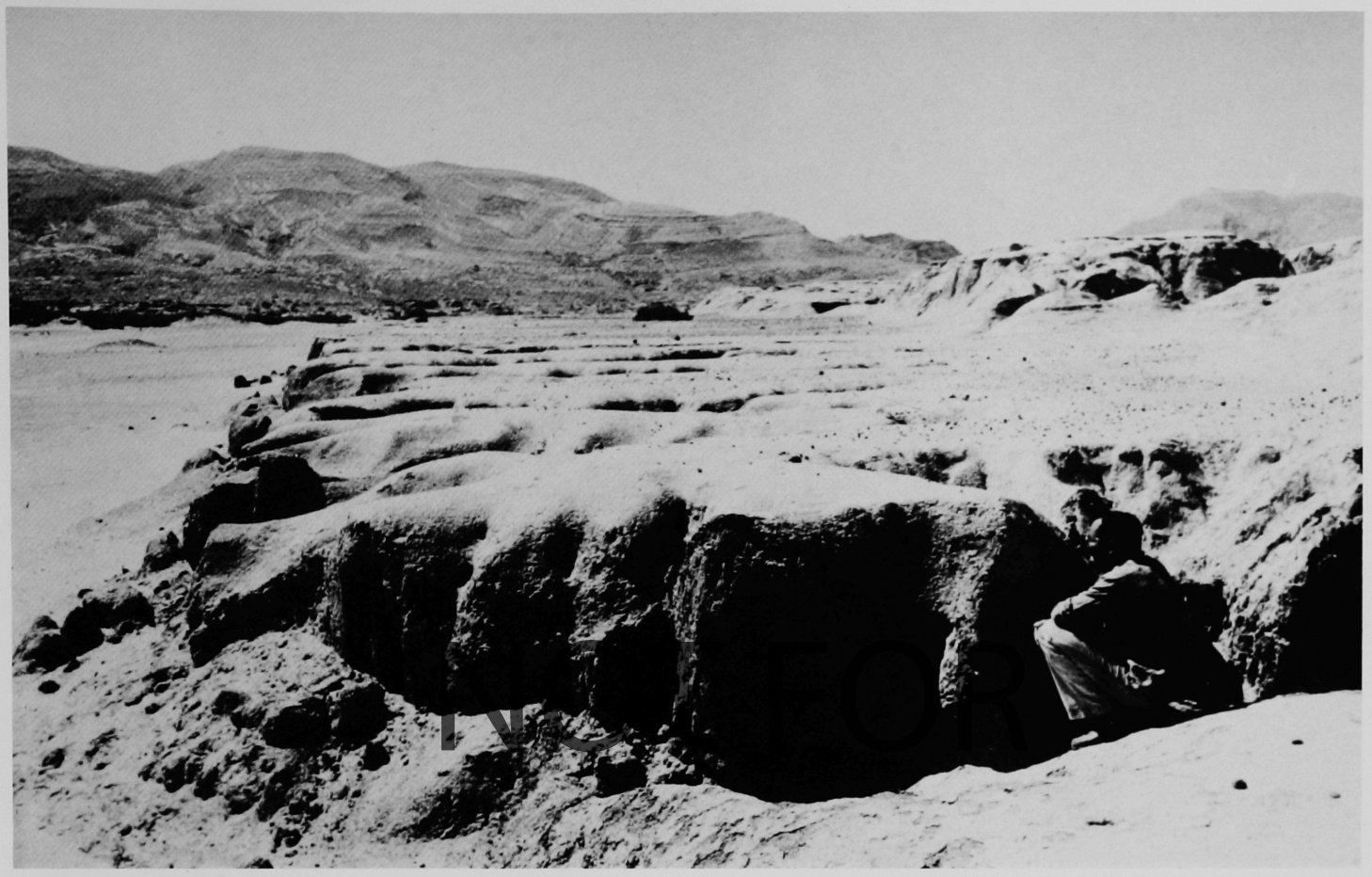


NOT FOR

a. Linksseitige Erosionskante des Wādī Ḏana unterhalb Mārib. Sie ist in diesem Bereich durchschnittlich 10 m hoch und besteht durchgehend aus Bewässerungssedimenten. Dort wo die Erosionskante gegen den rechten Bildrand verläuft, hat das Wādī Ḏana seinen pleistozänen Schuttfächer angeschnitten.

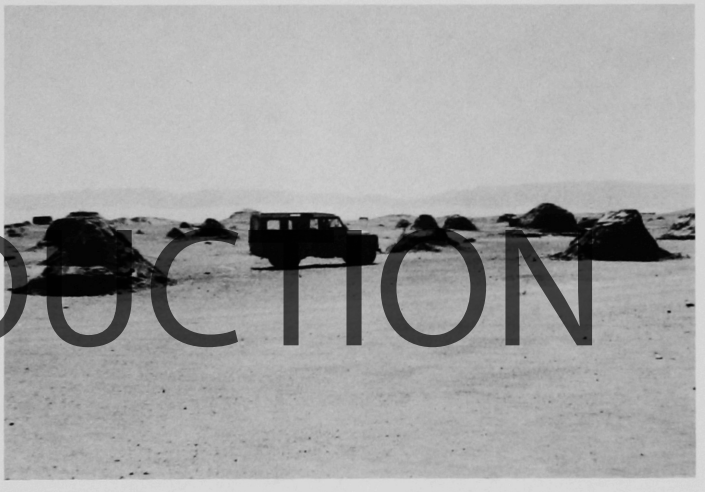
REPRODUCTION

b. Rechtsseitige Erosionswand des Wādī as-Sā'ila unterhalb al-Mabnā. Wegen der windgeschützten Lage sind die Oasensedimente größtenteils von einer Staubhaut überzogen. Dennoch erkennt man ihren monotonen Aufbau, der ohne eigentliche Schichtung ist und nur kleine Änderungen im Braunton zeigt. Die Höhe der Wand beträgt rund 10 m.



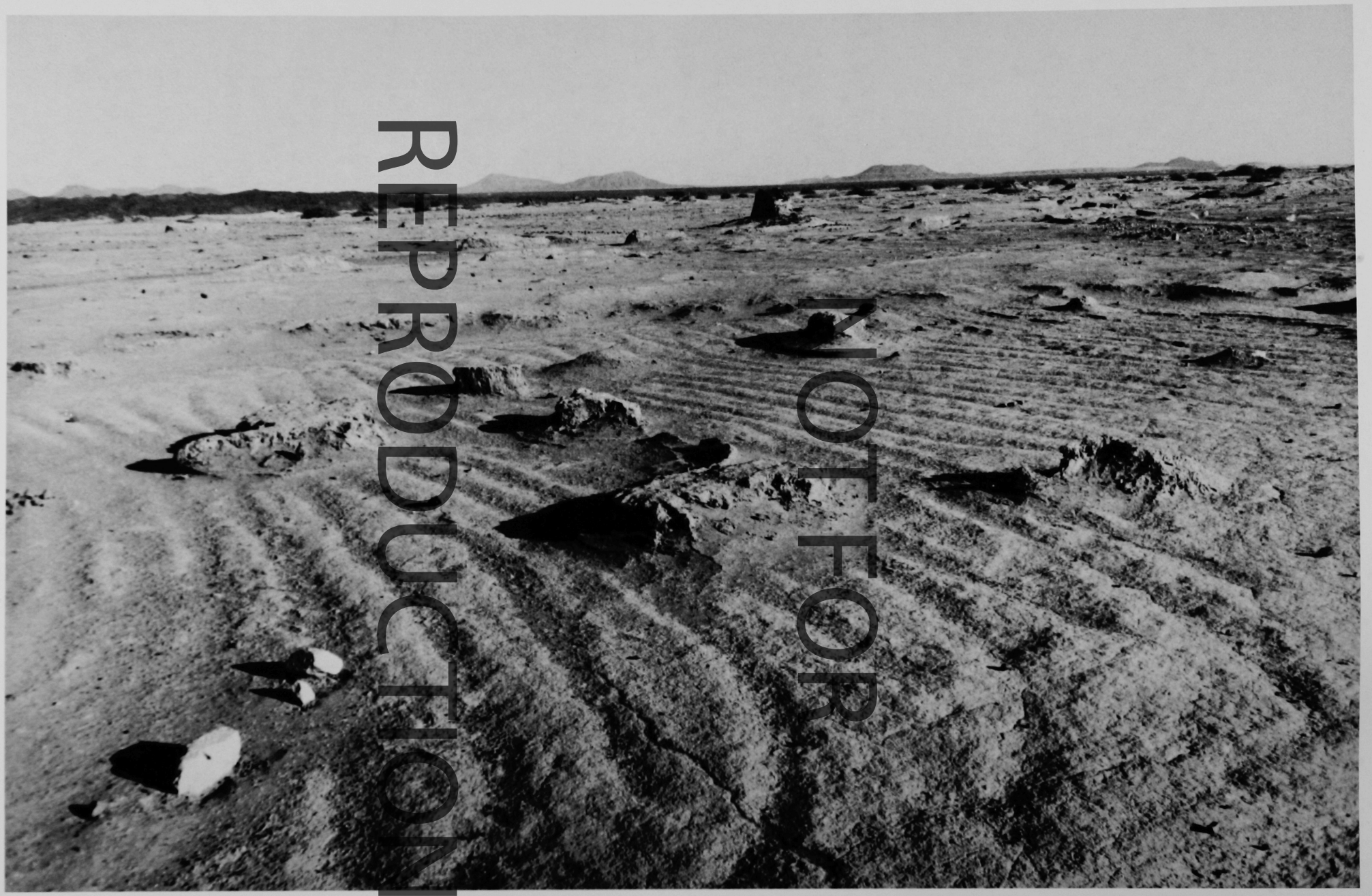
a. Flußterrassen am Nordufer des Wādī Ḏana westlich Qaryat al-Musallil, Blick nach Südwesten. In der Bildmitte ist das höchste Terrassenniveau I zu sehen. Die Terrasse besteht aus Bewässerungssedimenten, die nach rechts hin zur Nordoase mächtiger werden. Linkerhand liegt das Terrassenniveau III. Den Horizont markiert der Ǧabal Balaq al-Awsaṭ.

b. Steintische am Südrand der Nordoase. Die Größe des linken Steintisches beträgt ca. 50 × 40 × 30 cm. Sie entstehen in erster Linie durch das Abschwemmen des umgebenden Lockermaterials bei Starkregen.



c. Erdstotzenfeld bei al-Manṣūra. Der Vergleich mit dem Landrover vermittelt einen Eindruck von der imposanten Größe der einzelnen Erdstotzen.

REPRODUCTION



NOT FOR REPRODUCTION

Erdstotzen aufgesetzt auf antike Pflugspuren (vgl. Abb. 10). Diese Anordnung zeigt, daß die den Erdstotzen entsprechenden Bäume erst nach dem Pflügen des Feldes gepflanzt worden waren. Wind und Wasser haben die antiken Strukturen gemeinsam wieder herausmodelliert. Der Blick führt nach Norden über die Nordoase hinweg zu den östlichsten Vulkanen der Ǧibāl Daš al-Ḥašab.

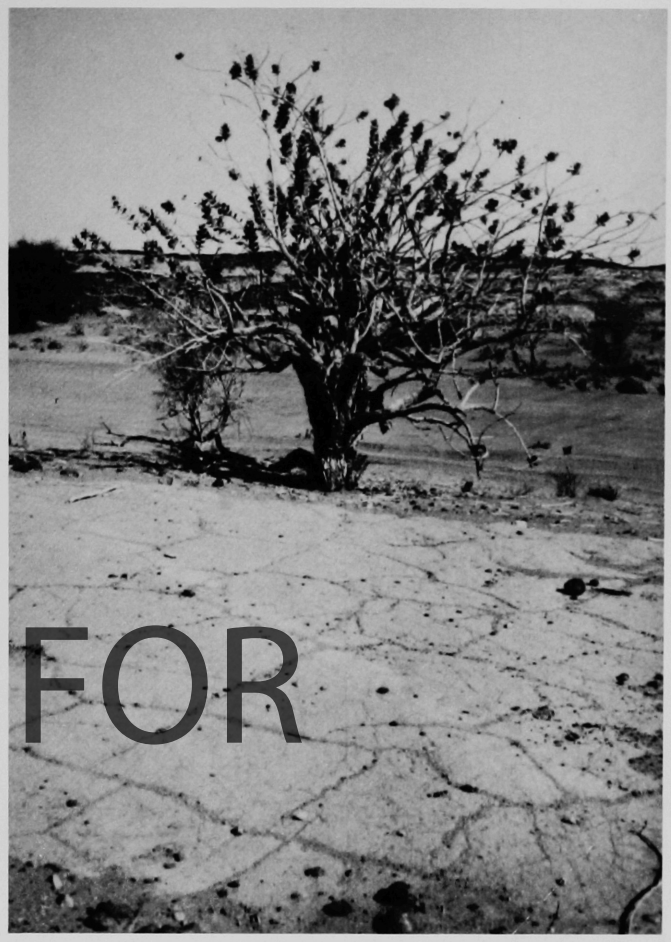
a. Erdring vom Typ A im zentralen Teil der Nordoase. Gut erkennbar ist die konzentrische Gliederung der Form in den hellen Kern, den inneren dunkleren sowie den äußeren helleren Ring. Die Länge des Hammerstiels beträgt 47 cm.

b. Wurzelfüllungen an der Wand eines Erdstotzens im östlichen Teil der Südoase. Ihr Auftreten beschränkt sich auf eine sandige Schicht.

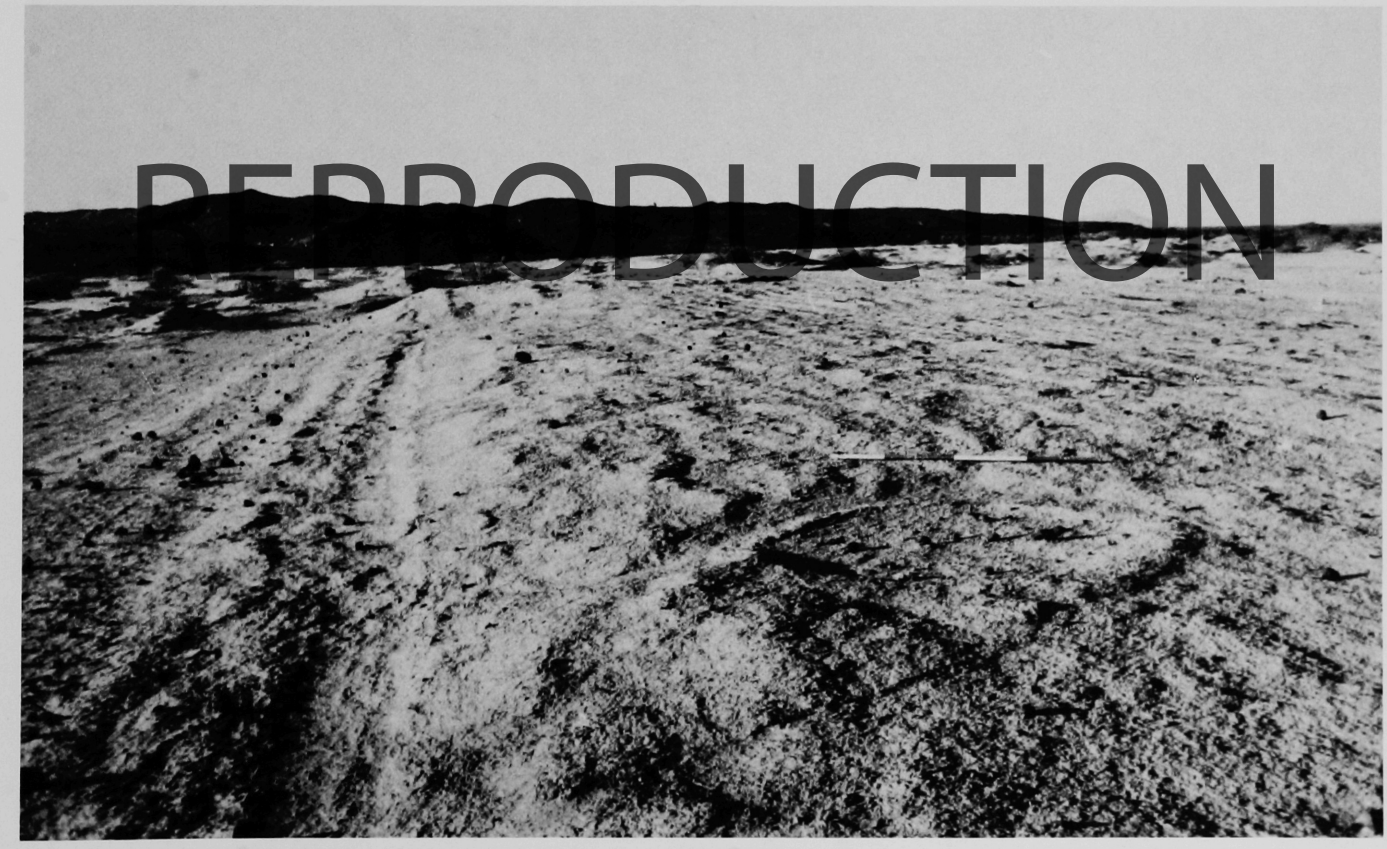
a. Grabstruktur unbekannten Alters auf den Oasensedimenten zwischen Mārib und al-Ḫusayf. Die Längsachse des Grabes verläuft von WNW nach OSO. Die Länge des Hammerstiels beträgt 47 cm.

b. Antike Pflugspuren auf den Bewässerungssedimenten nordöstlich Dār as-Sawdā'. Sie sind breiter als diejenigen der Nord- und Südoase. Das Feld wird in der Längsrichtung von einem kleinen Wall geteilt, auf dem als Größenvergleich ein 2 m langer Fluchtstab liegt. Blickrichtung ist nach NNW zu den Ǧibāl Daš al-Ḫašab.

a. Regelmäßig angeordnete Eindrücke in der horizontalen Oberfläche der Sedimente von al-Ǧufayna.



b. Fossile Trockenrisse in den Stauraumsedimenten von al-Mabnā. Sie sind mit sandigem Material gefüllt. An ihrem Rand gedeiht ein ᶜUschar-Strauch (Calotropis procera).

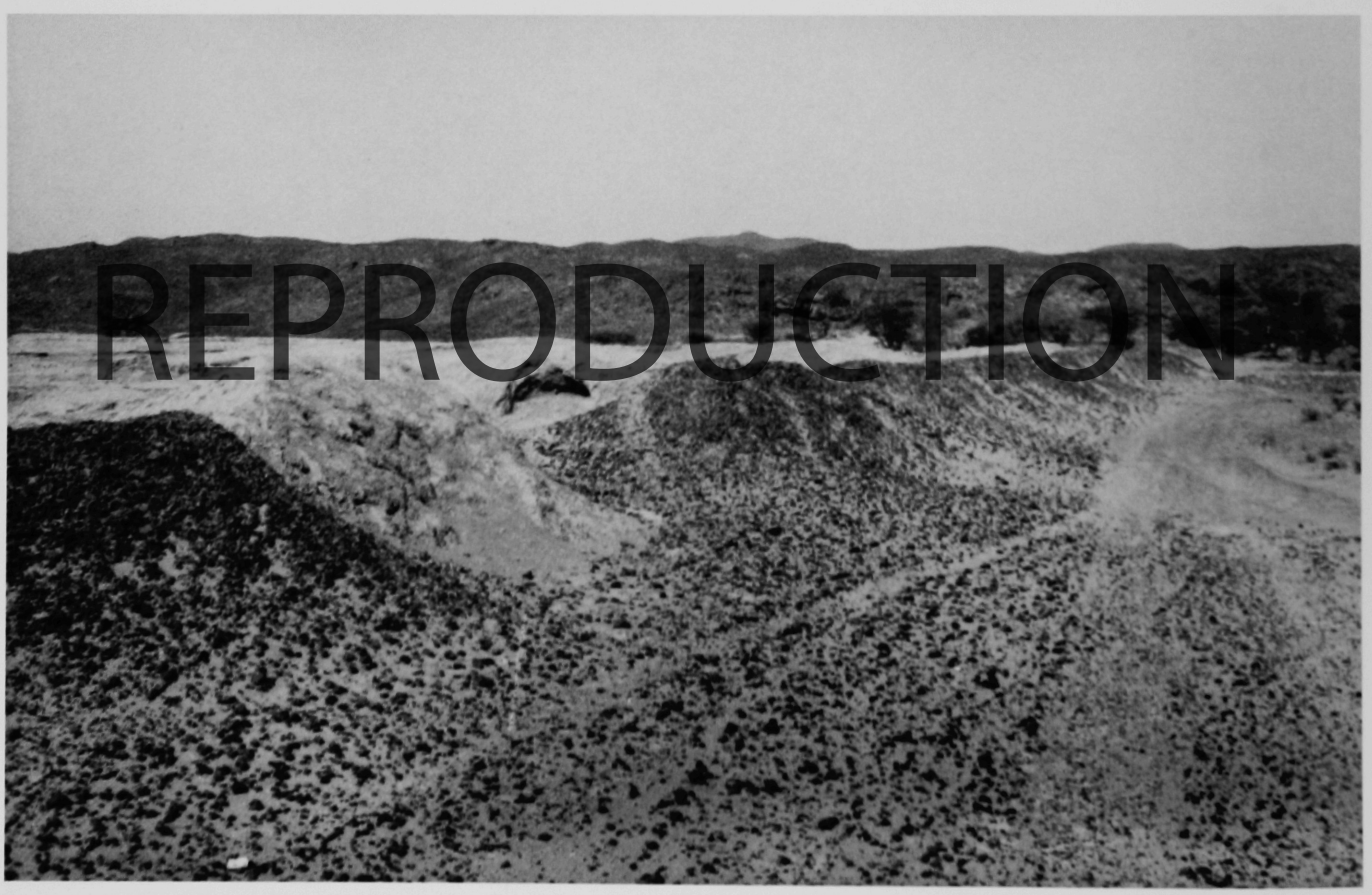


c. Drei Oberflächenformen auf den Sedimenten von Dār as-Sawdāᵓ. Links erstreckt sich ein weitgehend erodierter Kanal. Ein außergewöhnlich großer Erdring (Fluchtstab 2 m) befindet sich an seinem Rand. Den Mittelgrund strukturieren parallel zum Kanal verlaufende Pflugspuren. Weitere, auf dem Bild nicht sichtbare Erdringe begleiten den Kanalrand.

NOT FOR REPRODUCTION

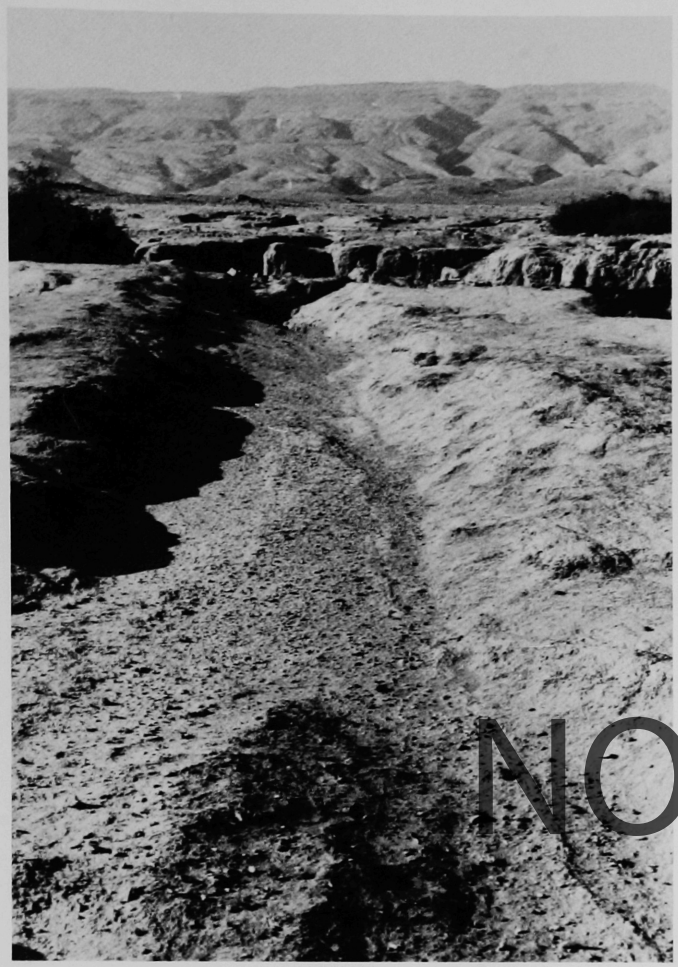
NOT FOR

a. Durch eine Runse angeschnittener Feldwall bei Qaryat al-Musallil. Er befindet sich oberhalb des Hammers (Länge 47 cm) und besteht aus Siltbrekzie, die stellenweise von einer Staubhaut überdeckt wird. Von rechts her wird er von Bewässerungssedimenten überlagert. Sie belegen eine Überstauungstiefe des Feldes von rund ½ m.



REPRODUCTION

b. Mächtiger, mit Steinen abgedeckter Erdwall am Nordostrand der Sedimente von Dār as-Sawdā'. Er wird überlagert von einem jüngeren, nur aus Bewässerungssedimenten aufgeschütteten Damm.

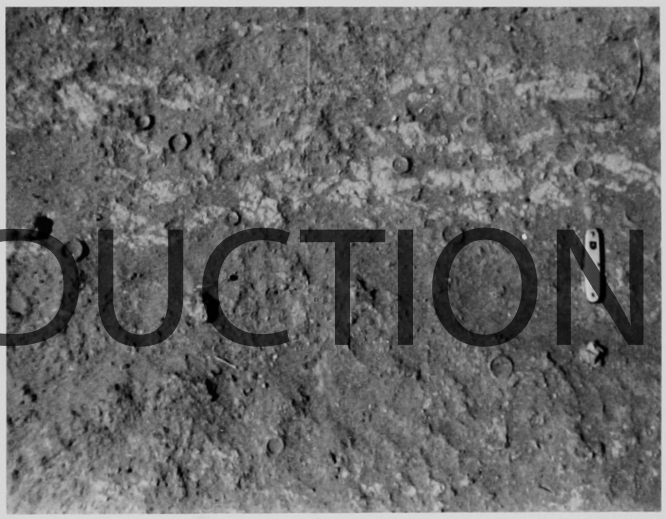


NOT FOR

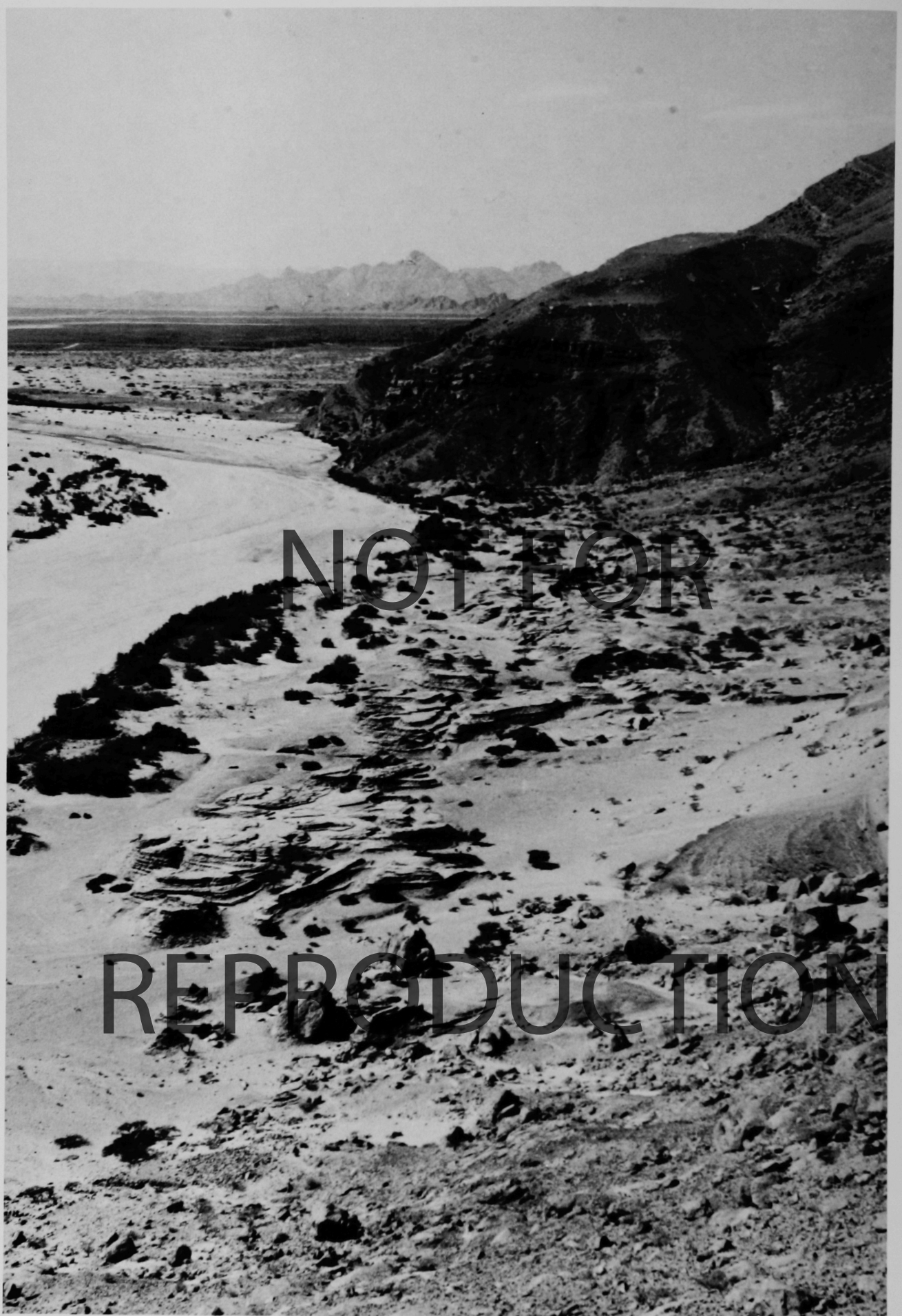
a. Tierpfad auf der Nordoase ½ km nordwestlich Qaryat al-Musallil. Er quert im Mittelgrund eine mehr als 5 m tiefe Runse. Es dürfte sich um einen mittelalterlichen Karawanenweg handeln. Im Hintergrund erhebt sich der Ǧabal Balaq al-Awsaṭ.

REPRODUCTION

b. Kleine Erosionsrinne auf der Nordoase. Wahrscheinlich hält sie sich an den Verlauf antiker, kleiner Feldwälle, die vom Wind vollständig erodiert wurden. Ein Anzeichen dafür bietet der leicht angehobene Rand.



c. Halbkugelförmige Eindrücke in den Bewässerungssedimenten der westlichen Südoase. Im linken Bildteil sind sie bereits stark herausmodelliert, rechts liegen sie noch in den Sedimenten eingebettet.

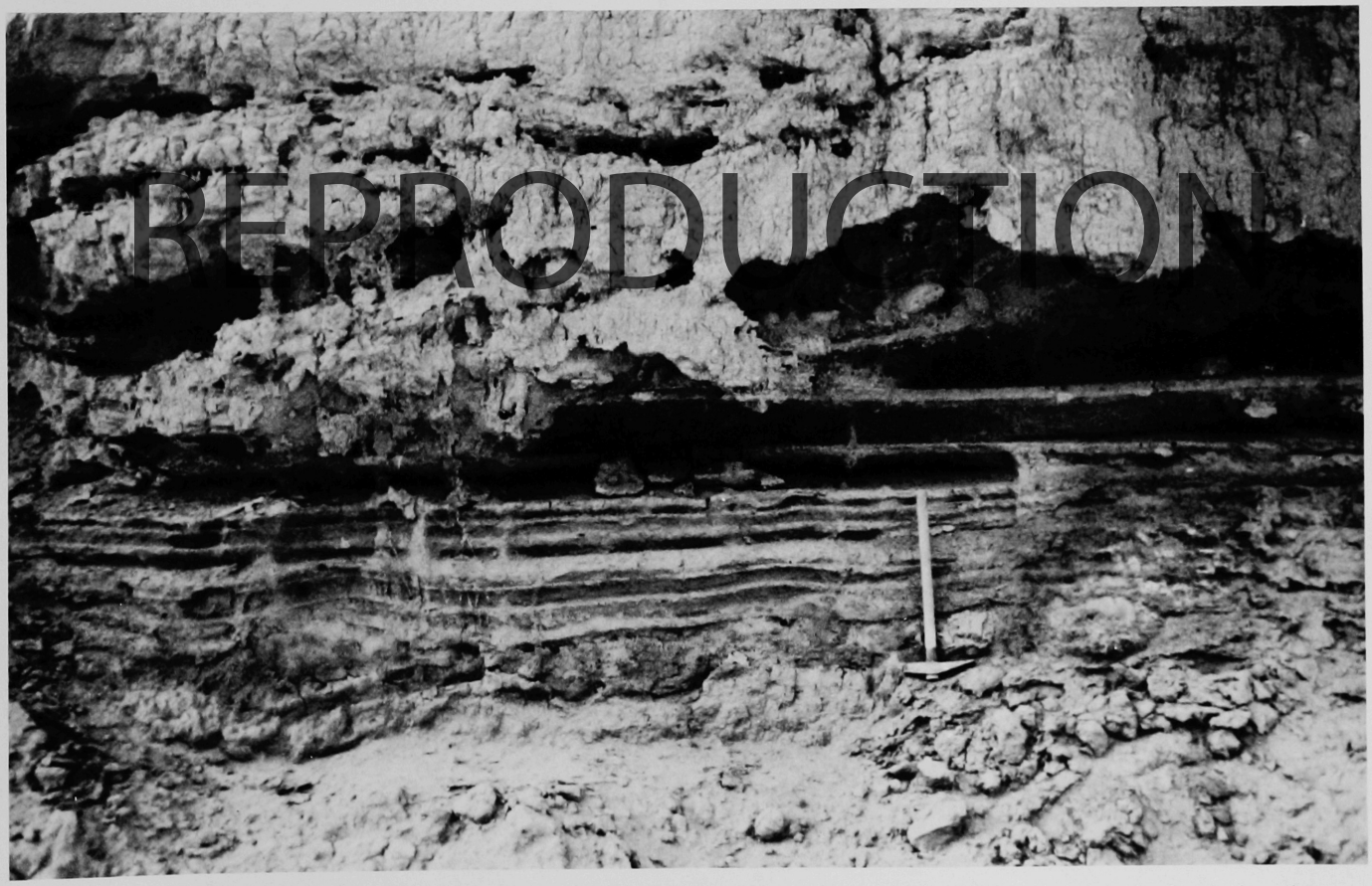


NOT FOR REPRODUCTION

Übersicht über die Stauraumsedimente am Nordrand des Wādī as-Sudd vom Naqīl al-Mudarrağ aus gesehen. Sie formen am Hangfuß des Ğabal Balaq al-Qiblī eine tafelbergartige Landschaft. Im Mittelgrund bilden die flach erscheinenden Lavafelder ein dunkles Band. Die hellen Streifen sind die nach rechts hin nach Ṣirwāḥ führenden Autopisten. Davor hebt sich in dunklem Grauton der Ostteil der Qāᶜ al-Hayyāl ab. Am Horizont erscheint der Ğabal Sufairā.

NOT FOR

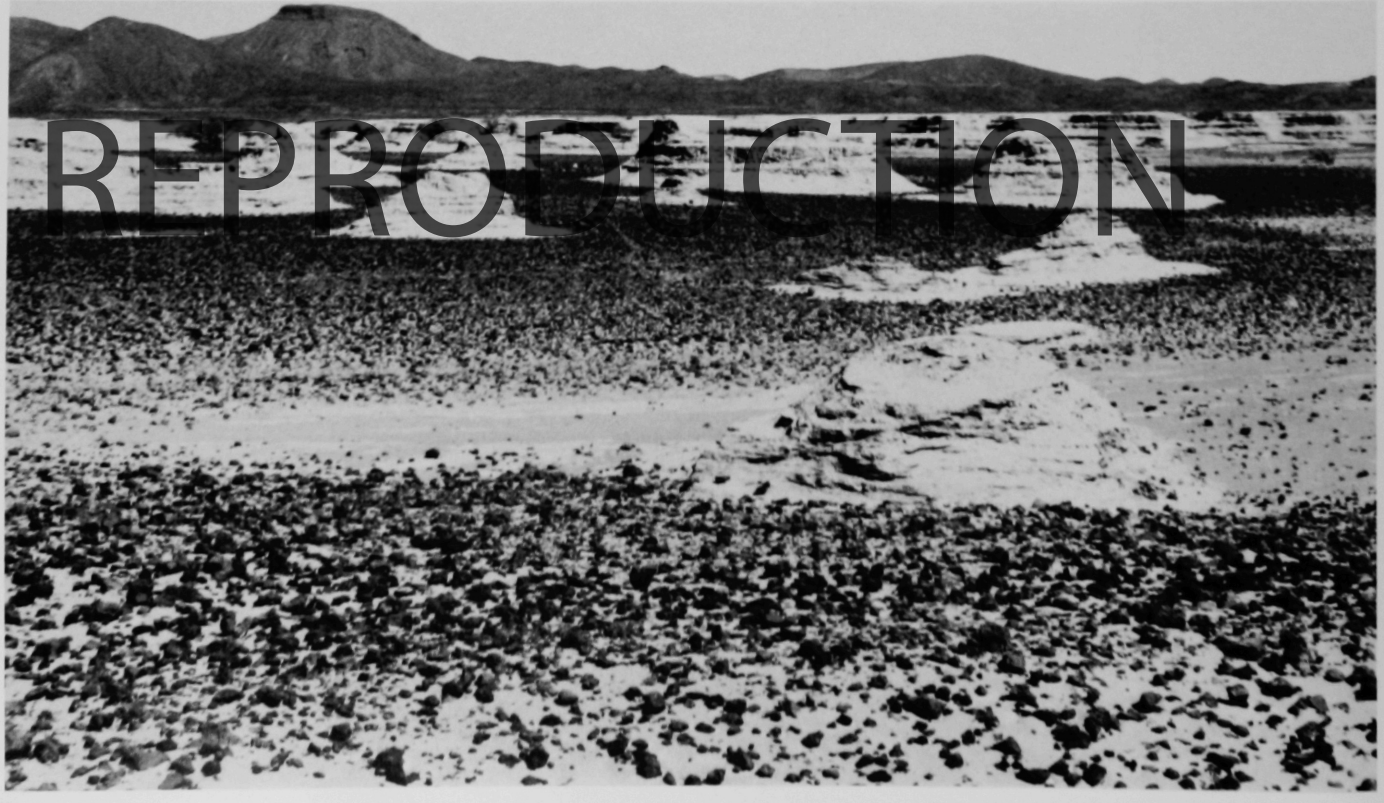
a. Die ältesten Diskordanzen an der linksseitigen Erosionswand des vom Ǧabal Balaq al-Qiblī in die Stauraumsedimente beim Nordbau einmündenden Wadis. Z stellt die älteste und W die jüngste Diskordanz dar. Die Ablagerungen zeigen durchgehend eine klare Schichtung. Der Blick führt zum Nordbau, an den rechts der mit Steinen abgedeckte Dammrest N und nach links die dunkel erscheinende Überlaufmauer anschließt. Den Hintergrund bilden die südlichsten Vulkankegel der Ǧibāl Daš al-Ḫašab.



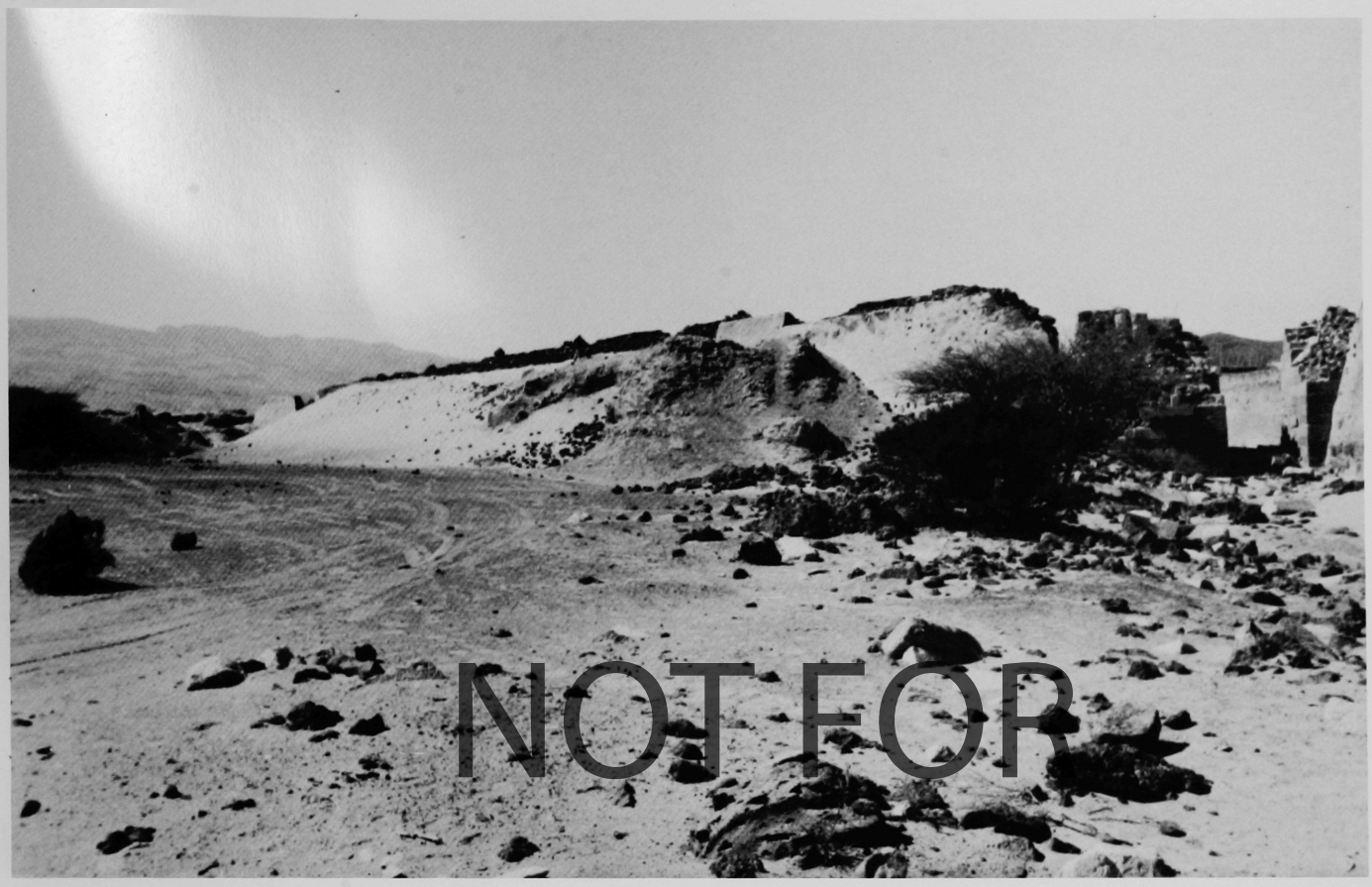
REPRODUCTION

b. Profil aus den Stauraumsedimenten am Nordrand des Wādī as-Sudd. Im oberen Teil konnte sich dank windgeschützter Lage eine Staubhaut bilden. Darunter folgt eine feine Wechsellagerung von schwach verfestigten Sand- mit vorstehenden, versinterten Siltlagen. Die Länge des Hammerstiels beträgt 47 cm.

a. Die Stauraumsedimente beim Nordbau, aufgeschlossen durch das kleine Wadi beim Dammrest M mit Blick nach OSO. Links im Bild tritt als tiefste Diskordanz X hervor. Sie wird durch einen mächtigen Schutthorizont gebildet, der von einem Mergelband überlagert wird. Die auf dem Bild mit einem Pfeil markierte Dammabdeckung wurde in der, zum Ereignis X gehörenden Bauphase, angebracht. Das Ereignis W manifestiert sich durch eine Ausräumung, die im rechten Bildteil bis auf das Niveau von X hinunterreicht. Über der Dammabdeckung liegt zu W gehörender Bauschutt. Die natürliche Sedimentation nach dem Ereignis W setzt auch hier mit einem Mergelband ein. Im oberen Drittel der 8 m hohen Erosionswand wird die Diskordanz U durch eine kleine Terrassenbildung markiert.

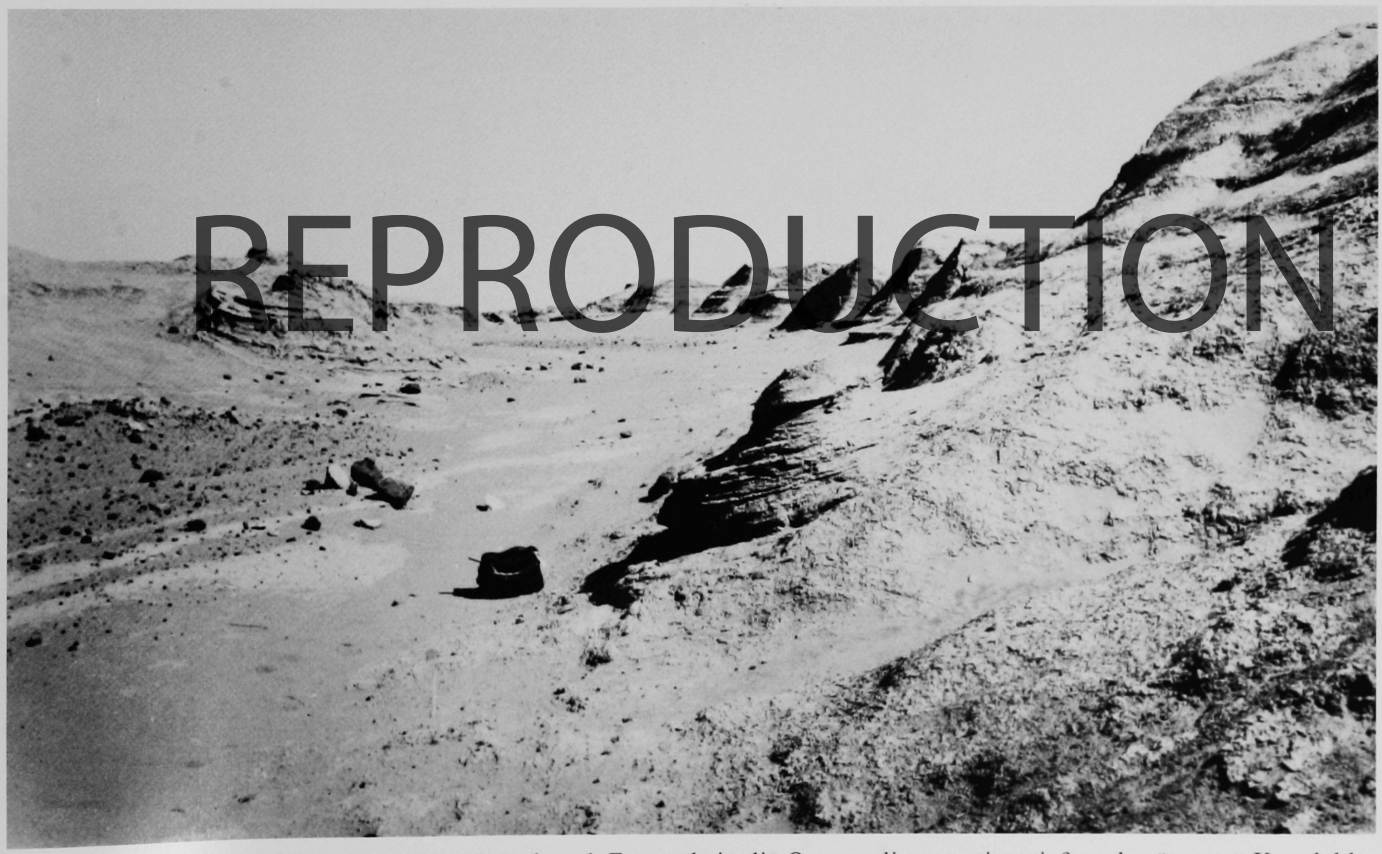


b. In einzelne Sedimentpakete aufgelöste Oasensedimente im Nordostteil von al-Ǧufayna. Sie wirken hier leicht gebankt und zeigen ein einheitliches Oberflächenniveau. Den Untergrund bildet verschwemmtes Lavamaterial.



NOT FOR

a. Teile der Dammanlage al-Mabnā von Osten gesehen. Die Dammauer sperrt das Wādī as-Sāʾila ab. In der Mitte des Bildes sind künstlich aufgeschüttete Bewässerungssedimente erkennbar, die zur Stärkung der schmalen Dammauer dienten. Im rechten Bildteil befindet sich ein, von massiven Bauten aus spolierten Kalkquadern umrahmter Auslaß, der vermutlich die nach Mārib führenden Kanäle versorgte. Am linken Bildrand ist jenseits des Wadis der kleine, den Nordoasensedimenten aufgesetzte Dammrest zu erkennen.



REPRODUCTION

b. Von al-Mabnā nach Mārib führender Hauptkanal. Er wurde in die Oasensedimente eingetieft und später von Kanalablagerungen aufgefüllt. Beidseits der Rinne sind kleine Reste dieser geschichteten Sedimente erhalten geblieben.

NOT FOR

a. Erddämme in einer Runse der Nordoase bei Mārib. Von links mündet eine Nebenrunse in die von unten nach oben ziehende Hauptentwässerungsrinne. Blick nach Norden, a) kleiner Schutzdamm, b) Auslenker aus der Hauptrunse, c) die Hauptrunse sperrender Damm.

REPRODUCTION

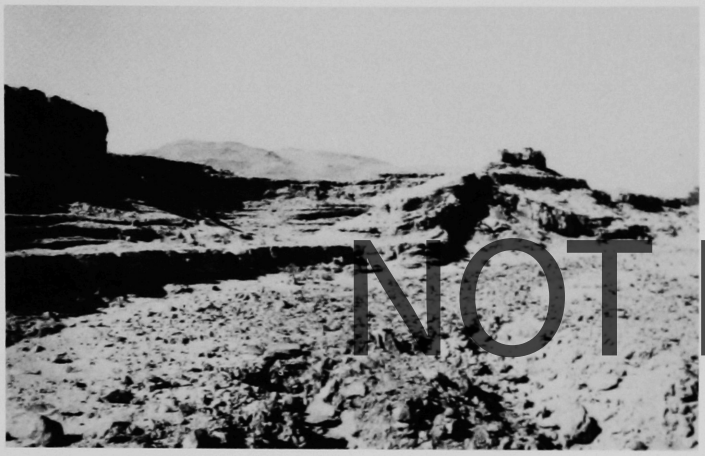
b. Kleine Dammauer aus groben Kalkquadern am Ostabhang des Ǧabal Balaq al-Awsaṭ. Sie diente der Hemmung des Abflusses des Wadis, um Verwüstungen in den bewirtschafteten Flächen und an den Kanälen zu verhindern. Heute ist die Dammauer vollständig hinterfüllt mit Schwemmaterial.

NOT FOR

a. Gebankte Bewässerungssedimente im nordwestlichen Bereich der Qāᶜ al-Hayyāl. Sie ragen an dieser Stelle mehr als 3 m über die Ebene. Rechts schließt ein frisch geschütteter Erddamm an. Im Hintergrund erhebt sich der Ǧabal Balaq al-Qiblī.

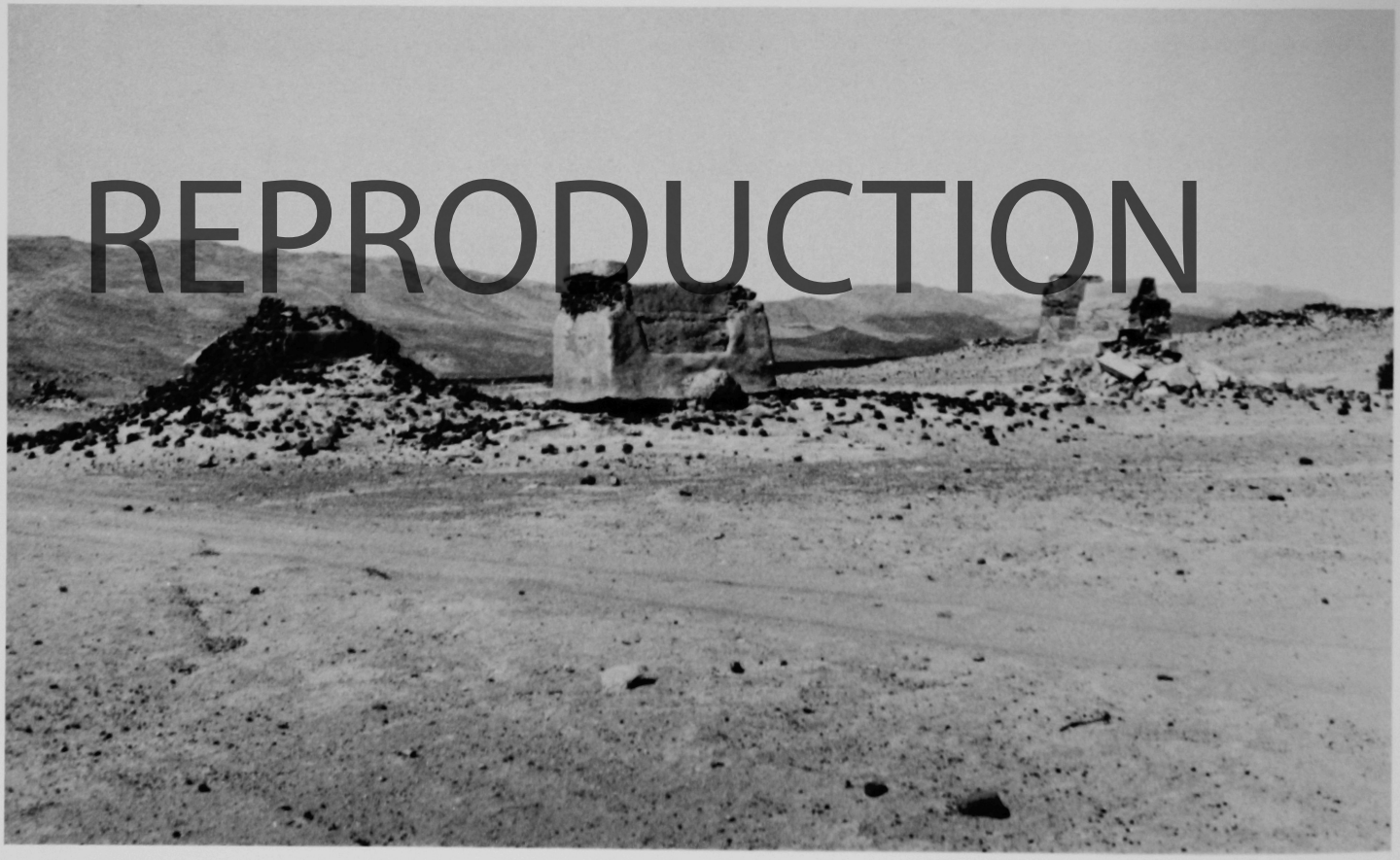
REPRODUCTION

b. Blick von al-Ḫurayba über die Bewässerungssedimente von Raḥāba hinweg zum Ǧabal Balaq al-Awsaṭ. Vorne links liegt der mit Bauschutt übersäte Hügel, aus dessen zentraler Rinne eine ^{14}C-Datierung das Alter 1005 ± 80 y B.P. (UZ-517) ergab. Er liegt in der geradlinigen Fortsetzung weiterer Wasserverteilerruinen, die sich nach rechts, im Mittelgrund, als dunkle Hügel abbilden. Deutlich zu erkennen ist die diskordante Lagerung der Balaq-Kalke auf dem präkambrischen, aus Schiefergneisen aufgebauten Grundgebirge.



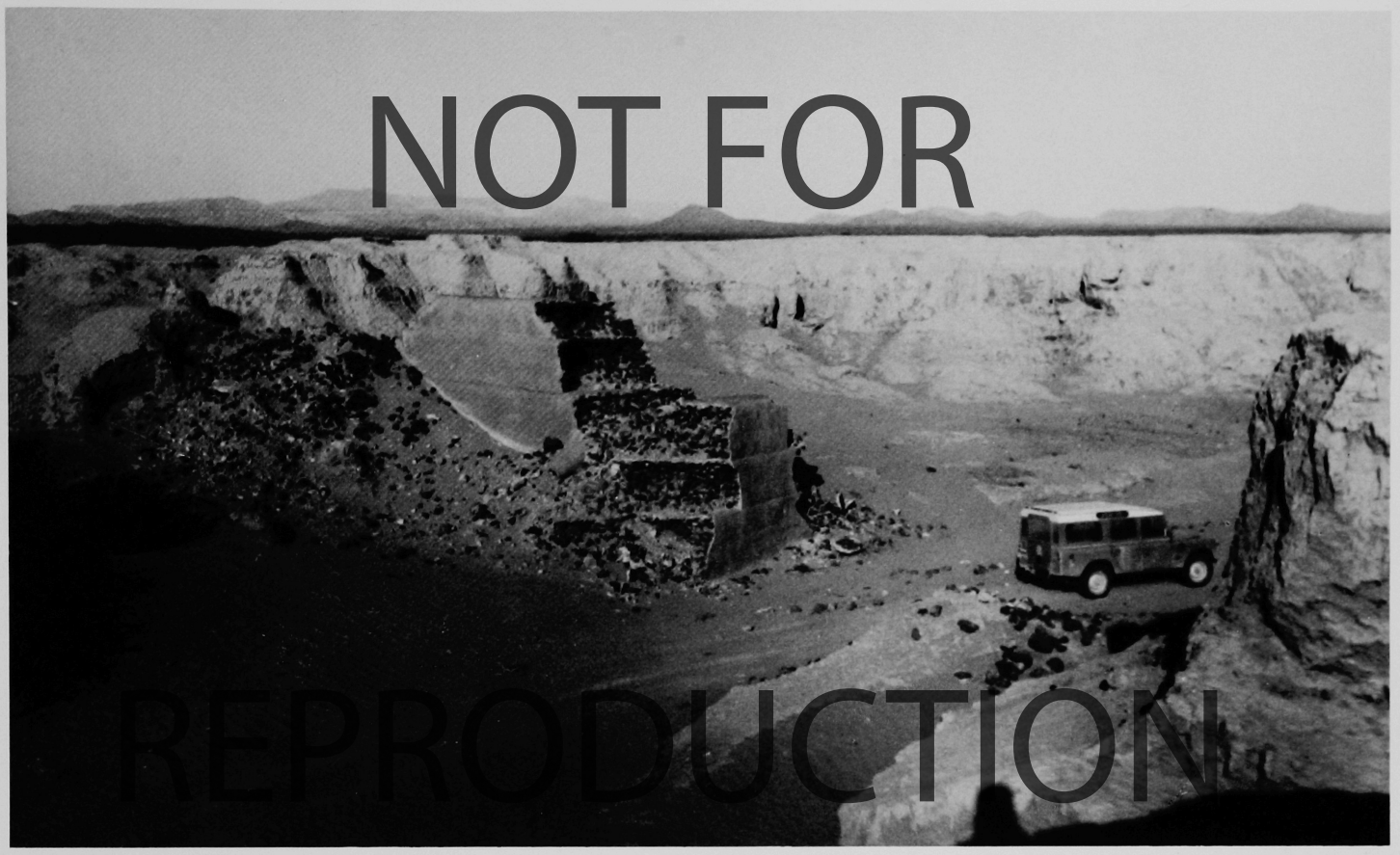
a. Bergseitiger Wall des südlichen Primärkanales in der Nähe von Bau B im Querprofil. Die Kanalsohle verläuft im rechten Bildteil gegen den Betrachter. Am linken Rand sind Kanalsedimente sichtbar, die über den anerodierten Kanalwall hinwegziehen und sich in der nach links anschließenden Talmulde bis zum Berghang horizontal ausdehnen.

b. Große Kanalstruktur beim wahrscheinlichen Hauptverteiler der Südoase mit Blick nach WSW zum Ǧabal Balaq al-Qiblī. Vom Hauptverteiler sind nur noch die im Zerfall begriffenen, befestigten Auslasse zu sehen.



c. Drei Wasserverteiler im Westteil der Nordoase. Ihre Basen stehen über der heutigen Oberfläche. Beim Verteiler in Bildmitte erkennt man sehr deutlich die nachträglichen Erhöhungen der Durchlaßöffnungen.

NOT FOR REPRODUCTION


NOT FOR
REPRODUCTION

Mächtiger Überlaufbau in einer zum Wādī as-Sā'ila entwässernden Runse. Er diente dem Erosionsschutz der Oase. Durch den Zerfall der Anlage tritt der lagenweise Aufbau markant hervor. Diese Bauweise wird als ḥabl-Technik bezeichnet.