

Achtung!

Dies ist eine Internet-Sonderausgabe des Aufsatzes
„Paläographische Untersuchungen mit dem Computer“
von Jost Gippert (1996).

Sie sollte nicht zitiert werden. Zitate sind der Originalausgabe in
Studia Iranica, Mesopotamica et Anatolica 2, 1996 [1997], 77-100
zu entnehmen.

Attention!

This is a special internet edition of the article
“Paläographische Untersuchungen mit dem Computer”
[“Palaeographic investigations with the computer”]
by Jost Gippert (1996).

It should not be quoted as such. For quotations, please refer to the original
edition in
Studia Iranica, Mesopotamica et Anatolica 2, 1996 [1997], 77-100.

Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved:

Jost Gippert, Frankfurt 1998-2011

Paläographische Untersuchungen mit dem Computer

Jost Gippert (Frankfurt)

0.1. Seitdem schnelle Prozessoren und große Speicherkapazitäten zur Grundausstattung und optische Eingabegeräte (Scanner) ebenso wie hochauflösende Laserdrucker zum alltäglichen Zubehör gehören, ist es möglich geworden, den PC auch für graphische Anwendungen zu gebrauchen, die eine größere Rechnerleistung beanspruchen. Ziele und mögliche Verfahren einer solchen Anwendung aus dem Bereich der Paläographie als einer Hilfsdisziplin der historisch-vergleichenden Sprachwissenschaft sollen im folgenden kurz vorgestellt werden.

0.2. Gegenstand paläographischer Untersuchungen ist die Analyse und Beschreibung der unterschiedlichen Formen, die die Elemente eines Schriftsystems im Laufe der historischen Entwicklung annehmen. Wie die "klassischen" Werke dieser Disziplin – z.B. A. KIRCHHOFFS "Studien zur Geschichte des griechischen Alphabets" (Gütersloh ⁴1887) oder V. GARDTHAUSENS "Griechische Palaeographie" (Leipzig ²1911-1913) – zeigen, kommt der Dokumentation des Materials entscheidende Bedeutung zu, wo immer historische Zusammenhänge, Änderungen und Umstrukturierungen nachgewiesen werden sollen. War es bisher üblich, derartige Dokumentationen durch von Hand gezeichnete, originalen Schreibungen mehr oder weniger nahekommende, meist jedoch idealisierende Zeichenformen zu belegen, so eröffnet sich mit dem Einsatz elektronischer Verfahren die Möglichkeit, das Material unmittelbar (im Falle von Handschriften) oder mittelbar (über ein photographisches Medium, im Falle von Inschriften) dokumentierend zu verarbeiten. Der dabei entstehende Vorteil besteht einerseits in einer größeren (wenn auch nicht unbedingt absoluten) Objektivität, andererseits darin, daß das so gewonnene Material gleichzeitig auch für andere Forschungsbereiche bereitgestellt werden kann. Sowohl im Falle älterer Manuskripte wie auch bei Inschriften auf witterungsanfälligerem Material ist die beim Scannen vorgenommene Digitalisierung nicht zuletzt die einzige Möglichkeit, den heutigen Erhaltungszustand gewissermaßen auf ewig zu sichern.

0.3. Exemplifiziert seien Verfahren und Ziele einer computergestützten Paläographie hier an einem eher "abgelegenen" Beispiel, das jedoch sämtliche einschlägigen Bedingungen und Probleme aufzuweisen hat. Es handelt sich um einen Querschnitt durch die ältere Überlieferung des Dhivehi, der indoarischen Sprache der Malediveninseln; einer Sprache, von der bisher kaum bekannt war, daß sie über eine fast tausendjährige schriftliche Tradition verfügt, die sich sowohl in handschriftlichen wie inschriftlichen Dokumenten manifestiert:

a) Das datierbare Material¹ beginnt mit einigen auf Kupferplatten geschriebenen Urkunden (sog. *Lōmāfānu*), deren älteste in das letzte Jahrzehnt des 12. Jhs. fallen; von den insgesamt acht bekannten Exemplaren sind hier die folgenden berücksichtigt:

L1: "Isdū Lōmāfānu": 20 Platten à 2 Seiten à 5 Zeilen, ca. AD 1194² (vgl. Abb. 1);

L2: "Haddumati-Lōmāfānu", 8 Platten à 2 Seiten à 7 Zeilen, ca. AD 1237 (vermutlich zwei verschiedene Schreiber oder nicht zeitgleich entstanden; unediert)³;

L3: "Boḍugalu-Lōmāfānu", 10 Platten à 2 Seiten à 5 Zeilen, ca. AD 1362⁴.

b) Etwa im 15. Jh. beginnt die Verwendung von Papier als Schreibgrundlage. Die älteren Manuskripte stellen sämtlich ebenfalls Urkunden (meist im Zusammenhang mit frommen Stiftungen, arab. *waqf*) dar (sog. *Fatkoḷu*). Wieviele derartige Handschriften erhalten sind, ist bis heute nicht bekannt (auch ein Katalog existiert noch nicht). Für die vorliegende Darstellung konnte auf die folgenden Exemplare zurückgegriffen werden:

¹ Die grundlegenden Arbeiten zur maledivischen Geschichte und Überlieferung stellen bis heute die Werke des englischen Archäologen H.C.P. BELL dar (The Maldive Islands: Monograph on the History, Archaeology, and Epigraphy, Colombo 1940; Excerpta Maldiviana 1-14, in: Journal of the Ceylon Branch of the Royal Asiatic Society, Vol. 29 /Nr. 75 bis Vol. 33 / Nr. 88, 1922-1935); eine Übersicht bietet jetzt S. FRITZ, Wilhelm Geigers Beitrag zur Erforschung des Dhivehi, in: MSS 54, 1993, 15-32. — Eine (Neu-)Edition der Texte soll ebenso wie eine umfassende paläographische Auswertung in absehbarer Zeit in Zusammenarbeit mit S. FRITZ publiziert werden. Das hier verwendete Material wurde 1993 während eines dreimonatigen Aufenthalts auf den Malediven gesammelt. Dank gebührt dem National Center for Linguistic and Historical Research (Male), das die Materialsammlung ermöglichte, ferner Hassan A. MANIKU (Male), der zahlreiche ausgezeichnete Abbildungen zur Verfügung stellte, und Hassan SAEED (Hitadū), der die Aufnahmen in den südlichen Atollen unterstützte. Auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für eine Unterstützung gedankt, auch wenn diese dem Verf. nicht zum Zwecke der hier vorgestellten Untersuchungen gewährt wurde.

² Eine erste Edition dieser Urkunde erfolgte durch Hassan A. MANIKU und G.D. WIJAYAWARDHANA: Isdhoo Loamaafaanu, Colombo (Royal Asiatic Society), 1986.

³ Cf. dazu BELL, Monograph, 182. Eine Rohübersetzung mit Transkript der ersten beiden Plattenseiten befindet sich in BELLS Nachlaß in den Government Archives, Colombo (Sri Lanka) unter der Signatur 906/86:81. Eine Gesamtabbildung findet sich im "Nelles-Jumbo-Guide Malediven", München 1994, 47 (fälschlich mit dem "Isdhoo loamaafaana" identifiziert).

⁴ Eine Erstedition findet sich in BELLS Monograph, 182 ff.; Abbildungen ib., Plate D ff.

- F1: "Koḷufuṣī-Fatkoḷu": zwischen AD 1573 und AD 1585⁵;
 F2: "Hasan-Pātinā-Fatkoḷu": 17.10.1036 AH (≈ 1.7.1627);
 F4: "Hañnamīdū-Fatkoḷu": ca. AD 1711 (vgl. Abb. 2);
 F5: "Kaḍūdū-Fatkoḷu": AH 1147 (ca. AD 1735);
 F8: "Kuramati-Fatkoḷu": zwischen AD 1721 und 1750;
 F9: "Havoḍḍā-Fatkoḷu": zweite Hälfte 18. Jh. (?) (die letztgenannten unediert).

c) In geringerer Menge sind auf Holz geschriebene Zeugnisse verfügbar. Hier wurden die beiden umfangreichsten Holzinschriften ausgewertet, die in die Mitte des 17. Jhs. zu datieren sind. Auf beiden wird die Stiftung einer Moschee beurkundet:

- H1: "Gan-Fatkoḷu" ("Filā-Fatkoḷu"): 23.1.1062 AH (≈ 5.1.1652)⁶;
 H2: "Bā-Miskit-Fatkoḷu": 11.9.1062 AH (≈ 16.8.1652) (vgl. Abb. 3)⁷.

d) Nicht datierbar sind bisher die ältesten verfügbaren Inschriften auf Stein. Ihre Träger sind Skulpturen (vermutlich Reste von Statuen, Pfeilern o.ä.), die auf dem Areal des alten Königspalastes auf der Hauptstadtinsel Male gefunden wurden und aufgrund ihrer Ausgestaltung (vielgesichtige Dämonen) in die Zeit vor der Islamisierung (Mitte 12. Jh.) zurückreichen dürften, wofür, soweit deutbar, auch die Beschriftungen sprechen (hier: S1; vgl. Abb. 4 und 5)⁸.

e) Normalerweise exakt datierbar sind demgegenüber die zahlreichen beschrifteten Grabsteine, die auf verschiedenen Inseln der Gruppe zu finden sind. Die ältesten erhaltenen Exemplare, die sich durch eine besonders ornamentale Schriftgestaltung auszeichnen, stammen aus dem 17. Jh. Als Beispiele wurden gewählt:

- G1: Husain Uttamapaḍiāru; Māle, Hukuru-Miskit, 14.8.1072 AH (4.4.1662) (vgl. Abb. 6)⁹;

⁵ Erstedition in BELLS Monograph, 188 f.; Abbildung ib. Plate L.

⁶ Erstedition in BELLS Monograph, 190 ff.; Abbildung ib. Plate J-K. Die Farbphotographie eines Ausschnitts findet sich in dem Bildband "Journey through Maldives" (M. AMIN, D. WILLETTS, P. MARSHALL), Nairobi 1992, 14.

⁷ Erstedition (Transkript in *Tāna*-Schrift) in: Mālēge miskittak [Die Moscheen von Māle], Māle: Dipārtment of informēšan enḍ brōḍkāṣṭing [Dept. of Information and Broadcasting] o.J., 38 f.

⁸ Vgl. auch die Abbildungen im Reiseführer "Richtig Reisen: Malediven" von N. SCHMIDT, Köln 1990, 85 (Ensemble der Einzelstücke), 87 (Frontansicht von S1) und 32 (Teil der Inschrift, auf dem Kopf stehend abgedruckt). Ein Ausschnitt ist abgebildet in "Journey through Maldives", 16.

⁹ Eine Abbildung des Steins findet sich in: Mālē Hukuru Miskit [Die Freitags-Moschee in Māle], Māle: Divehi bahāi tārixaś xidmat kurā qaumī marukazu [National Center for Lin-

G2: Sanfā Muḥammad; Addū, Mīdū, 8.8.1134 AH (24.5.1722) (unediert; vgl. Abb. 7)¹⁰.

Ein "natürlicher" Einschnitt ergibt sich bei paläographischen Untersuchungen zum Dhivehi daraus, daß gegen Ende des 18. Jhs. ein radikaler Traditionsbruch stattfand, insofern man von der zuvor benutzten rechtsläufigen, mit der singhalesischen Schrift eng verwandten Brāhmi-Kursive, der sog. *Dives-Akuru* (bzw. ihrer ältesten Variante, der sog. *Evēla-Akuru*)¹¹, auf eine linksläufige, unter starkem arabischem Einfluß stehende Silbenschrift, das sog. *Tāna*, wechselte¹². Obwohl dieser Übergang¹³ — v.a. im Hinblick auf die Beteiligung der arabischen Zahlzeichen — selbst sehr interessante paläographische Aspekte hat (vgl. Tafel I S. 81, wo die betreffenden Schriften kontrastiert sind), wollen wir uns hier auf *Dives-Akuru*-Zeugnisse beschränken.

0.4. Im folgenden soll also dargestellt werden, wie die paläographische Erschließung eines begrenzten Überlieferungscorpus elektronisch erfolgen kann, welche Probleme dabei zu gewärtigen und welche Ergebnisse zu erwarten sind. Zur Orientierung über die Zielsetzung mag die Tabelle auf S. 82 dienen, die eine provisorische Übersicht über die im genannten Material vertretenen primären Akṣaras der *m*-Gruppe (nur Folgen von *m* + Vokal, keine Ligaturen) bietet.

guistic and Historical Research] 1984, 381, ein *Tāna*-Transkript ib., 282.

¹⁰ Eine vorzügliche Abbildung findet sich im "Nelles-Jumbo-Guide Malediven", 186. — Grabsteine für Frauen sind oben abgerundet, solche für Männer laufen oben spitz zu.

¹¹ Außer *Dives akuru* (d.h. etwa "Inselbewohner-Schrift": *dives* < skt. *dvīpa-vāsi(ka)*-, *akuru* < skt. *akṣara*-) bzw. *Evēla akuru* (wtl. etwa "Schrift jener [*e*] Zeit [*vēla*]") und *Tāna* wurden (in älteren Dokumenten) eine *Devanāgarī*-Variante sowie (später) die arabische Schrift verwendet, v.a. zur Hervorhebung von Eigennamen u.ä. — Erste Überlegungen zur *Evēla-Akuru*-Paläographie enthält die Ausgabe des sog. *Dabidū-Lōmāfānu* (Loamaafaanu. Transliteration, Translation and notes on Palaeography, Vol. I, Male' 1982), ausführlicher dann die Edition des *Isdū-Lōmāfānu* (s.o.). — Eine Einführung in die heute fast völlig vergessene *Dives-akuru*-Schrift veröffentlichte Ahmad RAŠĪD in der vom National Center for Linguistic and Historical Research herausgegebenen Zeitschrift *Fattūra*, Ht. 118 (Jan. 1989) - 134 (Mai 1990).

¹² Vgl. Abb. 8 mit einer *Tāna*-Grabinschrift, ebenfalls von der Insel Mīdu / Addū-Atoll (in "Journey through Maldives", 26 irrig als "Dhives Akuru"-Inschrift titulierte).

¹³ Allgemein dazu bereits Verf., *Ogam – Eine frühe keltische Schrifterfindung*, Prag 1992 [1993] (*Lectiones eruditorum extraneorum in facultate philosophica Universitatis Carolinae Pragensis factae*, fasc. 1), S. 30 f.

Die singhalesische Schrift (in "maledivischer" Anordnung)																				
හ	ඔ	ක	ඌ	ඍ	ඎ	ඏ	ඐ	එ	ඒ	උ	ඌ	ඍ	ඎ	හ	ඔ	ක	ඌ	ඍ	ඎ	
h(a)	i(a)	n(a)	r(a)	b(a)	l(a)	w(a)	m(a)	p(a)	d(a)	t(a)	l(a)	g(a)	ny(a)	s(a)	d(a)	(za)	fi(a)	(ya)	dy(a)	ty(a)

Die altemaledivische Schrift (<i>Dives Akuru</i>)																				
හ	ඔ	ක	ඌ	ඍ	ඎ	ඏ	ඐ	එ	ඒ	උ	ඌ	ඍ	ඎ	හ	ඔ	ක	ඌ	ඍ	ඎ	
h(a)	i(a)	n(a)	r(a)	b(a)	l(a)	w(a)	m(a)	p(a)	d(a)	t(a)	l(a)	g(a)	ny(a)	s(a)	d(a)	(za)	fi(a)	(ya)	dy(a)	ty(a)

Das heutige maledivische Alphabet (<i>Tāna</i>)																							
ހ	ށ	ނ	ރ	ބ	ޅ	ކ	އ	ވ	މ	ފ	ދ	ތ	ލ	ގ	ޏ	ސ	ޑ	ޒ	ޓ	ޔ	ޕ	ޖ	ޗ
h	ś	n	r	b	i	k	w	m	f	d	t	l	g	ñ	s	d	z	t	y	p	j	c	

Die arabischen Zahlzeichen																							
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩															
1	2	3	4	5	6	7	8	9															

Das arabisch-persische Alphabet (in maledivischer Anordnung)																							
ه	ص	ن	ر	ب	ل	ك	ا	و	م	ف	د	ت	ل	گ	ن	س	ض	ز	ط	ی	پ	ج	ح
h	ṣ	n	r	b	l	k	ʾ	w	m	f	d	t	l	g	n	s	d	z	t	y	p	ǰ	ḥ

Tafel 1

Die maledivischen Schriften im Vergleich

Primäre <i>m</i> -Akṣaras: Verbindungen Konsonant-Vokal ¹⁴															
	<i>ma</i>	<i>mà</i>	<i>mā</i>	<i>mi</i>	<i>mí</i>	<i>mī</i>	<i>mu</i>	<i>mù</i>	<i>mú</i>	<i>mü</i>	<i>mû</i>	<i>mū</i>	<i>me</i>	<i>mé</i>	<i>mo</i>
S1	𑌒														
L1	𑌒	𑌒, 𑌒	𑌒	𑌒	𑌒		𑌒		𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
L2	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒		𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
L2 ₂	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒			𑌒		𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
L3	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒				𑌒		𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
F1	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒				𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
F2	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒				𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
F4	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒				𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
F5	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒		𑌒		𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
F8	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒							𑌒	𑌒	𑌒
F9	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒				𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
H1	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒				𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
H2	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒				𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒	𑌒
G1	𑌒				𑌒				𑌒						
G2	𑌒	𑌒	𑌒		𑌒	𑌒									
	<i>ma</i>	<i>mà</i>	<i>mā</i>	<i>mi</i>	<i>mí</i>	<i>mī</i>	<i>mu</i>	<i>mù</i>	<i>mú</i>	<i>mü</i>	<i>mû</i>	<i>mū</i>	<i>me</i>	<i>mé</i>	<i>mo</i>

¹⁴ Das Vokalsystem des älteren Dhivehi umfaßt die Kurzvokale *a, e, i, o, u* und die entsprechenden Längen, *ā, ē, ī, ō, ū*. Mit anderen Diakritika (z.B. *mí*) sind hier die unterschiedlichen graphischen Formen markiert, mit denen die Kurzvokale bezeichnet werden können.



Abb. 1: Isdū-Lōmāfānu, Platte 11

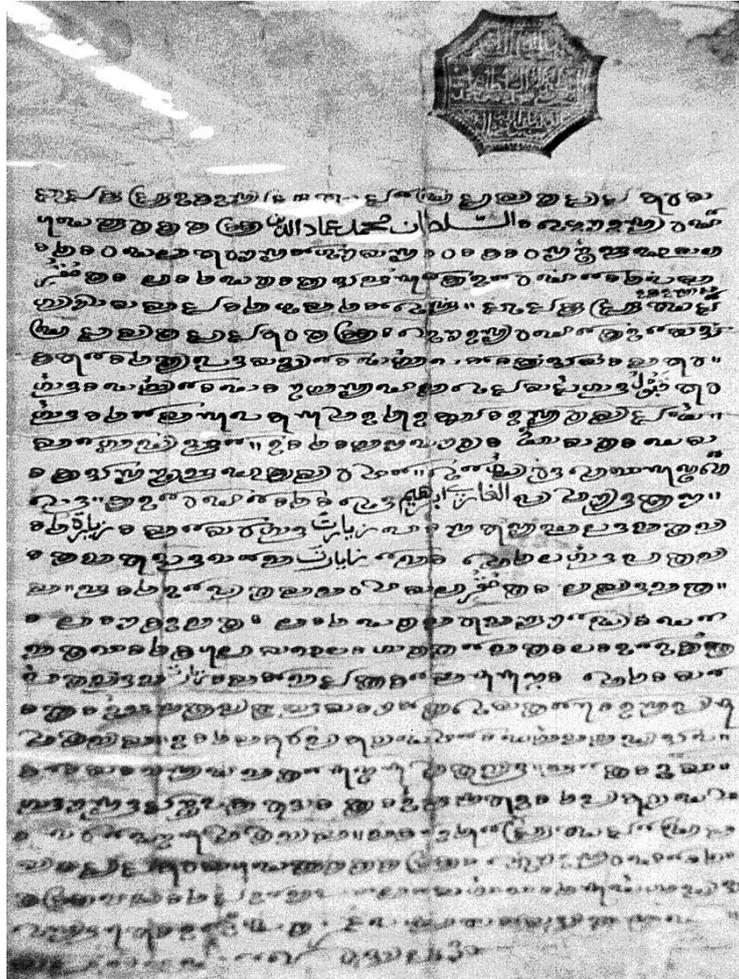


Abb. 2: Das Hañnamīdū-Fatkoḷu

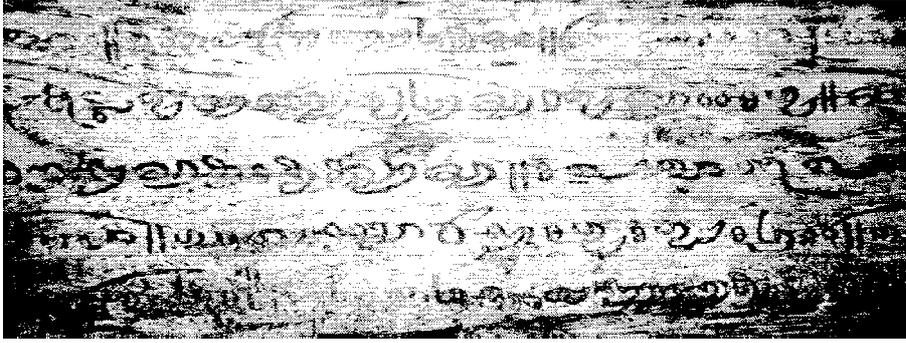


Abb. 3: Weihinschrift der Bā-Miskit, Māle (Ausschnitt)



Abb. 4: Beschriftete Steinskulptur

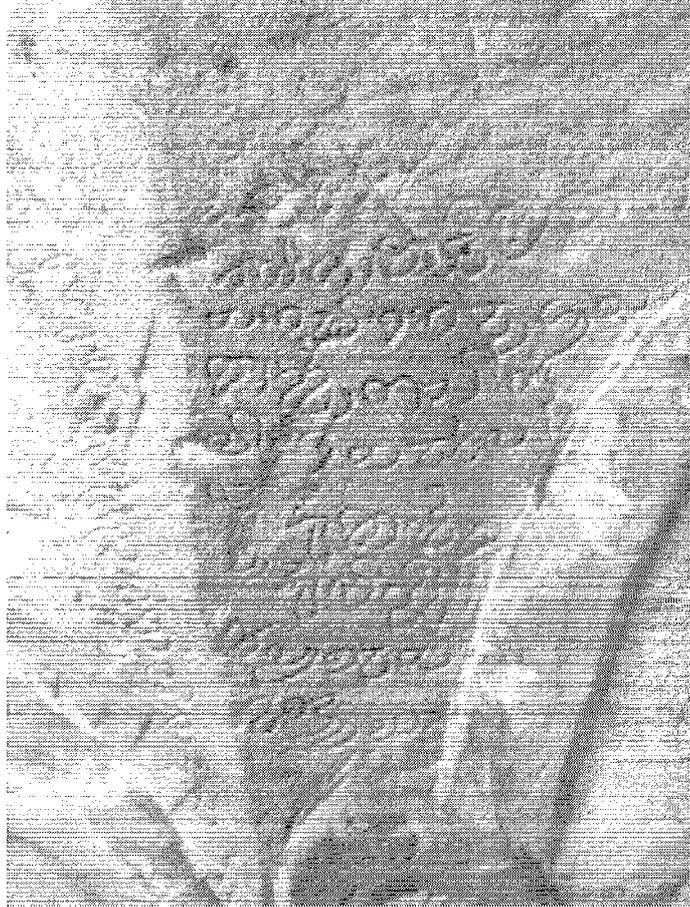


Abb. 5: Dasselbe, Ausschnitt

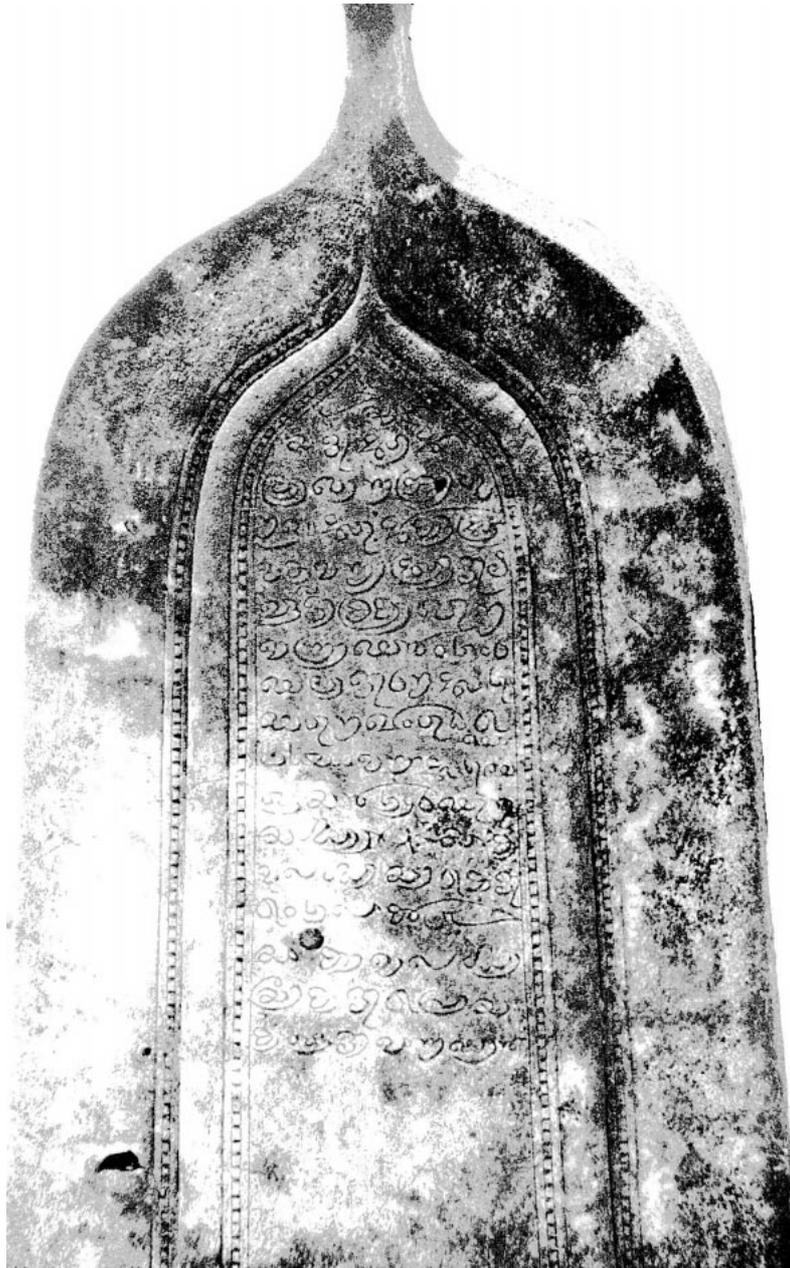


Abb. 6: Grabinschrift Mäle

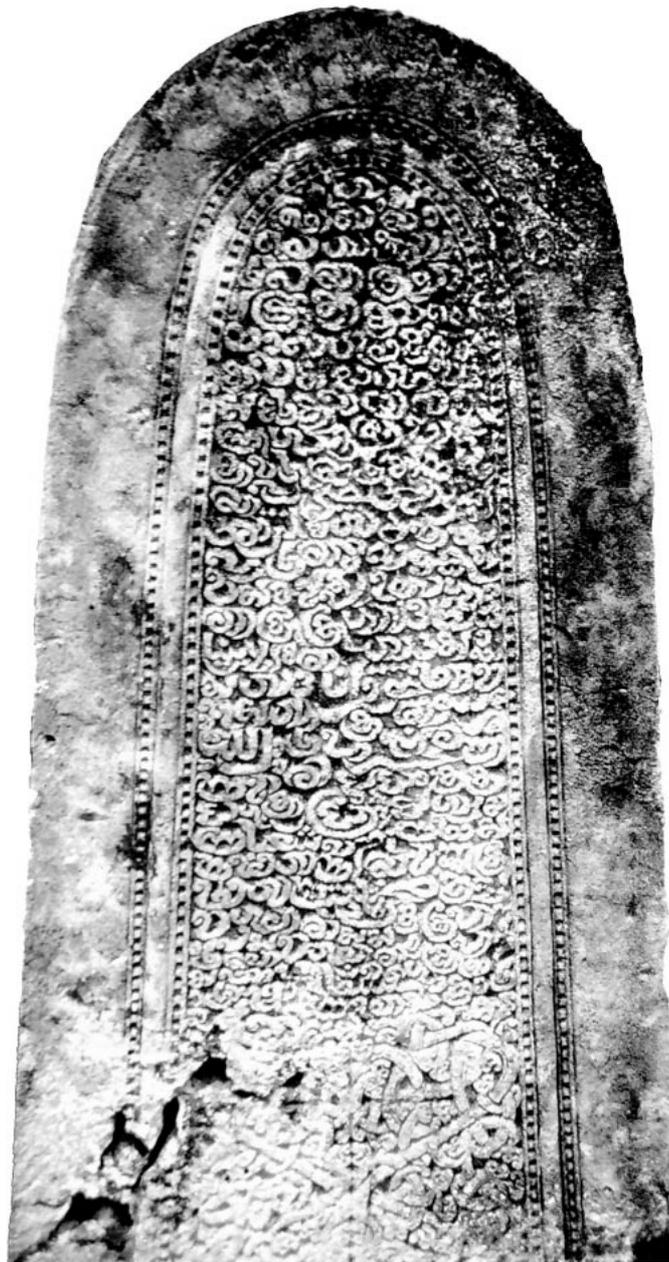


Abb. 7: Grabinschrift Midū



Abb. 8: Tāna-Grabinschrift

1. Bei den hier vorgestellten Untersuchungen wurden die folgenden Hard- und Softwareelemente eingesetzt:

1.1. Als Rechner diente ein MS-DOS-PC mit Intel-Prozessor 80486, einem Arbeitsspeicher von 16 MB und einer Taktfrequenz von 33 MHz. Dieser Prozessor repräsentiert die niedrigste Stufe der für einschlägige graphische Anwendungen erforderlichen Leistungsfähigkeit. Als primäres Speichermedium stand eine 1-GB-Festplatte zur Verfügung; zusätzlich kam ein magnetoptisches Laufwerk (Maxtor Tahiti) zum Einsatz, um die gewaltigen Datenmengen (Graphikfiles von jeweils bis zu 12 MB Umfang) zu sichern. Als sehr empfehlenswert hat sich die Verwendung eines hochauflösenden Farbmonitors mit großem Querschnitt (Eizo Flexscan T660i-T mit 50cm / 20" Bildschirmdiagonale) erwiesen (in Verbindung mit einer Actix Videokarte). Von entscheidender Bedeutung für die Untersuchungen war die Wahl der optischen Eingabegeräte; benutzt wurden die Flachbettscanner HP Scanjet IIp (300 dpi, s/w) und HP Scanjet IIcx (600 dpi, farbig), ferner der Diascanner Polaroid SprintScan 35 (2700 dpi, farbig). Für die Druckausgabe stand ein HP LaserJet 4/4M (600 dpi, s/w) mit 6 MB Speicher zur Verfügung; diese Speicherkapazität stellt das Minimum dar, wenn es um den Druck ganzseitiger hochauflösender Graphiken geht. Zur Weiterbearbeitung der graphischen Daten wurde neben der Tastatur eine Mouse benötigt; wünschenswert, aber bisher nicht realisierbar war die Anschaffung eines digitalen Zeichentablets.

1.2. Den Kern der verwendeten Softwareausstattung bildete MS-Windows 3.1 als graphische Benutzeroberfläche. Auf dieser Grundlage kamen zunächst die sog. Scannertreiber zum Einsatz, die zum Lieferumfang der Hardware gehören: für den HP ScanJet das Programm HP-Deskscan (zuletzt eingesetzte Version: 2.1a, 1994), für den Polaroid SprintScan ein gleichnamiges Treiberprogramm (Version 2.01, 1993). Zur Weiterverarbeitung der gescannten Daten dienten verschiedene, zum Teil ebenfalls zum Lieferumfang der Scanner gehörende Graphikprogramme; im einzelnen: ZSoft Photofinish (Version 1.01, 1991); Aldus Photostyler (Version 2.0, 1993) mit Kodak Precision Color Management System; CorelDraw (Version 4.0, 1993). Zu Vergleichszwecken wurden außerdem herangezogen: Adobe Photoshop (Version 2.5, 1993); PaintShop Pro (Version 3.0, 1994). Die Aufbereitung der Daten in tabellarischer Form erfolgte mit dem Textverarbeitungsprogramm WordPerfect (Versionen 5.1 für DOS und für Windows). Die Durchführbarkeit der aufgezeigten Verfahren unter dem Betriebssystem MS-Windows 95 konnten nurmehr kurz getestet werden; dabei ergaben sich keine wesentlichen Änderungen.

2. Obwohl Zielsetzungen und Ablauf paläographischer Untersuchungen mit dem Computer in nicht unerheblichem Maße von der Art der zugrundeliegenden Materialien abhängen, gibt es doch einige allgemeine Grundsätze. Im wesentlichen wird es immer darum gehen, ein beschriftetes Original zu digitalisieren, die in ihm

enthaltenen Zeichen herauszuisolieren und in einen übergeordneten Text einzubauen, der — z.B. in Tabellenform — die zwischen den verschiedenen Zeichen bestehenden Relationen aufzeigt und kommentiert.

2.1. Je nachdem, wie das Original beschaffen ist, kommen bei der Digitalisierung verschiedene Verfahren in Betracht. Nur im seltensten Fall wird es möglich sein, das Original unmittelbar einzulesen, indem man es "auf den Scanner legt": Dieses Verfahren ist prinzipiell natürlich nur bei Papierhandschriften denkbar, wird aber auch hierbei oft aus konservatorischen Gründen entfallen. Da eine unmittelbare Digitalisierung mittels elektronischer (Video- oder Photo-)Kameras, die mit dem PC über eine Videoinputkarte verbunden werden können, bisher keine ausreichende Qualität liefert¹⁵, wird man also normalerweise nach wie vor den Umweg über ein photographisches Medium einschlagen müssen. Immer dann, wenn auch farbliche Informationen benötigt werden, dürften hierfür Diapositive am besten geeignet sein; für schwarz-weiße Informationen reichen Papierabzüge aus. Die Digitalisierung erfolgt dann, je nachdem, über den Diascanner oder den Flachbettscanner. Nach dem erfolgten Scannen des Untersuchungsobjekts müssen die zu erfassenden Schriftzeichen mithilfe eines Graphikprogramms aus ihrem Kontext isoliert und für die Weiterverarbeitung vorbereitet werden. Dabei geht es zunächst immer um eine möglichst scharfe Abgrenzung des Zeichens vom jeweiligen Hintergrund, die letztlich auf eine Schwarz-Weiß-Kontrastierung abzielt. Sofern eine derartige Kontrastierung nicht völlig automatisch, d.h. allein mit programmtechnischen Mitteln vorgenommen werden kann, sondern eine manuelle Unterstützung (etwa durch Nachzeichnen der Zeichenkanten) erfordert, bringt dieser Schritt eine gewisse Subjektivierung mit sich; diese zu minimieren, stellt, je nach der Beschaffenheit des Originals, die **eigentliche Herausforderung der digitalen Paläographie** dar. Der letzte Arbeitsschritt besteht in der Übertragung des bearbeiteten Zeichens in einen Text; sie kann, in Abhängigkeit von dem verwendeten Textverarbeitungsprogramm, direkt (über die sog. "Zwischenablage") oder indirekt (über eine Abspeicherung als Einzeldatei) erfolgen. Der so umrissene Weg vom Originaldokument bis zur Integration des einzelnen Zeichens in einen Text oder eine Tabelle läßt sich schematisch etwa in einem Flußdiagramm, wie in Abb. 9 dargestellt, zusammenfassen.

2.2. Die Qualität des zu erzielenden Resultats, d.h. der Abbildung der Zeichen im ausdrückbaren Text, hängt im wesentlichen von zwei Faktoren ab: zum einen von der Qualität des zu digitalisierenden Originals bzw. seiner photographischen Wiedergabe, zum anderen von der Informationsdichte, die beim Einlesen mittels

¹⁵ Entsprechende Tests konnten 1993 am Lehrstuhl für Turkologie der Universität Bamberg vorgenommen werden.

Scanner erfaßt wird. Prinzipiell gilt, daß eine nicht bereits bei der Digitalisierung vorhandene Information später nicht mehr ohne manuelle Eingriffe nachgetragen werden kann; eine automatische "Verbesserung" von Photos durch den Scanvorgang ist ebensowenig möglich wie die "Anreicherung" eines mit zu geringer Informationsdichte gescannten Photos durch ein Graphikprogramm. Dies bedeutet, daß auf eine möglichst hohe Qualität der zu verwendenden Photos bzw. Diapositive ebenso geachtet werden muß wie darauf, daß die vom Scanner aufzunehmenden Informationen so reichhaltig wie möglich sind. Die allgemein verwendete Maßeinheit sind dabei sog. "dots per inch", d.h. "Punkte pro Zoll". Sie reflektieren den Umstand, daß der Scanner jedes Bild in eine Folge von Einzelpunkten zerlegt, die mit einem Grau- bzw. Farbwert versehen sind; je größer die Dichte dieser Punkte ("Auflösung"), desto höher der Informationsgehalt. Die zu wählende Dichte hängt nun ihrerseits davon ab, daß auch das Ausgabemedium, also der Drucker, Bildinformationen in Punkten verarbeitet. Hier gilt die Faustregel, daß die beim Scannen vorzugebende Auflösung mindestens derjenigen gleichkommen muß, die beim Druckvorgang erzielt werden kann, und deshalb ist bei der Voreinstellung des Scanprogramms der anzusteuernde "Druckpfad" die entscheidende Vorgabe.

2.2.1. Dabei ist weiter ein prinzipieller Unterschied zwischen zwei Bildarten zu beachten, nämlich sog. "Strichzeichnungen" und sog. "Rasterbildern". Strichzeichnungen sind dadurch charakterisiert, daß die einzelnen Bildpunkte hierbei nur zwei Werte kennen, nämlich Schwarz (bzw. eine andere Grundfarbe) und Weiß; Schattierungen, Graustufen o.ä. können mit ihnen nicht dargestellt werden. Auch schwarz-weiße Rasterbilder bestehen prinzipiell aus Einzelpunkten, die entweder schwarz oder weiß sind; diese werden jedoch zu Gruppen zusammengefaßt, die insgesamt einen Grauwert repräsentieren. Entsprechendes gilt auch für Farbrasterbilder, deren Grundlage weiße oder mit einem Grundfarbton (rot, grün, blau) ausgestattete Punkte bilden. Daraus ergibt sich, daß der Drucker nur bei Strichzeichnungen seine "volle" Auflösung, d.h. die maximale Dichte von Einzelpunkten zu Papier bringen kann (z.B. 600 dpi beim HP LaserJet 4); bei Rasterbildern

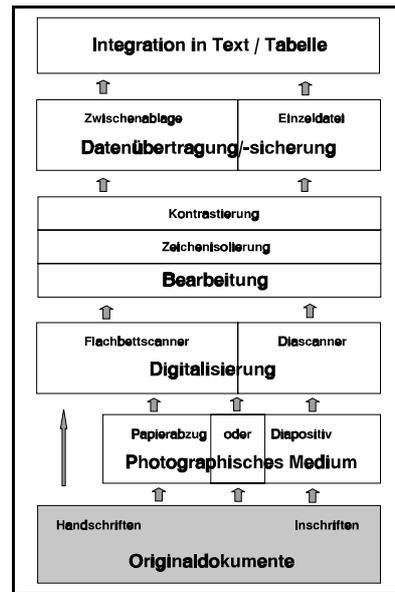


Abb. 9: Flußdiagramm

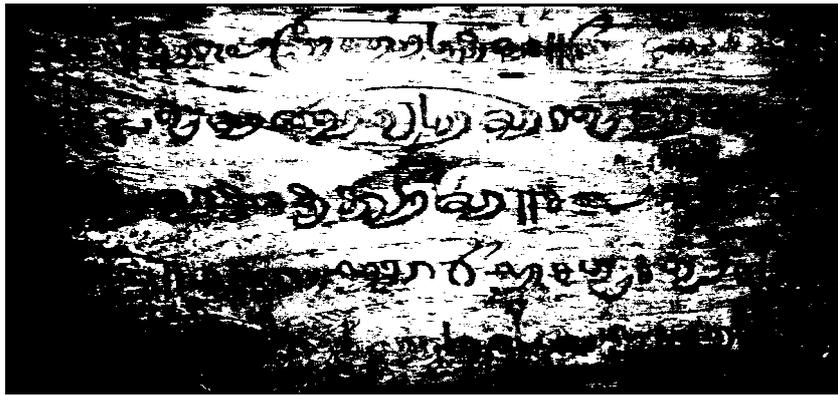


Abb. 10:

Abb. 3, als Strichzeichnung gescannt.

reduziert sich die Auflösung demgegenüber auf ein Drittel oder Viertel (150 dpi beim HP LaserJet 4), indem hier je drei bzw. vier Punkte zu einen Grauwert zusammengefaßt werden.

2.2.2. Der Unterschied zwischen Strichzeichnung und Rasterbild ist nun von entscheidender Bedeutung für die Scannereinstellung: Während Strichzeichnungen mit der "maximalen" Dichte gescannt werden können, ist die Auflösung bei Rasterbildern sehr viel geringer. Da es bei einer paläographischen Untersuchung im Normalfall um eine kontrastierende Abgrenzung eines Zeichens von seiner Umgebung geht, schiene es zweckmäßig, gleich beim Scannen die größtmögliche Punktdichte, diejenige der Strichzeichnung, vorzugeben. Nicht jedes Bild ist jedoch dazu geeignet, als Strichzeichnung erfaßt zu werden; denn dies würde voraussetzen, daß eine gleichmäßig klare Scheidung, etwa zwischen einem weißen Hintergrund und einer schwarzen Beschriftung, von vornherein gegeben wäre. Im Falle von Handschriften mag dieser Idealzustand noch häufig anzutreffen sein, bei Inschriften auf Holz oder Stein ist er jedoch nicht zu erwarten. Abb. 10, die den in Abb. 3 wiedergegebenen Ausschnitt aus der Holzinschrift der Bā-Miskit als Strichzeichnung enthält, zeigt, wie der Scheidung zwischen Schwarz und Weiß sämtliche in einem mittleren Graubereich liegenden Töne zum Opfer fallen. Auch bei Photos von Handschriften ist das Scannen als Strichzeichnung nicht immer zweckmäßig, wie Abb. 11 (im Verhältnis zum Rasterbild in Abb. 2) zeigt: Nur dann, wenn Schrift und Hintergrund über das gesamte Bild einen gleichmäßigen Farb- oder Grauton zeigen, läßt sich der sog. "Schwellwert", der die Grenze zwischen Schwarz und Weiß bildet, beim Scannen so einstellen, daß bei der Reduktion auf die Strichzeichnung keine Informationen verloren gehen.

2.2.3. Die angeführten Beispiele zeigen zugleich, daß es beim Scannen sinnvoll sein kann, dort, wo es nicht um die Wiedergabe eines ganzen Dokuments in **einem** Bild geht, solche Ausschnitte zu wählen, die jeweils eine einheitliche Grau- bzw. Farbtonpalette zeigen. Für paläographische Untersuchungen mag es in diesem Sinne bisweilen sogar angeraten sein, jedes einzelne Zeichen in seiner engsten Umgebung für sich einzulesen, da die Kontrastierung einzelner Bereiche, etwa bei Steininschriften unter Sonneneinfall, sehr unterschiedlich ausfallen kann. Da der Scanvorgang aber recht zeitaufwendig ist, wird man die Ausschnitte meist so groß wie möglich wählen.

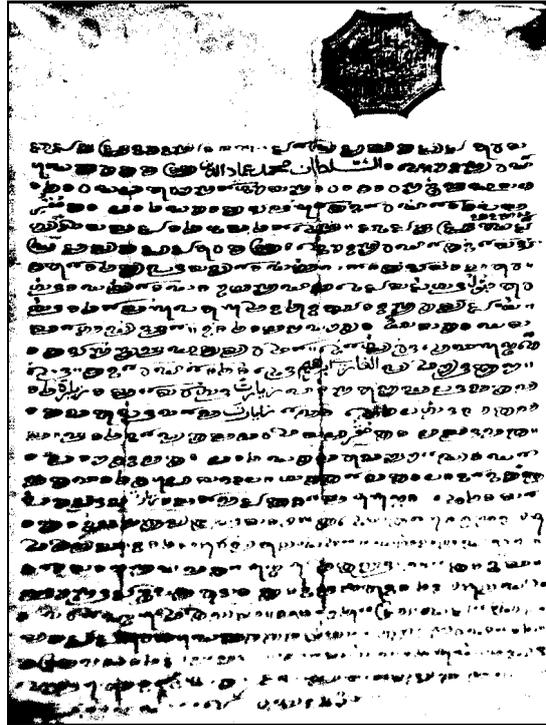


Abb. 11:

Abb. 2 als Strichzeichnung

2.2.4. Auch wenn man sich beim Scannen statt für die Strichzeichnung zunächst für das Graustufenbild entscheidet, sollte durch eine Optimierung der Voreinstellungen beim Einlesevorgang eine größtmögliche Informationsdichte angestrebt werden. Dabei geht es etwa um die Hervorhebung von im Original schwachen Kontrasten, für die die Scanprogramme verschiedene sog. "Tools" bereithalten (neben einfachen Helligkeits- und Kontrastreglern z.B. die "Verstärkung" oder die Auswahl "heller" und "dunkler Bildstellen" bei HP DeskScan). Die von den Programmen angebotene "automatische Einstellung", die sich auf einen errechneten Mittelwert bezieht, wird nicht immer den bestmöglichen Kontrast bieten; vgl. Abb. 12, bei der im Unterschied zu Abb. 3 der vom Programm eingestellte Mittelwert benutzt wurde.

2.2.5. Auf jeden Fall genutzt werden sollte die von den neueren Scanprogrammen angebotene Funktion des automatischen "Schärfens". Hierbei wird die Kontrastgrenze zwischen einzelnen Elementen des Bildes, z.B. gerade zwischen den Buchstaben und ihrem Hintergrund, verstärkt, womit sich eine deutlichere Abgrenzung

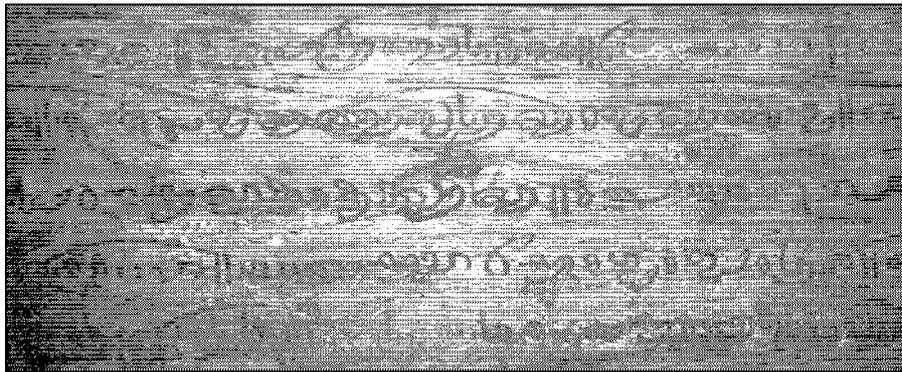


Abb. 12:

Abb. 3 als Graustufenbild mit automatisch errechnetem Mittelwert

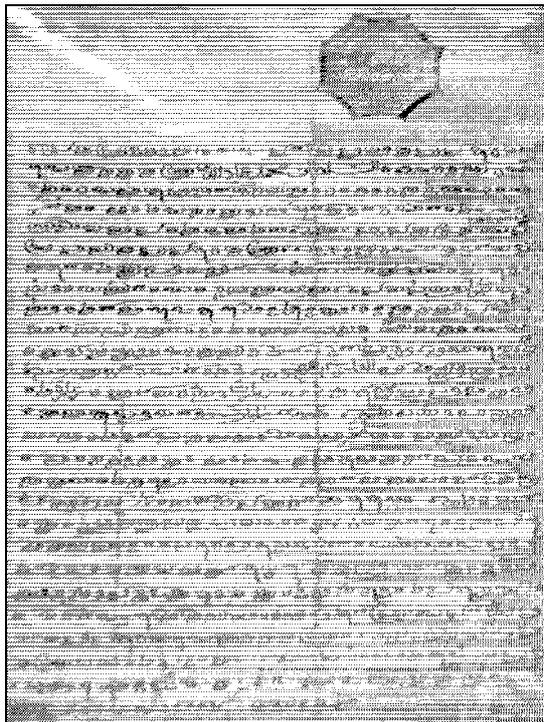


Abb. 13:

Abb. 2 ohne "Verschärfung"

ergibt. Abb. 13 zeigt im Vergleich mit Abb. 2, wie der Kontrast bei fehlender "Verschärfung" abnimmt.

2.2.6. Wenn eine größere Auflösung gewählt wird, als der Drucker verarbeiten kann (z.B. für ein als Graustufenbild zu verarbeitendes Photo eine Auflösung von 300 dpi), so bedeutet dies, daß der Ausdruck ohne Verlust in doppelter Größe gegenüber der Photovorlage erfolgen kann; dies ist z.B. bei Ausschnitten zweckmäßig (s.u.). Abzuraten ist hingegen von der bei vielen Scannern angebotenen Möglichkeit, eine höhere Auflösung zu wählen, als sie selbst technisch leisten können (d.h. "Skalierung" auf mehr als 100% der Hardwareauflösung). Eine derartige Streckung kann nur durch eine Interkalierung

erreicht werden, bei der zusätzliche Punktreihen durch Verdoppelung eingeschoben werden; dabei wird jedoch keine zusätzliche im Original enthaltene Information übernommen. Sinnvoller ist es demgegenüber, im Bedarfsfall von einer gegebenen Photographie einen vergrößerten Abzug herstellen zu lassen und als Scanvorlage zu verwenden; denn die Photoauflösung bleibt im Verhältnis zu derjenigen des Scanners auf jeden Fall "feiner".

3. Wieviel manuelle Weiterbearbeitung mit einem Graphikprogramm die eingescannten Daten benötigen, hängt im wesentlichen davon ab, inwieweit diese Daten dem angestrebten Ziel bereits nahekommen, d.h. ob die Zeichen in deutlichem Kontrast zur Umgebung stehen oder nicht. Hier kommen die unterschiedlichen Bedingungen zum Tragen, die sich an die jeweiligen Schriftgrundlagen knüpfen.

3.1. Den geringsten Aufwand bereiten Papierhandschriften, die mit gleichmäßiger dunkler Farbe beschriftet sind. Im Idealfall können sie unmittelbar als Strichzeichnung verarbeitet werden, nämlich dann, wenn die Zeichen sich deutlich genug von einem hellen Hintergrund abheben. Dieser Idealfall kann oft unter Rückgriff auf eine Photokopie als Vorlage erzielt werden.

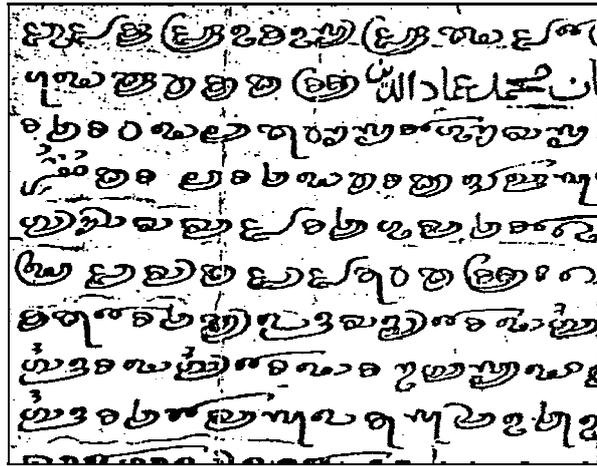


Abb. 14:

Handschrift-Kopie (Ausschnitt)

Abb. 14 zeigt z.B. die

linke obere Ecke der in Abb. 2 erfaßten Handschrift in dieser Form. Hieraus können nun die betr. Zeichen einschließlich ihrer unmittelbaren Umgebung mit einem der dafür vorgesehenen "Tools" des Graphikprogramms, z.B. dem "Auswahlrechteck" oder dem "Lasso", ausgeschnitten und in ein eigenes Bearbeitungsfeld übertragen werden, das nur das Zeichen enthält (z.B. *tu*, Z. 9); dieses kann als Einzeldatei abgelegt werden (z.B. F4TUZ9#1.PCX) oder zur Weitergabe an das Textverarbeitungsprogramm in die "Zwischenablage" kopiert werden. Zu beachten ist, daß eine Überarbeitung, etwa ein Nachzeichnen des Umrisses, bei diesem Verfahren mit den meisten der genannten Graphikprogramme nicht möglich ist; die Anwendung von Malwerkzeugen wie der verschiedenen "Pinsel" ist hier meist auf Graustufen- oder Farbbilder beschränkt (Ausnahme: ZSoft-Photofinish).

3.2. Auch wenn die Handschrift bzw. ihre (photographische) Kopie wegen un- einheitlichen Kontrastes nicht als Strichzeichnung eingescannt werden kann, sollte es doch in jedem Fall möglich sein, die einzelnen Zeichen wie dargestellt mit ihrer Umgebung in ein Einzelbild überzuführen. Abb. 15 zeigt z.B. die linke obere Ecke der oben dargestellten Handschrift als Graustufenbild mit 300 dpi und Verschär- fung gescannt,  das daraus ausgeschnittene Zeichen *tu*, Z. 9. Wie im gegebe- nen Beispiel wird es hier vielfach nötig sein, die Zeichen mit sog. Filtern weiterzu- bearbeiten, bevor die Reduktion auf eine Schwarz-Weiß-Darstellung, d.h. die Umwandlung in eine Strichzeichnung, ohne Verluste durchgeführt werden kann. Dabei wird es im Normalfall darum gehen, den Kontrast stärker hervortreten zu lassen ( ist dasselbe Zeichen nach Anwendung der Filter "Helligkeit und Kontrast" und "Graukorrektur" im Aldus Photostyler). Sofern bei dieser Prozedur keine Lücken im Zeichenumriß entstehen, kann das so gefilterte Bild unmittelbar in eine Strichzeichnung umgewandelt werden: . Ein manuelles Nachbessern wird jedoch erforderlich, wenn – wie in mit der Feder geschriebenen Handschrif- ten häufig – Teile der Zeichen, meist die waagerechten, so dünn gezogen sind, daß sie sich bei stärkerer Kontrastierung nicht mehr gegen den Hintergrund abheben, wie z.B. bei dem Zeichen  *ma* (Z. 9) nach der Anwendung des Filters "Hellig- keit und Kontrast": . In diesem Fall würden bei einer unmittelbaren Umwand- lung in eine Strichzeichnung Brüche entstehen (vgl. ). Um diese Lücken zu schließen, ist eine Nachzeichnung mit einem "Pinsel"-Tool erforderlich, die bereits vor der Umwandlung erfolgen muß, sofern das verwendete Graphikpro- gramm (wie z.B. der Photostyler) eine entsprechende Bearbeitung von Strich- zeichnungen nicht erlaubt (s.o.). Dabei ist darauf zu achten, daß der "Pinsel" an die Dicke des zu ergänzenden Strichs angepaßt wird. Nützlich sind Funktionen wie die "Probefläche" des Photostylers, in der der nötige Pinselstrich zunächst ver-

suchsweise angewendet werden kann, bevor das eigentliche Zeichen ge- ändert wird. Das "nachgebesserte" Bild (vgl. ) kann dann weiter gefiltert und letztlich in eine Strichzeichnung umgewandelt werden (vgl. ). Es versteht sich, daß eine derartige Nachbesse- rung bereits einen geringe- ren Objektivitätsgrad mit sich bringt.

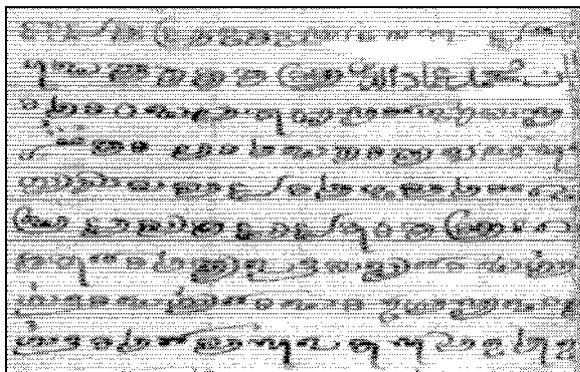
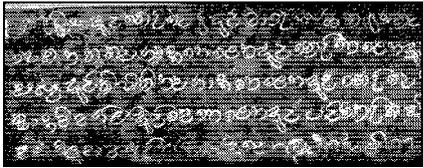


Abb. 15:

Handschrift (Ausschnitt)

3.3. Ganz ähnliche Vorgaben wie für Papierhandschriften gelten für Schrifträger wie die in Abb. 1 dargestellten Kupferplatten: Sofern der Kontrast zwischen dem Untergrund und den Zeichen von sich aus stark genug ist, kann eine unmittelbare Umwandlung in eine Strichzeichnung erfolgen; andernfalls ist eine Nachbesserung als Graustufenbild erforderlich. Daß die Farbverteilung zwischen Hintergrund und Zeichen bei dieser Dokumentensorte umgekehrt ist, stellt kein Problem dar; denn die Negativumwandlung auch von Graustufenbildern ist eine Standardfunktion aller Graphikprogramme. Abb. 16a und b zeigen das linke Drittel der in Abb. 1 vorgestellten Kupferplatte in originaler und invertierter Grauverteilung.  das daraus ausgeschnittene Zeichen *va* (Z. 2), , , dasselbe nach Umwandlung in eine Strichzeichnung. Eine Nachbearbeitung erfordert z.B. das Zeichen  *ma* (Z. 4), bevor es umgewandelt werden kann: .

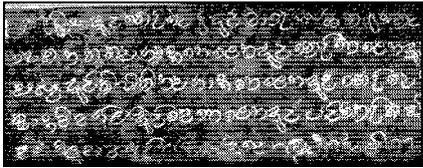
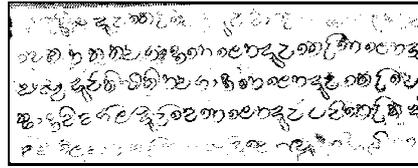


Abb. 16a und b:



Isdū-Lōmāfānu, Platte 11, Ausschnitt

3.4. Durchweg aufwendiger ist demgegenüber die Bearbeitung von Inschriften auf Holz: Sofern die Schrift hier nicht durch eine eindeutige Farbgebung hervorgehoben ist, wird auf jeden Fall eine Nachbesserung des Zeichens erforderlich sein, da sich z.B. die Maserung des Untergrunds kaum automatisch von der Zeichenstruktur abheben läßt. So ist z.B. das aus der Mitte der in Abb. 3 dargestellten Balkeninschrift (vgl. den Ausschnitt Abb. 18) extrahierte Zeichen  *ma* (Z. 2) auch nach zweimaliger Kontrasterhöhung ( und ) nicht von der schräg verlaufenden Maserungslinie zu scheiden, so daß die Umwandlung in eine Strichzeichnung so nicht sinnvoll ist (vgl. ). Erforderlich ist hier nicht nur ein Nachbessern der Zeichenlinie (), sondern auch eine Beseitigung der störenden Umgebungselemente, die mit Tools wie dem "Lasso" oder dem "Radiergummi" erfolgen kann: . Störend können ferner die bei der Umwandlung in eine Strichzeichnung hervortretenden "rauhem" Ränder des Zeichens wirken: ; in diesem Fall ist noch der Einsatz eines kantenglättenden Filters, z.B. des "Medianwerts", hilfreich (), bevor durch Umwandlung das gewünschte Ergebnis erzielt wird: .

3.5. Ähnliches gilt für Inschriften, die in einen steinernen Untergrund eingemeißelt sind (Basrelief). Auch hier hängt der Bearbeitungsaufwand in großem Maße davon ab, inwieweit die Zeichen in der Scanvorlage deutlich hervortreten oder nicht; darauf sollte bereits bei der Erstellung der Photographie (durch gezielte Ausleuchtung) geachtet werden. Wie Abb. 19 (Ausschnitt aus der in Abb. 4-5 dargestellten Skulpturinschrift) zeigt, kann sich aus der Reliefstruktur ein zusätzli-

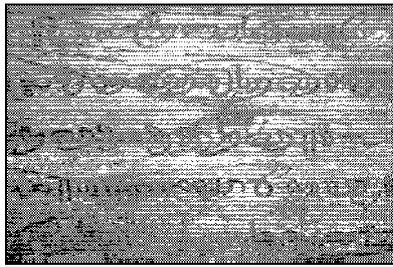


Abb.18: Ausschnitt aus Abb.3

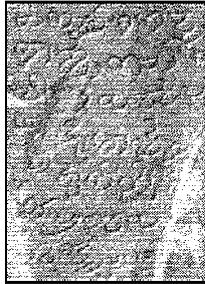


Abb. 19

ches Problem ergeben, insofern sich das Zeichen teils als hellere, teils als dunklere Linie vom Hintergrund abhebt; vgl. das Zeichen  *ma* (unterste Zeile des Ausschnitts), das auch nach Kontrastverstärkung nicht automatisch gegen die Umgebung abgrenzbar ist: . Auch der Einsatz eines Weichzeichners wie des "Medianwerts" wird noch nicht zu einem befriedigenden Resultat führen, wenn es darum geht, die Struktur des Hintergrunds zu

beseitigen:  > . Obwohl bisweilen der Einsatz eines speziellen "Relieffilters" möglich sein wird, der die durch den Lichteinfall vorgegebenen Konturen verstärkt () und einer weiteren Kontrastierung zugänglich macht (), wird man zumeist doch nicht umhin können, die Zeichenlinie insgesamt mit einem Pinseltool nachzuzeichnen (), bevor mithilfe verschiedener Bearbeitungsfiler ("Graukorrektur" , "Helligkeit / Kontrast" ) sowie von Weichzeichnern ("Lichter" , "Medianwert" ) und einer geringfügigen Nachbesserung von Hand () ein umwandelbares Resultat erzielt wird: .

3.6. Noch aufwendiger kann sich die Aufbereitung von Schriftzeichen gestalten, die wie in der in Abb. 6 wiedergegebenen Grabinschrift als Hautrelief und zudem stark ornamental geprägt auf der Oberfläche eines Steins angebracht sind. Auch hier hängt wieder viel von der Ausleuchtung ab, die dafür verantwortlich ist, ob sich die hervortretenden Zeichen deutlich genug vom Hintergrund abheben. Wie im gegebenen Beispiel wird es zunächst wieder erforderlich sein, eine Negativumwandlung durchzuführen, die zugleich gewissermaßen den Reliefeindruck umkehrt (Vgl. Abb. 20a und b). Aus diesem Negativ läßt sich problemlos z.B. das Zeichen  *ma* (Z. 2 des Ausschnitts) herausisolieren, das nach Kontrastverstärkung () und geringfügiger Nachbearbeitung mit "Pinsel" bzw. "Radiergummi" () bereits in eine Strichzeichnung ausreichender Qualität umwandelbar ist: . Schwieriger wird es jedoch bei Zeichen wie  *i* (Z. 3), bei denen das Relief den Federstrich nachahmt, wie sich an der stärker kontrastierten Variante  zeigt; und wieder ein anderes Problem bereiten Zeichenfolgen wie  *taku* (Z. 5), stärker kontrastiert , deren einzelne Elemente miteinander verbunden sind (es handelt sich im gegebenen Fall nicht etwa um eine Ligatur *tku*). Hier kommt auf jeden Fall die subjektive Auffassung des Bearbeiters zum Tragen, wenn es darum geht, die vom Steinmetz "beabsichtigten" einzelnen Zeichen-

formen herauszulösen, ihren Linienverlauf nachzuzeichnen und sie so für die Ausgabe vorzubereiten (Nachzeichnen  > Kantenglättung  > Umwandlung ; Isolierung  > Nachbearbeitung  > Kantenglättung  > Kontrastverstärkung  > Umwandlung ).

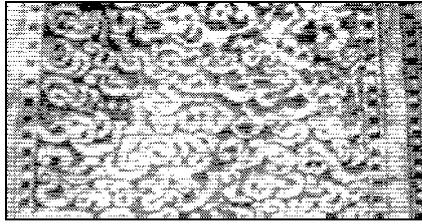
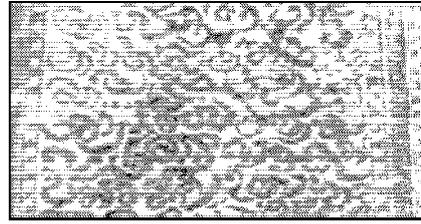


Abb. 20a und b:

Grabinschrift



(Ausschnitt, positiv / negativ)

3.7. Welche Filter wann, wo und wie eingesetzt werden können und zu welchen Ergebnissen sie führen, hängt zum einen unmittelbar von dem jeweils verwendeten Graphikprogramm ab (die hier vorgestellten Verfahrensschritte wurden sämtlich mit dem Aldus Photostyler durchgeführt; bei anderen Programmen kann der Wirkungsgrad, aber auch die Benennung der Filter eine andere sein). Zum anderen bedarf es beim Bearbeiter eines hohen Maßes an Geduld, bis der für den jeweiligen Zweck erforderliche Filter und seine Einstellungen gefunden sind. Das Grundprinzip heißt dabei, wie ja auch in vielen anderen Arbeitsbereichen des Computers, "trial and error": Um die nötigen Erfahrungen zu sammeln, müssen viele Fehlversuche in Kauf genommen werden. Auf eine Möglichkeit, die oft zeitraubende, immer wieder dieselben Vorgänge reproduzierende Arbeit zu erleichtern, sei hier ausdrücklich hingewiesen: Da bei der Aufbereitung einer größeren Menge von Zeichen aus einem gegebenen Originaldokument zumindest dann, wenn dieses eine rel. einheitliche Struktur aufzuweisen hat, immer wieder die gleichen Filtereinstellungen benötigt werden, sollte man versuchen, die einzelnen Programmschritte von der Isolation des Zeichens bis zur Abspeicherung der bearbeiteten Strichzeichnung in einem Tastaturmakro abzulegen, das mit dem Windows-Recorder erzeugbar ist¹⁶. Diese Möglichkeit entfällt natürlich, wo Zeichen manuell nachgebessert werden müssen.

¹⁶ In Windows 95 scheint eine vergleichbare Funktion zu fehlen. Ob der Recorder aus Windows 3.1 bzw. 3.11 hier problemlos weitergenutzt werden kann, konnte noch nicht sicher geklärt werden.

3.8. Für die Übertragung der Daten in ein Textverarbeitungsprogramm gibt es, wie bereits gesagt wurde, zwei denkbare Verfahren: Zum einen die Übernahme mittels der Zwischenablage (bzw. über eine sog. DLE-Verknüpfung), zum anderen die Weitergabe über eine Einzeldatei. Letzteres Verfahren hat zwei entscheidende Vorteile: Zum einen kann die Übernahme so rel. leicht ebenfalls via Makro gesteuert werden, so daß der Aufruf der betreffenden Datei, ihre Fixierung innerhalb des Textes und ihre Definition mit einem Tastendruck erfolgen können (zu berücksichtigen ist dabei, daß für Graphiken innerhalb einer Tabelle immer wieder die gleichen Voreinstellungen benötigt werden, z.B. im Hinblick auf die Positionierung des Zeichens im Feld, die Größenangabe etc.). Zum anderen sind Dateien im Gegensatz zum Inhalt der Zwischenablage dauerhaft, so daß sie für beliebige andere Verwendungen gespeichert bleiben können. So kann z.B. daran gedacht werden, aus den gesammelten und bearbeiteten Zeichen eines Dokuments oder einer Epoche einen TrueType- oder Postscript-Zeichensatz zu erstellen oder aber eine schriftgeschichtliche Datenbank anzulegen, deren Inhalt jederzeit ergänzbar wäre. Der Phantasie des Paläographen sind hier keine Grenzen gesetzt.