

Ein Beitrag zur Kenntnis des Zusammenhangs
vormetrischer Längenmaße der Alten und
der Neuen Welt

von

Rolf C. A. Rottländer

1. Einleitung
2. Methodische Bemerkungen zum Gang der Untersuchung.
 - 2.1. Über den inneren Zusammenhang antiker Maßsysteme.
 - 2.2. Über das Auftreten von Maßen an Keramik.
 - 2.3. Sonstige nach Maß hergestellte Objekte.
 - 2.4. Gewinnung von Maßen aus den Sichtlinien nach Hartung.
3. In Ostasien verbreitete Längenmaße.
 - 3.1. Identifizierung von Längenmaßen an ostasiatischen Bronzen und Keramiken.
 - 3.2. Chronologische Häufigkeitsverteilung der gefundenen Maßeinheiten
4. Ermittlung von in Mittelamerika verwendeten Längenmaßen.
 - 4.1. Ermittlung von Längenmaßen aus gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecken.
 - 4.2. Ermittlung von Maßeinheiten aus Bauwerken der Maya-Kultur.
 - 4.3. Ermittlung der Maßnorm der Olmeken.
5. Ein in Peru verwendetes Längenmaß.
6. Chronologische Gliederung der Maßeinheiten in Amerika.
7. Wertung des Zusammenhangs der Maße und kultureller Zusammenhänge.
8. Exkurs, Tabellen und Zeichnungen
9. Literaturzusammenstellung
10. Zusammenfassung

1. Einleitung

E. v. Hornbostel war der erste der bemerkte, daß eine peruanische Rohrflöte nach dem Maß des chinesischen Erdfußes gefertigt war (v. Hornbostel, 1928, S. 315). Gestützt auf Aufmessungen von A. Posnanski (1914), Stübel, Uhle und Hirth (Hirth 1978) konnte Rottländer (1982) eine in Tiahuanaco verwendete Maßeinheit ermitteln. Diese ließ sich nicht nur rechnerisch von der ägyptischen Großen Königselle ableiten, wie sie in einem Maßstab der XII. Dynastie erhalten ist und im japanischen Schaku bis in jüngste Zeit tradiert wurde, sondern entspricht auch unmittelbar in ihrer Länge dem persischen Vitasti.

Damit ist erneut die Frage nach einem doch wohl relativ engen Kontakt der Neuen Welt mit Asien in vorkolumbianischer Zeit aufgeworfen.

Um diese Frage beantworten zu können, müssen erst einige andere Fragen angeschnitten werden:

- 1) Wann waren welche Längenmaße in Asien, besonders in Ostasien im Gebrauch.
- 2) Wie sind diese Maße mit dem mesopotamisch - ägyptischen Raum verknüpft.
- 3) In welchem Umfange sind wieviele Maßeinheiten in Mittel- und Südamerika verwendet worden.
- 4) Läßt sich über die Verwendungszeit ein chronologischer Anhalt gewinnen und wie sieht dieser im Verhältnis zu Ostasien aus.
- 5) Welche Kontakte außer den Maßen lassen sich sonst noch feststellen.

Den hier aufgerissenen Fragestellungen soll in diesem Beitrag nachgegangen werden, wobei naturgemäß eine vollständige und endgültige Beantwortung nicht zu erwarten ist.

2. Methodische Bemerkungen zum Gang der Untersuchung

2.1. Über den inneren Zusammenhang antiker Maßsysteme.

Bis vor wenigen Jahren schien die Ansicht gerechtfertigt, daß die über dreißig aus der Antike bekannten Maßeinheiten rein willkürlich festgesetzt seien, wobei die Länge von Körperteilen wie Elle, Fuß und Finger der feststellbaren Variationsbreite Vorschub geleistet hätte. Da man angesichts dieser Überzeugung den verwendeten Maßeinheiten Toleranzen von 3 %, ja manchmal bis zu 5 % zubilligte, darf es nicht verwundern, wenn verschiedene Maßeinheiten für eine einzige angesehen wurden. In der Tat ist es ja auch schwierig, aus dem zum Teil ruinösen Bauwerken mit teilweise verwittertem Stein heute

noch genaue Maße zurückzugewinnen, von den Schwierigkeiten bei Lehmziegelbauten einmal ganz abgesehen.

Daher konnte nur das Abstützen auf im Original erhalten gebliebene Maßstäbe, drastische Reduzierung der tolerierten Fehlerbreite auf 0,2% (sic!) und Verwertung von in statistischer Breite gewonnenen Meßdaten einen Wandel und neue Erkenntnis bringen (Rottländer 1979). Nach Erfüllung dieser strengen Forderungen allerdings war es dann möglich, die Genese der vielen einzelnen Maßeinheiten zu durchschauen. Es zeigte sich, daß sich alle Maßeinheiten von einer im späten 4. Jahrtausend bereits festgelegten Maßnorm herleiten lassen, die uns in einem kupfernen Maßstab aus dem frühen 3. Jahrtausend erhalten ist, der in Nippur entdeckt wurde (Unger 1927).

Die anthropomorphen Bezeichnungen dürfen nicht über die Tatsache hinwegtäuschen, daß die Untereinheiten genauestens festgelegt waren.

Hier kann nicht mehr auf die Einzelheiten der Herleitung eingegangen werden. Dazu sei auf die Originalpublikation verwiesen. Aus ihr soll nur folgendes mitgeteilt werden:

Die genaueste Länge des Nippurmaßes ergibt sich für die Elle zu:

$$518,292 \pm 0,046 \text{ mm} .$$

Diese Elle war in 30 digiti unterteilt, wobei 4 digiti die palma, 4 palmae wiederum den Fuß ausmachten. Somit berechnet sich der digitus zu 17,28 mm, die palma zu 69,10 mm und der Fuß zu 276,4 mm.

Dies sind genau die Maße des chinesischen 'Wasserfußes' (E.v. Hornbostel 1928 passim).

Durch Beibehaltung der Länge der Elle zu 518,3 mm, aber Unterteilung in nur 28 statt 30 digiti wie bisher, entstand im fröhdynastischen Ägypten eine neue Fußlänge, da der Fuß nach wie vor 4 palmae gleich 16 digiti hatte. Der Fuß ist dadurch nun 296,2 mm, die palma 74,04 mm und der digitus 18,51 mm lang geworden. Dieses Maß verwendeten nicht nur Phöniker und Israeliten, sondern es ist der pes Romanus, der z.B. bis zur Einführung des Meters vor etwas mehr als 100 Jahren im Rheinland und kirchlich-klösterlichen Bereich seine Gültigkeit behalten hatte und genauestens tradiert war.

Fünf palmae trugen im Alten Ägypten die Bezeichnung 'remen'. Aus der damaligen Zeit ist uns eine Rechnung überkommen (Petrie 1934), wonach in einem Quadrat mit der Seitenlänge von einem remen die Diagonale gleich

der Königselle ist, die sich so zu 523,6 mm berechnet. (vergl. auch Rottländer 1979, S. 31, Abbildung.)

Dadurch, daß ein Quadrat mit der Seitenlänge von fünf palmae der soeben hergeleiteten Königselle konstruiert wird, erhält man eine Diagonale, die genau einer ägyptischen Großen Königselle entspricht. Sie ist daher 528,9 mm lang und ihr Fuß ergibt sich zu 302,2 mm. Dieser Fuß entspricht genau dem japanischen Schaku. Diese Fußlänge ist in einem Originalmaßstab der XII. ägyptischen Dynastie überliefert.

Eine weitere maßtechnische Entwicklung in Ägypten muß noch erwähnt werden: Die Umstellung von 30 auf 28 digiti in der Elle brachte die Vereinfachung mit sich, daß sich nun Fuß zu Elle wie vier zu sieben verhielt. Man blieb aber hierbei nicht stehen, sondern benutzte neben der normalen, 'großen' Elle zu 7 palmae eine 'kleine' Elle zu 6 palmae, ohne sonst am gesamten System etwas zu ändern. Das brachte den Vorteil mit sich, daß sich nun Fuß zu kleiner Elle wie vier zu sechs oder auch zwei zu drei verhielt. Diese kleine Elle gibt es zu der in 28 Teile unterteilten Nippurelle (444,25 mm) wie auch zur Königselle und Großen Königselle. Die kleine Elle zu 444,25 mm ist die im römischen Imperium geläufige Elle.

Weil sich das im weiteren Verlauf der Abhandlung noch als wichtig erweist, sei noch darauf hingewiesen, daß die Obereinheit zur Elle das Rohr war, das 6 Ellen lang war. Sechs Königsellen messen daher 3141,6 mm. Diese Länge wurde im Verlaufe der Zeit einmal als 10 Fuß aufgefaßt, wodurch ein Fuß 314,16 mm lang wurde. Diese Länge ist an einem Tempel in Ägina aufgefunden worden, weswegen dieser Fuß 'Äginetischer' Fuß, jedoch in Führungszeichen genannt sei; dies um zu verhindern, daß eine Verwechslung mit dem anderen Äginetischen Fuß auftritt, der in seiner Länge genau dem Drusianischen Fuß entspricht. Mit seinen 333,2 mm ist er natürlich gleich Dreiviertel der Elle des pes Romanus.

Schließlich sei hier noch v. Hornbostel (1928, S.308) erwähnt, der darlegt, daß sich der Erdfuß in China zum Wasserfuß wie fünf zu sechs verhalte. Da es sich hierbei um gleichzeitig musikalische Intervalle handelt, die z.B. an Rohrflöten auftreten, gelten diese Proportionen nicht ungefähr sondern genau.

2.2. Über das Auftreten von Maßen an Keramik.

Durch systematische Vermessung römischer Keramik konnte festgestellt werden, daß dieses scheibengedrehte Massenprodukt nach Maß hergestellt wurde (Rottländer 1966, 1967, 1969, 1971a, zuletzt zusammenfassend 1980). Eine Untersuchung an schwarzfiguriger und rotfiguriger griechischer Keramik zeigte, daß auch diese Scheibenware nach Maß angefertigt war (Holzhausen und Rottländer 1972). Da Keramik normalerweise in großen Stückzahlen zur Verfügung steht, lassen sich relativ leicht so viele Maße erhalten, daß sie für eine statistische Behandlung ausreichen sind. An Keramik des großgriechischen Bereichs liegen bisher nur Stichproben vor, die eine Fertigung nach Maß wahrscheinlich machen. Das gleiche gilt für ägyptische Keramik. Für Keramik der frühbronzezeitlichen Yortan-Kultur jedoch liegen gerade eben so viel Maße vor, daß mit einiger Sicherheit festgestellt werden kann, daß auch diese Scheibenware bereits nach Maß gefertigt wurde (Rottländer 1979, S. 84). Auch die spätmittelalterliche Siegburger Keramik ist genormt.

Als Arbeitshypothese wird für diese Untersuchung angenommen, daß alle höherwertige scheibengedrehte Keramik nach Maß angefertigt worden ist, so daß sich durch die Auswertung von Keramikmaßen aus der Literatur feststellen läßt, welche Maßeinheit oder welche Maßeinheiten - denn damit ist im Verlauf der Zeit zu rechnen - bei der Keramikproduktion zugrunde gelegt worden sind.

Als heuristisches Prinzip bei Mehrdeutigkeiten muß dabei immer gelten, daß die Ganzzahligkeit der *digiti* gegenüber seinen Halben und Vierteln unbedingt den Vorzug hat und daß Zahlen der Reihe 3,5 - 7 - 14 - 21 - 28 eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit besitzen, weil der Ton beim Brand um ein Achtel schwindet, wodurch die genannten Zahlen aus der Reihe 4 - 8 - 16 - 24 - 32, den glatten Unterteilungen des Fußmaßes, entstehen.

2.3. Sonstige nach Maß hergestellte Objekte.

Objekte aus Bronze sind schon sehr früh nach Maß hergestellt worden (Persönl. Mitteilung F.B. Naber), was sich für viele Gegenstände der Nordischen Bronzezeit nachweisen läßt. Dies ist sehr einleuchtend, weil am leichtesten über das beabsichtigte Maß die für den Guß benötigte Menge Bronze abzuschätzen ist; ein zuviel bedeutet Material- und Energiever-

schwundung und damit unnötige Kosten. Auch für bestimmte römische Bronzeobjekte konnte die Fertigung nach Maß nachgewiesen werden (Rottländer 1971b). Wie bei der Keramik ist auch bei den Bronzen die Ganzzahligkeit ein wichtiges heuristisches Prinzip.

Daß sich Bauwerke nicht ohne Verwendung von Maßstäben herstellen lassen, liegt auf der Hand. Selbst die frühesten Lehmziegel weisen für einen bestimmten kulturellen Kontext das gleiche Maß auf. Wahrscheinlich ist sogar aus der Notwendigkeit, bei größeren Bauten wie 'Palästen' enorme Mengen gleichgroßer Ziegel zur Verfügung haben zu müssen, der Zwang zur Vereinheitlichung der verschiedenen Naturmaße wie Finger, Handbreit, Fuß und Elle hervorgegangen.

Während aber bei Bronzen und Keramik eine Ganzzahligkeit für *digit* zu erwarten ist, steht diese bei der Architektur für Fuß- und Ellenmaße zu erwarten. Vor allem sind hier noch runde Maße zu erwarten, wobei nicht nur 50 und 100, sondern auch die Vielfachen der Reihe 2, 4, 8, 16 usw. sowie die Vielfachen von 6 als rund zu gelten haben.

Grundsätzlich muß bei allen Messungen, werden sie nun an Keramik oder Bronze oder Bauwerken vorgenommen, das Maß um eine Zehnerpotenz genauer genommen werden als das aufzufindende Maß. Das bedeutet für die Praxis, daß für die Identifizierung von Fuß- oder Ellenmaßen eine Genauigkeit von ± 5 cm nicht ausreichend ist, vielmehr muß auf den Zentimeter genau gemessen werden. Für Bronze und Keramik bedeutet das, daß mindestens auf den Millimeter genau gemessen werden muß, am besten freilich ist die Schieblehre. Bei der Auswertung von Daten aus der Literatur sind daher z.B. alle Maßangaben für Keramik zu verwerfen, die nur auf den Zentimeter genau sind. Nur mit diesen Anforderungen an die Genauigkeit sind Mehrdeutigkeiten und Trugschlüsse zu vermeiden. Weiterhin ist zu beachten, daß nicht an einem einzigen Objekt verschiedene Maße vorkommen können. Ist das doch der Fall, so ist das Objekt entweder zusammengesetzt und die Einzelteile sind von verschiedener Provenienz, oder es handelt sich um genetisch kohärente Maße wie remen und Königselle (Beispiel: Cheopspyramide) oder es liegt eine fehlerhafte Messung oder Interpretation vor.

2.4. Gewinnung von Maßen aus den Sichtlinien nach Hartung.

H. Hartung hat für die Tempel- und Stadtanlagen der Maya Sichtlinien herausgearbeitet, die er auch Bezugslinien nennt und die für die Anordnung der Bauten zueinander maßgeblich gewesen sein sollen (H.Hartung 1971). Falls dies zutrifft, müssen diese Linien irgendwie 'maßhaltig' sein, denn Architektur läßt sich nicht ohne die Verwendung von Maßen erstellen, erst recht nicht eine Architektur vom Range der Bauten der Maya. Bekannt sind ja zudem die großen Fähigkeiten der Maya in der Mathematik, die sich nicht zuletzt in ihrem Kalendersystem ausdrücken.

Hartung hat die Pläne von vier Stadtanlagen untersucht und in jeder einmal Bezugslinien der Art festgestellt, daß sie miteinander jeweils ein gleichschenkliges rechtwinkliges Dreieck bilden. Falls sich also nachweisen ließe, daß die Länge dieser Linien Vielfachen von bekannten Grundeinheiten entsprechen, wäre das eine wechselseitige Bestätigung sowohl der Bezugs- und Sichtlinien als auch der so vorgefundenen Maßeinheiten.

3. In Ostasien verbreitete Längenmaße.

3.1. Identifizierung von Längenmaßen an ostasiatischen Bronzen und Keramiken.

Da keine umfangreiche Keramiksammlung ostasiatischer Provenienz zur Verfügung stand, mußten Maßangaben aus der Literatur ausgewertet werden. Weil andererseits nur daran gedacht werden konnte, eine Stichprobe zu gewinnen, nicht aber die Normung der Keramik dieses Raumes nachzuweisen, reichte die Auswertung dreier Publikationen aus. Es handelt sich um folgende:

Th. Dixel	Die Formen chinesischer Keramik
J. E. Kidder	Alt-Japan
W. Speiser	Die Kunst Ostasiens

Insgesamt konnten 108 Maßangaben verwertet werden. Für 17 Maßeinheiten wurde überprüft, ob sich eine Ubereinstimmung ergibt. Für folgende sechs Maßeinheiten ergaben sich null bis drei evtl. mögliche Maße: Große Ptolemäische Elle, je in 30 und 28 digiti unterteilt; 'Kompromißelle'; Attisch-olympischer Fuß, Samisch-ionischer Fuß und Unze zum pes Romanus, d.h. der in 28 Teile unterteilten Elle von Nippur.

Insgesamt entfielen hierauf sechs Maße. Nun kann es vorkommen, daß im Abstand von ± 1 mm mehr als eine Maßstabsmarke liegt. Hierdurch ist eine Mehrdeutigkeit gegeben. Bei diesen sechs Maßen wurde hierauf überprüft, und es fanden sich tatsächlich in diesem Bereich noch andere Marken. Es ergibt sich darauf folgende

T A B E L L E

Großer Ptolemäischer Fuß	9 Stk.	8,33 %
Große Königselle/Schaku	11	10,19
Nippurelle / Wasserfuß	7	6,48
ägyptische Königselle	7	6,48
Maß des Gudea / Lagasch	14	12,96
'Äginetischer' Fuß	6	5,56
Milesischer Fuß / Tschu	8	7,41
Vitasti / Tiahuanacomaß	15	13,89
Nippurelle in 28 Teile	19	17,59
Erdfuß	5	4,62
'Neue' Elle in 30 Teile	6	5,56

in der die verbleibenden elf Maßeinheiten aufgeführt sind.

Die 108 Maße verteilen sich also auf insgesamt elf Maßeinheiten. Dies bedeutet einen unerwartet starken Zusammenhang der ostasiatischen Maße mit mesopotamischen Maßen und Maßen des circum-mediterranen Raumes. Als vermittelndes Gebiet kann nur Indien in Frage kommen, von dem allerdings aus der Induskultur ein eigenes Maß vorliegt, das bemerkenswerterweise eine konsequente Zehnerteilung aufweist, wenn es auch nicht unabhängig von der Nippurelle ist.

Eine maßtechnische Untersuchung verschiedener chinesischer Keramikgruppen und von Bronzespiegeln erscheint sehr wünschenswert.

3.2. Chronologische Häufigkeitsverteilung der gefundenen Maßeinheiten

Die chronologische Häufigkeitsverteilung ergibt sich aus der folgenden Tabelle. Es wurden sieben chronologische Stufen gewählt, die die Zeit vom Aufkommen der Keramik bis ins 13. nachchristliche Jahrhundert umfassen. Da der 'Äginetische' Fuß die Existenz der ägyptischen Königselle voraussetzt,

diese aber erst in der Zeit um 2600 v. Chr. nachweisbar wird, wurde das Auftreten des 'Äginetischen' Fußes besonders untersucht. Es liegt nicht vor dem zweiten Jahrtausend. Somit besteht keinerlei chronologische Schwierigkeit.

Die Elle des Gudea ist zwar schon in der zweiten Hälfte des letzten vorchristlichen Jahrtausends nachweisbar, hat aber nach der Tabelle erst um die Mitte des ersten nachchristlichen Jahrtausends ihre stärkste Verwendung.

Vorwegnehmend sei festgestellt, daß sie bisher in Amerika nicht nachzuweisen war. Die in Amerika nachzuweisenden Maße sind am stärksten vor oder in der Han-Dynastie vorhanden. Ob dies chronologisch relevant ist, bleibt indes abzuwarten.

Bemerkenswert ist das starke frühe Auftreten des Vitasti, das als das Maß der Architektur von Tiahuanaco nachgewiesen werden konnte (Rottländer 1982).

Die Tabelle enthält nur 71 Maße, weil ein Teil der Keramik ohne hinreichend genaue Datierungsangaben war.

Maß	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Große Künigseile / Seile																	
Nippurelle / Wasserf...																	
Ruf - ...																	
Körp...																	
Elle des Gudea																	
'Äginetischer' Fuß / Fuß																	
Milimeter Fuß / ...																	
Vitasti / ...																	
Urelle 1/2 'romen'																	
...																	
'Neu' ...																	
...																	

C H I N A

Verteilung der gefundenen
Maße auf die einzelnen
Dynastien

	frühes - mittl. CHOU	12. - 7. Jhd. v. Chr.	mittl. - spätes CHOU	7. - 3. Jhd. v. Chr.	HAN	3. Jhd. v. Chr. - 3. Jhd. n. Chr.	sechs Dynastien	3. - 6. Jhd. n. Chr.	SUI	6. - 7. Jhd. n. Chr.	T'ANG	7. - 10. Jhd. n. Chr.	SUNG	10. - 13. Jhd. n. Chr.	
Großer Ptolemäischer Fuß															6
Große Königselle / Schaku															5
Nippurelle / Wasserfuß															3
Ägypt. Königselle															3
Elle des Gudea															9
'Äginetischer' Fuß / Peru															4
Milesischer Fuß / Tschì															6
Vitasti / Tiahuanaco - Maß															14
Urelle E ₂₈ 'remen'															12
Erdfuß															4
'Neue' Elle E ₃₀															5
															71

Erdfuß :

Hypotenuse	340 Fuß	entsprechend	78,322 m	diff.	127 mm
Kathete	240 Fuß	"	55,286 m	"	6 mm

Die ganz glatten Fußmaße dürften wohl die Bedenken ausräumen, die durch die Auswertung des Plans angebracht sind.

Der Maya-Architekt stand vor der Schwierigkeit, solche glatten Fußmaße aufzufinden, daß der Fehler, der durch das notwendige Auftreten des Faktors Wurzel aus zwei entsteht, auf ein Minimum reduziert wurde. Das ist ihm glänzend gelungen. Parallelen dazu hat A. Thom reichlich für die neolithischen Steinkreise in England und der Bretagne erbracht (A. Thom 1978). Der verwendete Fuß ist also der Erdfuß, den v. Hornbostel schon bei der peruanischen Flöte aufgefunden hatte. Der Fehler, der in Kauf zu nehmen war, beträgt 135 mm entsprechend 0,17 % oder rund 9,5 digiti des Erdfußes.

YAXCHILAN :

Hypotenuse	161,240 m	Kathete	114,015 m
------------	-----------	---------	-----------

Die beste Übereinstimmung mit b e i d e n Maßen ergibt sich beim Erdfuß :

Hypotenuse	700 Fuß	entsprechend	161,252 m	diff.	12 mm
Kathete	495 Fuß	"	114,028 m	"	13 mm

Wieder finden sich ganz glatte Werte des Erdfußes. Hier ist der Fehler, den der Maya-Architekt machte, noch geringer, denn er beträgt, wieder auf die Hypotenuse bezogen, 8 mm. Das entspricht ungefähr einem halben digitus des Erdfußes.

PIEDRAS NEGRAS :

Hypotenuse	105,500 m	Kathete	74,600 m
------------	-----------	---------	----------

Die beste Übereinstimmung ergibt sich bei der Hypotenuse mit dem Schaku, der gleich dem Fuß der Großen Königselle ist:

Hypotenuse	350 Schaku	entsprechend	105,770 m	diff.	220 mm .
------------	------------	--------------	-----------	-------	----------

Die beste Übereinstimmung ergibt sich bei der Kathete mit dem Fuß der Königselle:

Kathete	250 Fuß	entsprechend	74,800 m	diff.	200 mm.
---------	---------	--------------	----------	-------	---------

Daß bei diesem Dreieck bei Hypotenuse und Kathete zwei verschiedene Maße auftreten, scheint nur so zu sein. In Wirklichkeit wird bei dieser Konstruktion nur die Bildung der Großen Königselle aus der Königselle wiederholt. (Vergl. Abschnitt 2.1. weiter oben.)

Der Maya-Architekt muß eine sehr genaue Kenntnis dieser Umformung gehabt haben, denn er macht die Kathete des Dreiecks ganz genau 1000 palmae der Königselle lang ! Das sind 5 x 200 palmae. Daher muß die Hypotenuse 7 x 200 palmae, aber palmae der Großen Königselle lang werden. Mit dieser Proportion ergibt sich haarscharf das Problem der Wurzel aus zwei, denn das Verhältnis 7 : 5 ist 1,40000, die Wurzel aus zwei aber ist 1,41421 . Genau dies ist der Unterschied zwischen Königselle und Großer Königselle. Natürlich ist die Hypotenuse somit auch 200 Große Königsellen lang, doch scheint das nicht der angestrebte Wert zu sein, da die Kathete 142,857 Königsellen entspricht, der Wert also nicht glatt aufgeht. Offensichtlich ist in Fuß und nicht in Ellen gedacht worden. Das Denken in Ellen ist den alten Ägyptern geläufig, die gar keine Bezeichnung für das Fuß-Maß hatten, soweit wir darüber informiert sind.

UXMAL :

Hypotenuse	314,306 m	Kathete	222,240 m
------------	-----------	---------	-----------

Die beste Übereinstimmung ergibt sich bei der Hypotenuse mit dem Fuß der Königselle:

Hypotenuse 1050 Fuß entsprechend 314,160 m diff. 146 mm

Rein rechnerisch entsprechen 1050 Fuß 600 Königsellen.

Die beste Übereinstimmung mit der Kathete ergibt sich beim pes Romanus:

Kathete 750 Fuß entsprechend 222,127 m diff. 112 mm.

Rein rechnerisch entsprechen 750 Fuß 500 Kleinen Ellen.

Wieder sind für Kathete und Hypotenuse nur scheinbar verschiedene Maßeinheiten verwendet worden, denn die Dreieckskonstruktion wiederholt lediglich die Bildung der Königselle aus dem remen, weil die Kathete 600 remen oder 3 000 palmae entspricht. Den 600 remen entsprechen natürlich die 600 Königsellen. Wenn schon die Kenntnis dieser mathematischen Zusammenhänge bei den Maya verblüfft, so noch mehr das Folgende: Die hier in Uxmal aufgefundenen 600 Königsellen entsprechen ganz genau 1 000 'Äginetischen' Fuß ! Es ist so, als ob in 100-facher Vergrößerung die Bildung des 'Äginetischen' Fußes aus 6 Königsellen, die ja die Obereinheit 'Rohr' darstellen, dokumentiert werden sollte; 3000 palmae werden 1 000 'Äginetische' Fuß. Es sei hier vorweggenommen, daß sich der 'Äginetische' Fuß in Peru nachweisen läßt.

Diese genauen Entsprechungen machen es unmöglich, daß keine genaue Kenntnis der Maße der Alten Welt vorlag. Mit der aufgefundenen Genauigkeit einerseits und den inhärenten Beziehungen andererseits ist jede Möglichkeit der

Koinzidenz völlig ausgeschlossen. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß alle vier für Yucatan nachgewiesenen Maßeinheiten für das späte CHOU nachgewiesen werden konnten, also für die Mitte des ersten vorchristlichen Jahrtausends.

Das Auftreten der glatteren Zahlen für die Kleine Elle und die Königselle könnten nun einen Zweifel daran aufkommen lassen, ob in Uxmal in Ellen oder Fuß gedacht wurde. Daß auch hier überwiegend der Fuß als die Grundeinheit angesehen wurde, zeigt im folgenden Abschnitt die Untersuchung weiterer Maße aus Uxmal, die in Metern unmittelbar vorgegeben sind.

Es sei noch angemerkt, daß aus dem Plan von Uxmal die Distanzen trotz des Maßstabs 1 : 2 000 am genauesten entnommen werden konnten, weil hier mit über 300 m die größte Distanz vorlag.

4.2. Ermittlung von Maßeinheiten aus Bauwerken der Maya-Kultur.

Obwohl die Bauwerke der Maya-Kultur von Architekten untersucht wurden und Architektur nicht ohne Maße denkbar ist, finden sich in der Literatur praktisch keine Längenangaben. Eine Ausnahme macht da H. Hartung (1971). Für das sogenannte Nonnenviereck in Uxmal gibt er eine ganze Reihe von Daten, die bis auf den Zentimeter genau gemessen sind und daher allen Ansprüchen genügen. Dazu kommen noch einige etwas weniger genaue Angaben, die aber zusammen mit den anderen ein für statistische Zwecke hinreichendes Zahlenmaterial darstellen. Vom Platz des Nonnenvierecks und den umliegenden vier Bauten ergeben sich insgesamt 27 Distanzen. Sie wurden mit den elf in Abschnitt 4.1. aufgelisteten Maßeinheiten verglichen. Dies geschah in der Weise, daß die von Hartung vorgegebenen Distanzen durch die jeweiligen Einheiten dividiert wurden. Daraufhin wurden die so erhaltenen 27 Kolumnen daraufhin überprüft, für welche Maßeinheit sich die meisten Werte in unmittelbarer Nachbarschaft von ganzen Zahlen ergaben. Dies war für den Erdfuß der Fall. Daraufhin wurden die Distanzen durch die aufgefundenen ganzen Zahlen dividiert, wodurch sich Werte in unmittelbarer Nachbarschaft von 230,36 mm, dem Erdfuß, ergeben. Diese Werte wurden sodann addiert und durch 27 dividiert, wodurch sich der Mittelwert ergibt: 230,51 mm. Er weicht vom Erwartungswert nur 0,15 mm oder 0,065 % ab. Damit ist eindeutig die Verwendung des Erdfußes bei der Errichtung des Nonnenvierecks bewiesen.

Beim Versuch, die vier Werte vom Ballspielplatz mit in die Mittelwertbildung einzubeziehen, ergaben sich Schwierigkeiten : Die Werte erwiesen sich als nicht zugehörig. Die Analyse ergab, daß hier der Wasserfuß von 276,43 mm

verwendet worden war. Der auf die angegebene Weise ermittelte Mittelwert beläuft sich auf 276,89 mm, weicht also um 0,458 mm entsprechend 0,166 % ab.

Anfangs bereitete der Aufriß des Ostgebäudes des Nonnenvierecks, den Hartung in seiner Abbildung 19 D darstellt, dadurch Schwierigkeiten, daß für die fortlaufende Messung von null bis 842 cm und die Zwischenmarken keine Entsprechungen beim zu erwartenden Erdfuß gefunden werden konnten. Dahingegen waren die abgeteilten Zwischenräume mit dem Erdfuß kompatibel. Die Schwierigkeit löste sich auf, als der Versuch gemacht wurde, den Aufriß von der Oberkante des Daches her zu vermessen. Dadurch stellte sich heraus, daß die allerunterste Steinplatte von ca. 126 mm Höhe nicht mitgemessen werden durfte, wie es Hartung getan hatte. Ohne diese Platte ist die Fassade genau 36 Erdfuß hoch. Obwohl Unterteilungen des digitus bis herab zum Viertel vorkommen, ergibt die Addition der Teilstücke genau diesen Wert, sowohl in Teilen des Erdfußes als auch in Zentimetern gemessen. Die Übereinstimmung ist so gut, wie sich das bei einer Aufmessung in Zentimetern überhaupt nur erwarten läßt.

Während nun bei dem gleichschenkligen rechtwinkligen Dreieck aus den Bezugslinien nicht entscheidbar war, ob der Architekt in Ellen oder Fuß gedacht hat, ist diese Frage von der Architektur des Nonnenvierecks und des Ballspielplatzes her eindeutig dahingehend zu beantworten, daß in Fuß gedacht wurde. Versuche, ganzzahlige Ellenmaße irgendeiner Einheit zu finden, schlagen fehl.

Wenig befriedigend mußten die Versuche ausschlagen, Maße vom Schildkrötenhaus zu bekommen, da dieses auf der 1 : 2 000 Karte nur wenig über 16 mm lang ist. Daraus errechnet sich eine Gesamtlänge von rund 35 m. Aus einer guten fotografischen Aufnahme (Stierun, H. 1979, S. 20) ließen sich für etwas weniger als diese Länge im Obergeschoß 48 Säulen auszählen. Legt man den ja ausnehmend kurzen und daher auch bei Schätzungen gut erkennbaren Erdfuß zugrunde, so sind die Säulen drei Erdfuß breit.

Rückwärts gerechnet ergibt sich :

$$3 \times 230,36 \times 48 = 33\,172 \text{ mm für die Gesamtlänge.}$$

Auf dem Plan müßte dies 16,2 mm ausmachen, was sich natürlich nie so genau drucken läßt. Immerhin sind 3 x 48 Fuß genau 144 Fuß, die als 12 x 12 durchaus als glattes Maß zu betrachten sind.

In Uxmal ergibt die Bauuntersuchung, soweit sie möglich war, die weitgehende Verwendung des Erdfußes, für den Ballspielplatz aber die Verwendung des Wasserfußes, der um ein Fünftel länger als der Erdfuß ist. Zweifellos ist hiermit ein chronologisches Kriterium gegeben, doch ist es ohne Befunde von außen schwer interpretierbar.

Damit finden sich in Uxmal insgesamt fünf verschiedene Einheiten:

Erdfuß	Fuß zur Königselle
Wasserfuß	'Äginetischer' Fuß
pes Romanus	

Auch aus Chichén Itzá liegen noch von Hartung (1971, S. 62 - 65) mitgeteilte Maße vor. Insgesamt sind es 13 Stück. Teilweise wurde bei kurzen Distanzen bis zum Viertel des digitus unterteilt, immer aber ergibt sich die beste Übereinstimmung mit dem Erdfuß.

Als Mittelwert wurden 230,56 mm gefunden; gegenüber dem Erwartungswert 230,36 sind das nur 0,20 mm Unterschied entsprechend 0,09 %.

Man nimmt an, daß Chichén Itzá unter den Tolteken eine Nachblüte erlebt hat. Ob sie aber den Erdfuß übernommen haben, muß dahingestellt bleiben, bis die Ergebnisse entsprechender Messungen vorliegen.

4.3. Maßnorm der Olmeken

Aus verstreuten Angaben bei Krickeberg (1979, S. 532 folgende) lassen sich insgesamt 16 Maßangaben entnehmen, die den Olmeken zugeschrieben werden können. Bei der Auswertung dieser Maßangaben ist zu berücksichtigen, daß sie nicht für eine metrologische Untersuchung gewonnen wurden, daß also mindestens ein Teil von ihnen auf- oder abgerundet worden ist. Das muß zu einer breiten Streuung bei der evtl. aufzufindenden Maßeinheit führen. Es wurde wieder auf die unter Abschnitt 4.1. aufgeführten elf Maßeinheiten hin überprüft. Die beste Übereinstimmung ergibt sich beim Wasserfuß, also dem Fußmaß, das unmittelbar aus dem ältesten Maß, nämlich der Nippurelle, zu entnehmen ist.

Nach dem weiter oben angegebenen Rechenverfahren folgt für die Maßeinheit \bar{m} :

$$\bar{m} = 276,53 \text{ mm}$$

$$s = 1,77 \text{ mm}$$

$$VK = 0,64 \%$$

(s ist die Standardabweichung ; VK ist der Variationskoeffizient in %)

Erwartungsgemäß fällt die Streuung mit 0,64 % relativ hoch aus. Da durch diese Rechnung aber nicht eine Maßnorm festgelegt werden soll, sondern nur die verwendete wieder aufgespürt, ist die Streuung tolerierbar.

Der Erwartungswert für den Wasserfuß ist 276,43 mm; die Abweichung beträgt 0,1 mm oder 0,04 %, ist also völlig unbedeutend.

5. Ein in Peru verwendetes Längenmaß

Im Katalog einer Ausstellung von Objekten aus Alt-Peru, die im Jahre 1959 in Köln stattfand, findet sich unter der Ausstellungsnummer 1065, Tafel 88, ein 'inkrustiertes Holzbrett'. Dem Begleittext ist zu entnehmen, daß das Holzstück 235 mm lang ist. Da die Inkrustation ein geometrisch sehr regelmäßiges, sauber ausgeführtes Muster zeigt, schien eine metrische Auswertung angebracht.

Zu diesem Zweck wurde unter Anwendung des Strahlensatzes die fotografische Aufnahme auf Millimeterpapier vergrößert. An der Stelle, wo die mit 235 mm angegebene äußere Abmessung erreicht war, ließen sich auch die übrigen für das Muster signifikanten Punkte beziehungsweise Maße abnehmen. Dabei stellte es sich zunächst heraus, daß der zentral abgebildete Kopf auch im meßtechnischen Sinne genau in der Mitte angebracht ist. Auch das restliche Muster ist sauber spiegelsymmetrisch zur Mitte angebracht. Weiter findet sich, daß die Breite des zentralen Kopfes die Maßeinheit abgibt, nach der die ganze Arbeit gefertigt ist. Wenn auch die Breite des zentralen Kopfes aus technischen Gründen nur mit 19,5 mm ermittelt werden kann, so ergibt sich doch als Mittelwert aus insgesamt sieben verwertbaren Abmessungen ein Betrag von 19,69 mm. Dies weicht vom digitus des 'Äginetischen' Fußes mit 19,66 mm nur um 0,03 mm ab. Das liegt unter der erzielbaren Meßgenauigkeit. Da der zentrale Kopf die Maßeinheit, den digitus zeigt, kann kein Zweifel daran bestehen, daß hier der 'Äginetische' Fuß Verwendung gefunden hat. Das Brett ist 12 digiti lang.

Damit sind für Peru jetzt drei Maße belegt : der Erdfuß (durch E. v. Hornbostel), der Vitasti und der 'Äginetische' Fuß. Zu den in Uxmal vertretenen Fußmaßen gesellt sich demnach in Peru nur noch der Vitasti hinzu, der für Tiahuanaco (Rottländer 1982) nachgewiesen ist.

6. Chronologische Gliederung der Maßeinheiten in Amerika

Eine chronologische Gliederung der Maßeinheiten in Amerika kann beim derzeitigen Stand der Untersuchung nur ein Versuch sein. Immerhin bleibt festzuhalten, daß die Olmeken wohl als älteste Träger einer Hochkultur in Mittelamerika anzusprechen sind und daß sie den Wasserfuß (276,43 mm) verwendeten. Der Wasserfuß ist identisch mit dem Fuß zur in 30 teilen geteilten Elle von Nippur, also mit der ältesten nachweisbaren Maßeinheit.

Nach v. Hornbostel löst in China unter den Sui-Herrschern um 590 n. Chr. der Wasserfuß den Erdfuß ab (1928, S. 308). Nach der Auswertung der Bronzen und Keramik ist der Erdfuß auch noch nach dem 7. Jhd. n. Chr. verwendet worden; jedenfalls finden sich lange Zeit Wasserfuß und Erdfuß in China nebeneinander. Aber zweifellos ist der Erdfuß aus dem Wasserfuß entstanden, ist also das jüngere Maß.

Nun wissen wir, daß unter der T'sin-Dynastie (auch Ch'in-Dynastie, 256 - 209 v. Chr.) Maß und Gewicht einheitlich festgelegt wurden. Leider ist nicht zu begründen sondern nur zu vermuten, daß zu diesem Zeitpunkt der Erdfuß (230,36 mm) allgemein verbindlich wurde. Demnach wäre der von v. Hornbostel zitierte Wechsel der Maßeinheit nur eine Rückkehr zu den ganz alten Verhältnissen. Die Untersuchung der japanischen und chinesischen Bronzen und Keramiken gibt leider dazu gar nichts her.

Der Wasserfuß also ist die bisher am frühesten in Mittelamerika nachweisbare Längeneinheit. Während nun in Uxmal das Nonnenviereck mit seinen Gebäuden und wahrscheinlich auch das Schildkrötenhaus nach dem Erdfuß konstruiert ist, erweist sich der Ballspielplatz als nach dem Wasserfuß konstruiert.

Das würde bedeuten, daß in Uxmal der Ballspielplatz älter als das Nonnenviereck ist. Ehe man sich aber zu dieser Annahme entschließt, ist noch ein anderer Gedanke zu überprüfen:

Die Olmeken, die den Wasserfuß verwendeten, waren Lieferanten für den Kautschuk, aus dem die Bälle bestanden. Wäre es nun möglich, daß aus rituellen Gründen für einen Ballspielplatz die Maße der Olmeken verwendet werden müßten?

Hartung führt aber für Chichén Itzá an (S.62), daß der Ballspielplatz von einer 2,30 m breiten Mauer umsäumt werde. Dies Maß sind nun so deutlich 10 Erdfuß - es fehlen 3,6 mm ! -, daß hierdurch eine eindeutige Entscheidung getroffen werden kann :

In Uxmäl ist der Ballspielplatz älter als das Nonnenviereck mit seinen Bauten.

Weitere so eindeutige Aussagen über die Verwendung der Maße gibt es nun leider nicht, wie nachfolgender Tabelle zu entnehmen ist, die für die vier in dieser Arbeit untersuchten Städte die Zeitangaben den verwendeten Maßen gegenüberstellt :

T A B E L L E

UXMAL	711 - 1 000 n. Chr.	Wasserfuß
	¹⁴ C-Datum: 569 ± 50	Erdfuß
		pes Romanus
		Königsellen-Fuß
		'Äginetischer' Fuß
PIEDRAS NEGRAS	534 - 810 n. Chr.	Königsellen-Fuß
		Schaku (= Fuß zur
		Großen Königselle
YAXCHILAN	682 - 810 n. Chr.	Erdfuß
CHICHÉN ITZÁ	600 - 1000 n. Chr. u. später	Erdfuß

Mit einiger Vorsicht kann man dem vielleicht entnehmen, daß schließlich nach allem vorauf Dagewesenen der Erdfuß sich durchgesetzt hatte. Zwar muß man erst für Chichén Itzá durch Aufmessungen noch erweisen, daß die Tolteken den Erdfuß wirklich übernommen haben, aber die weite Verbreitung, die v. Hornbostel für den Erdfuß als Maßnorm für die Eichung von Flöten nachgewiesen hat, läßt doch darauf schließen, daß der Erdfuß überlebte. Wenn man das einmal als Arbeitshypothese stehen lassen will, so ergäbe sich daraus, wenn auch wieder nicht mit letzter Zuverlässigkeit, daß nach 600 n. Chr., als die Sui-Herrscher den Erdfuß abschafften, von China aus kein Kontakt mehr nach Mittelamerika stattgefunden hat, wenigstens kein so intensiver, daß er in der Lage gewesen wär, noch einmal seinen Niederschlag in der Verwendung neuerer Maße zu finden.

Diese Ausführungen gelten für Mittelamerika. Offensichtlich ist Südamerika andere Wege gegangen. Schon das Maß von Tiahuanaco legt einen Kontakt vielleicht eher zu Indien und vielleicht sogar zu einem anderen Zeitpunkt nahe, doch ist hier einstweilen kein fester Grund zu gewinnen.

7. Wertung des Zusammenhangs der Maße und kultureller Zusammenhänge.

In den Hochkulturen des Alten Amerika lassen sich offenbar Maße nachweisen, die in der alten Welt geläufig waren. Wie immer bei weitreichenden Zusammenhängen so dürfte auch hier die Frage nach der Koinzidenz auftauchen. Dabei bleibt zu beachten, daß zumindest ein Teil der Maße in statistisch auswertbarer Häufung vorkommt und daß zudem nicht ein Maß, sondern deren acht nachweisbar sind. Hier Koinzidenz zu vermuten, würde vergleichsweise bedeuten, in einer Gemeinde mit vierstelligen Telefonnummern die Telefonnummern von acht bestimmten Teilnehmern wie dem Arzt, dem Apotheker, dem Bürgermeister etc. richtig zu raten, dies in der richtigen Zuordnung und ohne eine weitere falsche Zahl zu raten. Die letzte Forderung ergibt sich daraus, daß kein Maß aufgefunden wurde, das nicht in einen rechnerischen Zusammenhang zu bringen war und nicht in Asien seine Entsprechung hatte.

Während sich nun diese strengen Forderungen allein schon aus Daten ergeben würden, die durch Vermessung von Objekten gewonnen wurden, bedeuten die aus den gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecken gewonnenen Beziehungen eine weitere Verschärfung des Arguments gegen die Koinzidenz.

Gleichschenklige rechtwinklige Dreiecke entstehen (abgesehen von atomaren Dimensionen, wo andere Kräfte herrschen) nicht durch Zufall und nicht zufällig einmal je Stadt. Sie spiegeln vielmehr eine hohe Abstraktionsfähigkeit derjenigen wieder, die sie konzipierten und dann im Gelände realisierten. Am wachen bewußten Handeln der Architekten ist kein Zweifel angebracht. Wenn dann aber noch mit diesen Dreiecken nicht nur allgemein der Satz des Pythagoras dargestellt wird, sondern speziell in der Form, die die Genese eines Maßes aus einem andern nachvollzieht, und wenn das dann noch für die beiden wichtigsten Fälle der Alten Welt durchgeführt wird, kann nur noch von kenntnisreichem Handeln der alten Architekten die Rede sein. Koinzidenz scheidet aus.

Nach dieser Feststellung bleibt die Frage, wann und auf welchem Wege die Kenntnis der Alten Welt in so umfangreicher Art in die Neue Welt gelangte. Wenn ein chronologischer Anhalt zu gewinnen wäre, ließe sich vielleicht auch der Weg erahnen.

Da ist zunächst die negative Feststellung, daß weder der Ptolemäische Fuß, ob groß oder klein, noch die Ptolemäische Elle in einer ihrer Unterteilungen nach Amerika gelangt ist, (soweit das im Rahmen dieser Untersuchung ermittelt werden konnte,) obwohl der Große Ptolemäische Fuß während der Han-Dynastie in

China faßbar wird. Andererseits ist in Uxmal der pes Romanus wohl dokumentiert, dessen Bedeutung vom frühen Chou an ständig abnimmt und im China des fünften nachchristlichen Jahrhunderts schließlich ausklingt. Allgemein sind die in Amerika anzutreffenden Maße mit Sicherheit in China vom 7. bis 3. Jh. v. Chr. verwendet worden. Nach HARTUNG (Abb. 1 C) entspricht dies der mittleren Formativ-Periode in Yucatan. In der Nomenklatur von W. KRICKEBERG (1979, Seite 591) läuft dagegen die Archaische Periode noch bis ca. 300 v. Chr. Jedenfalls waren die Hochkulturen nach herrschender Auffassung noch nicht entstanden.

Andererseits haben wir aber bereits mit deren Vorläufern zu rechnen, so daß empfangene Kulturimpulse keineswegs verloren gehen mußten. H. STIERLIN (1967, Seite 187) läßt die Klassische Mayakultur um 300 v. Chr. beginnen. Wenn man sich dazu entschließt, die Amerikanischen Hochkulturen als von China her angeregt zu sehen, dann müssen allerdings diese Anregungen gekommen sein, ehe die erste Blüte archäologisch faßbar wird. Man halte sich etwa vor Augen, daß es fast 500 Jahre gedauert hat, bis nach dem Abzug der Römer im Rheinland wieder in nennenswertem Umfang Steinbauten errichtet wurden, vom restlichen Deutschland ganz zu schweigen. Trotzdem spiegeln die ersten Großbauten in Stein die spätrömische Architektur wieder, freilich ohne sie zu kopieren.

Wenn also der "Äginetische" Fuß in der weiter oben gebrachten chronologischen Tabelle (Abschnitt 3.2) nach dem späten Chou nicht mehr in China auftritt und der bisher unter den ca. 90 von Amerika untersuchten Maßen nicht aufgefundene Fuß des Gudea ab dem späten Chou in China zunehmend verwendet wird, so mögen damit durchaus chronologische Randbedingungen gegeben sein. Der in Amerika ebenfalls nicht nachgewiesene Milesische Fuß, der genau dem chinesischen Tschü entspricht, das noch in unserem Jahrhundert in Gebrauch war, ist in der angegebenen Tabelle erst nach dem 3. Jhd. n. Chr. verstärkt vertreten.

Aus all diesem wird die Zeit zwischen dem 5. und dem 3. Jhd. v. Chr. mit einer zusätzlichen Randbreite von rund hundert Jahren wohl der Zeitraum sein, für den ein breiter Kontakt zwischen Ostasien und dem Mittleren und Südlichen Amerika zu vermuten steht.

Geht man von dieser Zeitspanne aus, so muß man nach einem kulturellen Kontext für diesen Bereich Ausschau halten.

Seit dem späten chinesischen Neolithikum gibt es dort Gefäße mit drei hohlen, zitzenförmigen Beinen, Li genannt. Sie sind überwiegend ganz von Hand geformt, in der späten Zeit scheint bisweilen der Rand nachgedreht zu sein, was von der Zeichnung und fotografischen Aufnahme her nicht zu entscheiden ist. Diese Form ist während der ganzen Chou-Dynastie verbreitet; abgeleitete Formen finden sich noch bis zum Ende der Han-Dynastie.

Nun findet sich diese höchst spezielle Form auch in Mittelamerika. Wenn sie auch ihre weiteste Verbreitung erst sehr spät im Bereich der mixtekischen Kultur erreicht, so sind doch ihre frühen Formen durchaus schon in der archaischen Periode nachweisbar (BUSHNELL, 1961, Seite 361, Abb. 4; KRICKBERG, 1979, Seite 498), so daß eine mehrere Jahrhunderte umfassende Überlappung in dem Zeitabschnitt besteht, der sich aus den maßechnischen Überlegungen abzuzeichnen beginnt.

Auch in Südamerika, in den Mittelamerika zugewandten Gebieten, läßt sich ab 600 v. Chr. dreifüßige Keramik nachweisen z.T. zugleich mit dem Auftreten megalithischer Kultbauten. Ab 400 v. Chr. treten dann die ersten kupfernen Gegenstände in diesem Gebiet auf. (OSSELHOFF, 1979, Seite 436)

Vielleicht ist es für die gesamte Diskussion nicht unwesentlich, daß sich dreifüßige Gefäße in relativ leichten Schiffen besser transportieren lassen als solche mit flachem Boden. Wie erwähnt, waren die Li-Gefäße mit der Hand geformt. Gelangten diese auf Schiffen nach Süd- oder Mittelamerika, so konnten sie nicht die Anregung zur Benutzung der Töpferscheibe vermitteln, der Töpferscheibe, die ja erst durch die Spanier nach Amerika gelangte.

Wie dem auch sei, auch in Südamerika gelangt man zu demselben Zeitabschnitt, der auch für China zur Diskussion gestellt wird: die Zeit zwischen dem 5. und 3. Jahrhundert v. Chr., die Zeit der Streitenden Reiche im China.

Welche Schlußfolgerungen für die Art und Weise der Übermittlung der Maße lassen sich nun aus den Befunden ableiten?

E. v. HORNBOSTEL (1928) berichtet darüber, wie die Flöten der Eingeborenen der Salomonsinseln, Melanesien, in besonderen Zeremonien geeicht werden. (Seite 305). Er kann weiterhin zeigen, wie die Panflöte, auf einer 366 Hertz-Norm geeicht, sich durch Brasilien verbreitet und daß diese Norm auf einer Längennorm von 230 mm, also dem Erdfuß, beruht. (Die Tonhöhe eines einseitig verschlossenen oder auch offenen angeblasenen Rohrs ist nur, und das sehr genau, von seiner Länge, nicht von seinem Durchmesser abhängig.

Durch Überblasen ergeben sich die Oktave, Quinte usw... (Vergl. auch ROTT-LÄNDER 1979, Seite 45ff.). Mit Recht weist er aber auch daraufhin, daß eine so genaue Norm in dieser kulturellen Umgebung ein Fremdkörper ist. Wir haben also hier einen Weg vor uns, der ein dem Wesen nach unverstandenes Kulturgut weiterreicht, und zwar von Station zu Station. E. v. HORNBOSTEL versäumt denn auch nicht, darauf hinzuweisen, daß auf einem solchen Wege Information verloren geht; bezogen auf Maße kann die eigentliche Längennorm verloren gehen und nur noch die Art der Unterteilung übrig bleiben wie in Afrika.

Keinesfalls aber ist dieser Weg der Überlieferung geeignet, eine ins Einzelne gehende Kenntnis verschiedener Längenmaße zu vermitteln sowie deren genetischen Zusammenhang. Um das zu bewirken, ist ein direkter persönlicher Kontakt erforderlich. Aber auch ein einmaliger Besuch einer kenntnisreichen Person - man mag an einen Priester oder an einen Architekten denken - vermag nicht eine kulturell aufgeschlossene Bevölkerung dahingehend zu beeinflussen, daß sie auf einmal acht verschiedene Maßnormen übernimmt. Die Vorstellung von einem zufällig abgetriebenen und an fremder Küste gelandeten Schiff vermag keine zufriedenstellende Erklärung zu bieten. Ein solches Schiff mag einen ersten positiven Kontakt hergestellt und Beziehungen geknüpft haben. Die Übernahme verschiedener Maßeinheiten einschließlich einer zugehörigen Theorie, wie es ja der Satz des Pythagoras ist, kann nur durch einen regelmäßigen Besuch bewirkt sein.

So ist als Fazit der Untersuchung festzuhalten, daß irgendwann, wahrscheinlich in der zweiten Hälfte des ersten vorchristlichen Jahrtausends, zwischen Ostasien und Amerika ein längerer Kontakt bestanden hat, der wohl schon um Christi Geburt wieder abgerissen und vergessen war, der aber den amerikanischen Hochkulturen die Kenntnis altweltlicher Maßeinheiten als Erbe hinterließ.

8.(1) Exkurs

Um nicht den Hauptgedankengang mit einer Spekulation zu belasten, sei ein möglicher weiterer Zusammenhang als Anhang gebracht. Die Hypotenuse des in Uxmal aufgefundenen Dreiecks weist nämlich noch die weitere Eigentümlichkeit auf, daß sie fast genau die Strecke darstellt, die der Schall in einer Sekunde zurücklegt. Die Hypotenuse ist 314,3 m lang, der Schall legt rund 330 m pro Sekunde zurück. Die Differenz beträgt rund 5%. Dazu schreibt

W. PFAFF (1836, Seite 121), daß der Schall 1050 Fuß in der Sekunde zurücklegen würde. Welcher Fuß gemeint ist, ist nicht angegeben, doch schreibt auch J. SCHABUS (1873, Seite 201), daß der Schall bei 760 mm Hg und 0° C in der Sekunde 1050 Fuß, und zwar Wiener Fuß zu 316,08 mm, zurücklege. Es stellt sich nun die Frage, ob die Priester (?) der Maya um die Schallgeschwindigkeit wußten. Das setzt im gegebenen Zusammenhang voraus, daß die Mayas den Begriff der Sekunde in unserem Sinne gebildet hatten, daß heißt in der Sechziger-Teilung, die uns aus Babylonien überkommen ist. Der Brauch dieser Unterteilung geht nachweislich sehr weit zurück, denn die Doppelelle (992,5 mm) des Gudea von Lagasch (ca. 2600 v. Chr.) entspricht dem Sekundenpendel in Babylon (WALDEN, 1931). Es standen also gewissermaßen rund 3000 Jahre für den Weg von Babylon nach Uxmal zur Verfügung.

Demjenigen nun, der einen so guten Kalender hat wie die Mayas ihn hatten, ist durchaus der Begriff der Sekunde zuzutrauen. Es darf ja nicht vergessen werden, daß ein genauer Kalender auf genauer Beobachtung der Gestirne beruht und daß hierbei wieder eine genaue Zeitmessung extrem wichtig ist.

Wenn man der Phantasie einmal freien Raum läßt, könnte man sich vorstellen, daß in Uxmal am Altar 21 und der seitlichen Türe des Schildkrötenhauses je eine Person postiert war. Wenn nun der eine, etwa am Altar, ein Signal mit einem Gong oder einer Flöte gab, so gelangte dies nach einer Sekunde bei der Tür des Schildkrötenhauses an. Wurde dieses Signal, sobald es angelangt war, wieder beantwortet, so war es nach einer weiteren Sekunde wieder am Altar 21. Nun kann man sich ein (kultisches?) Wechselspiel vorstellen, das auf diese Weise ohne Uhr und ohne Zählen eine genaue Zeitmessung gestattet. Dabei muß die Wegstrecke kürzer gehalten werden als diejenige, die der Schall pro Sekunde wirklich zurücklegt, weil auch bei gespannter Aufmerksamkeit der handelnden Personen eine gewisse Reaktionszeit unumgänglich ist, die nicht zur Zurücklegung einer Wegstrecke zur Verfügung steht. Jedenfalls lassen sich auf diese Weise Durchgänge von Gestirnen durch bestimmte Visierlinien sekundengenau bestimmen und miteinander vergleichen. Je genauer solche Beobachtungen sind, desto kürzer ist die Zeit in Jahrzenten, die zur Auffindung caelestischer Gesetzmäßigkeiten erforderlich sind.

8.(2) Tabellen

Da die Wiedergabe aller Berechnungen zu umfangreich sein würde, wird hier die Auswertung der Maße des Nonnenvierecks, die auf den Zentimeter genau angegeben sind, exemplarisch aufgeführt. Nach diesem Prinzip sind alle Auswertungen von Maßen durchgeführt worden.

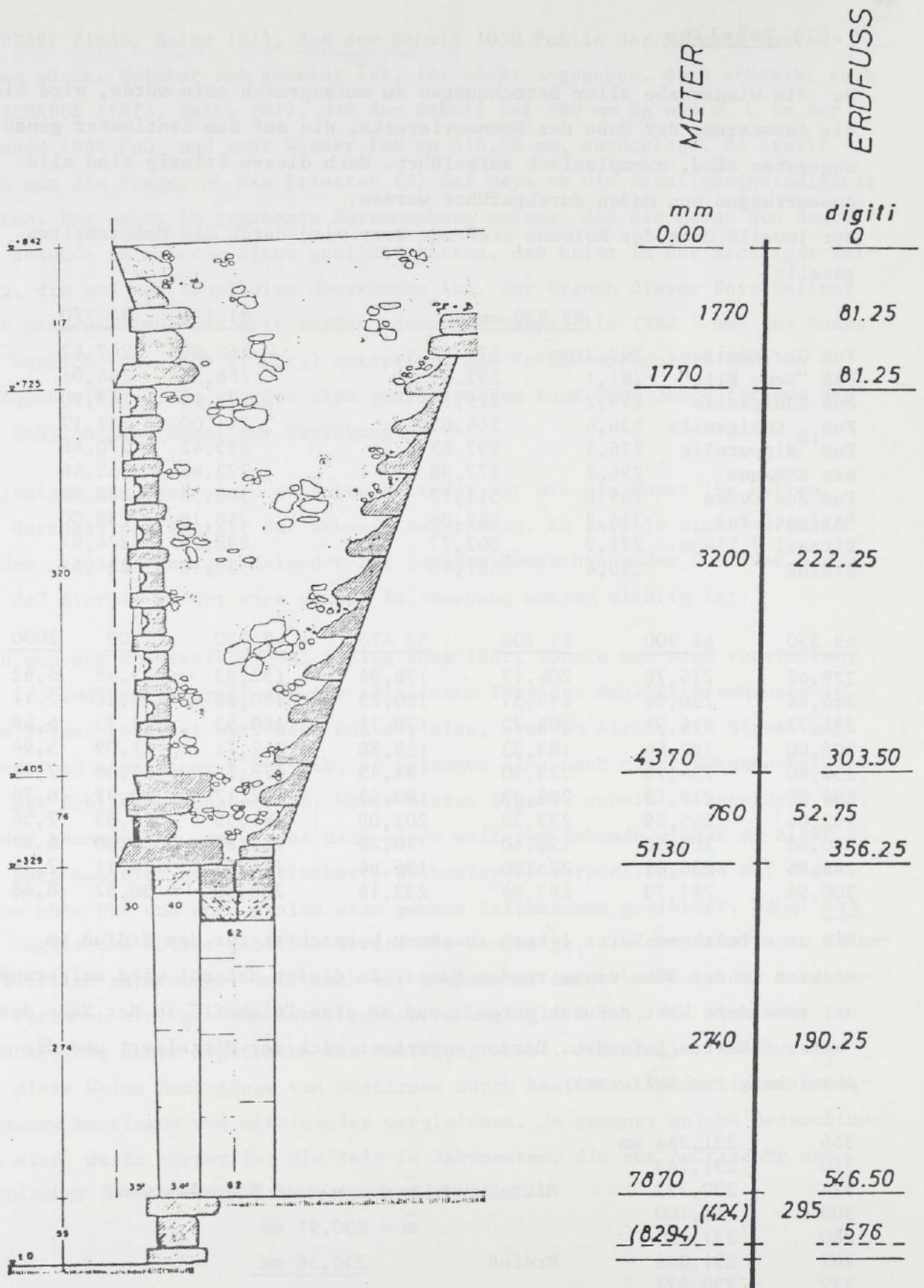
Der jeweils über der Kolonne stehende Wert wird durch die Maßeinheiten geteilt.

	82 330 mm		81 110	74 770
Fuß Gr. Königse.	302,2 mm	272,43	268,40	247,42
Fuß "Neue Elle"	281,1	292,91	288,56	266,01
Fuß Königselle	299,2	275,17	271,09	249,90
Fuß Königselle	336,6	244,63	241,00	222,17
Fuß ¹⁸ Nippurelle	276,4	297,83	293,42	270,48
pes Romanus	296,2	277,98	273,86	252,46
Fuß des Gudea	264,6	311,17	306,56	282,60
"Aginet!" Fuß	314,2	262,06	258,18	238,00
Vitasti / Tiahu.	271,9	302,77	298,28	274,97
Erdfuß	230,4	357,40	352,10	324,57

<u>69 330</u>	<u>64 900</u>	<u>61 700</u>	<u>53 470</u>	<u>48 030</u>	<u>7100</u>	<u>2000</u>
229,42	214,76	204,17	176,94	158,93	23,49	6,62
246,66	230,90	219,51	190,23	170,88	25,26	7,11
231,72	216,91	206,22	178,71	160,53	23,73	6,68
206,00	192,84	183,33	158,88	142,71	21,09	5,94
250,80	234,78	223,20	193,43	173,75	25,68	7,24
234,09	219,13	208,33	180,53	162,17	23,97	6,75
262,04	245,29	233,20	202,09	181,53	26,83	7,56
220,68	206,58	196,40	170,20	152,88	22,60	6,37
254,96	238,67	226,90	196,64	176,63	26,11	7,36
300,96	281,73	267,84	232,16	208,50	30,82	8,68

Die so erhaltenen Werte liegen zusammen betrachtet für den Erdfuß am meisten in der Nähe eines runden Maßes. Zu dieser Maßzahl wird aufgerundet, der gemessene Wert dadurch geteilt und so eine "Einheit" in der Nähe des "wahren" Wertes gefunden. Daraus errechnet sich der Mittelwert und die Abweichung vom Sollwert:

356	231,264 mm		
350	231,743		
324	230,772	Mittelwert	\bar{m} aus n = 10 Einzelwerten:
300	230,100		$\bar{m} = 230,91 \text{ mm}$
280	231,785		
267	231,086	Erdfuß	<u>230,36 mm</u>
232	230,474		
208	230,913	Differenz	0,55 mm entsprechend
31	229,032		
8,66	230,947		0,24 %



Aufriß des Ostgebäudes am Nonnenviereck in UXMAL.

576 digiti entsprechen 36 Erdfuß. Der untere Stein darf nicht mitgemessen werden, weil der Hof früher mit Platten ausgelegt war.

9. Literaturzusammenstellung

- Bushnell, G.H.S. (1961): Tempel im Urwald - Die Frühgeschichte Altamerikas. in: Die Welt aus wir kommen. St. Piggott Edit. Berlin 1961, Köln 1962, S. 361.
- Dexel, Th. (1955): Die Formen chinesischer Keramik. Tübingen 1955..
- Disselhof, H.D. (1979): Das Imperium der Inka. Berlin 1979, Seite 436.
- Hartung, H. (1971): Die Zeremonialzentren der Maya. Graz 1971.
- Hirth, W. (1978): Die Ruinenstätte von Tiahuanaco. Antike Welt 9, (1978) Heft 1, 21 - 35
- Holzhausen, H. und Rottländer, R. (1970): The origin of standardization. Archaeometry 12, (1970) 189 - 195
- v. Hornborstel, E. (1928): Die Maßnorm als kulturgeschichtliches Forschungsmittel. Festschrift Pater W. Schmidt, W. Koppers Hersg. Wien 1928, S. 303 - 323
- Kidder, J. E. (1959): Alt Japan. Köln 1959.
- Krickeberg, W. (1979): Altamerikanische Kulturen. Berlin 1979.
- Petrie, F. (1934): Measures and weights. London 1934.
- Posnanski, A. (1914): Eine prähistorische Metropole in Südamerika. Berlin 1914.
- Rottländer, R. (1966): Is provincial Roman pottery standardized? Archaeometry 9, (1966) 76 - 91.
- ders. (1967): Function of the decorative collar on form Drag. 38. Archaeometry 10, (1967) 35 - 46.
- ders. (1969): The average total shrinking rate and the bills of la Graufesenque. Archaeometry 11, (1969) 159 -164.
- ders. (1971 a): Zur Aufbereitung scheidengedrehter Keramik für die elektronische Datenverarbeitung. Archaographie II, (1971) 79 - 92.
- ders. (1971 b): Das X-Motiv - Merkmal oder Ornament? Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte 12, (1971) 94 - 109.
- ders. (1979): Antike Längenmaße. Wiesbaden 1979.
- ders. (1980): Genormte Keramik vor 2000 Jahren. Sprechsaal 113, (1980) Heft 10, 782 - 795.
- ders. (1982): Ein metrischer Zusammenhang zwischen einem Maß der XII. Dynastie Ägyptens und Maßen vom nordwestlichen Südamerika. Zeitschrift für Ethnologie, im Druck.
- Schabus, J. (1873): Grundzüge der Physik. Wien 1873.
- Speiser, W. (1956): Die Kunst Ostasiens. Berlin 1956.
- Stierlin, H. (1967): Das Alte Mexiko. Freiburg 1967, S. 187.
- ders. (1979): Die Welt der Maya, Inka und Azteken. Bayreuth 1979.
- Thom, A. und Thom, A.S. (1978): Megalithic remains in Britain and Brittany. Oxford 1978.
- Unger, E. (1927): Eberts Reallexikon der Vorgeschichte Bd. VIII (1927) Seite 58, Stichwort Maße.

Walden, P. (1931): Maß, Zahl und Gewicht in der Chemie der Vergangenheit. Stuttgart 1931, S. 13.

Nachtrag:

Pfaff, W. (1836): Gesamt-Naturlehre. Leipzig 1836, S. 121.

10. Zusammenfassung

Eine "Entdeckung" Amerikas vor Kolumbus durch Ostasiaten ist mit guten Gründen schon seit langem vermutet worden, konnte bisher jedoch nicht eindeutig bewiesen werden. Der vorliegende Beitrag versucht dies auf folgendem Wege: Zuerst wird der methodische Gang und der Zusammenhang der Maßsysteme der Alten Welt erläutert. Sodann wird über die Fertigungsmaße von Bronzen und Keramik Ostasiens die zeitliche und räumliche Verbreitung der Maßeinheiten in diesem Gebiet ermittelt. Die Möglichkeit der Gewinnung von Maßeinheiten aus den Bezugslinien nach HARTUNG wird erläutert. (Diese Bezugslinien sind wesentliche Sichtlinien bei der Konstruktion der Tempelstädte der Maya.) Aus vier Tempelstädten liegen Bezugslinien der Art vor, daß sie gleichschenklige rechtwinklige Dreiecke bilden. Aus den Hypotenusen und den Katheten ergeben sich glatte Maße in Fuß zu Einheiten der Alten Welt. Auch die Bauwerke der Olmeken - sie bilden als erste eine Hochkultur in Mittelamerika aus - und der Maya erweisen sich als mit Maßeinheiten der Alten Welt konstruiert. Insgesamt lassen sich in Mittel- und Südamerika acht dieser Maßeinheiten eindeutig nachweisen. Der Satz des Pythagoras ist nicht nur bekannt, sondern das Problem der Größe Wurzel aus zwei wird in mehreren Konstruktionen mit nahezu glatten Zahlen in Fuß geometrisch gelöst. Vielleicht existierte sogar eine Zeitmessung in Sekunden, die die Laufzeit des Schalls ausnutzte.

Die Kenntnis von acht verschiedenen Maßen der Alten Welt sowie die nachweisbare Kenntnis des genetischen Zusammenhangs zweier Maße in zwei verschiedenen Fällen scheidet jede Koinzidenz zu Kenntnissen der Alten Welt völlig aus. Somit ist ein direkter persönlicher, längerer Kontakt zweifelsfrei bewiesen.

Dr. Dr. Rolf C.A. Rottländer

Institut für Urgeschichte

Schloß

D-7400 Tübingen 1