

# Catos Keltern und Kollergänge.

Ein Beitrag zur Geschichte von Öl und Wein.

Von

Emil Jüngst † und Paul Thielscher.

## Vorbemerkung.

Die vorliegende Arbeit über Catos Keltern und Kollergänge verdankt ihre Entstehung unserer Untersuchung über Caesars Rheinbrücken, die 1938 in Bonn. Jahrb. 143/144 erschienen ist. Dort galt es, jahrhundertealte Irrtümer aufzuklären, u. a. den Begriff *fibula* im technischen Sinne festzustellen. Das war verhältnismäßig leicht beim Vorkommen dieses Wortes als eines Fachausdruckes der römischen Technik bei den Hebezeugen und bei der Druckpumpe nach Ktesibios bei Vitruv, war aber an Catos Kelter nicht mit wenigen Worten abzutun. Das dort Versäumte und für die Zukunft Versprochene holen wir hiermit nach.

Angefangen hat die nicht ganz einfachen Untersuchungen Adrien Turnèbe in seinen *Adversariorum Tomi III* (Paris 1564—65); sehr gut fortgeführt hat sie Albert Ludwig Friederich Meister in seiner Dissertation *De troculario Catonis*, die ohne Jahr in Göttingen 1764 erschien. Er ist nicht genügend beachtet worden. Wir nennen weiter *Saboureux de la Bonnetrie, Traduction d'anciens ouvrages Latins relatifs à l'agriculture* Bd. I (Paris 1771), dessen Zeichner Goiffon manchmal für ihn selber angeführt wird. Wertvoll sind auch die Beiträge bei Johann Gottlob Schneider *Saxo* in seiner Ausgabe der lateinischen Landwirte (Leipzig 1794—1797). In neuerer Zeit trugen viel zur Aufklärung bei Theodor Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus, 2. Aufl. (Berlin 1900), Josef Hörle, *Catos Hausbücher* (Paderborn 1929), ders., RE. s. v. *Torcular*, A. G. Drachmann, *Ancient oil mills and presses* (Kopenhagen 1932).

An den Anfängen unserer Untersuchung ist unser verstorbener Freund Karl Saatmann noch beteiligt; aber wir sind doch seit seinem Tode im Jahre 1933 so weit über jene Anfänge hinausgeschritten, daß wir uns damit begnügen können, hier seinem Andenken dieses Wort des Gedenkens zu widmen.

Soweit war das Vorwort mit Emil Jüngst vereinbart. Da zerriß der Krieg im März 1945 die Verbindung zwischen Berlin und Stettin; und als es wieder Postverkehr gab, im Oktober 1945, da hörte ich von der inzwischen aus Stettin geflohenen Familie, daß mein Freund Emil Jüngst dort am 9. September verstorben ist. Ich trauere nun um beide technische Freunde, mit denen ich seit 1924 menschlich und wissenschaftlich so verbunden war, wie es nicht leicht wieder möglich sein wird. Unsere Eintracht blieb stets ungetrübt, auch wenn einer am andern scharfe Kritik übte; wußten wir doch alle drei, daß Wissenschaft nicht Befriedigung kleiner persönlicher Eitelkeiten sein darf, sondern lediglich die Feststellung der Tatsachen ist.

Das Manuskript ist 1945 abgeschlossen worden. Von den Zeichnungen sind die Originale in Stettin vernichtet worden; nur was an Pausen erhalten ist, kann gegeben

werden. Aus Raumgründen muß die Arbeit auf zwei Bände der Bonner Jahrbücher verteilt werden. Der erst später zum Abdruck kommende Teil wird die Kollergänge (*trapeta*), den Kelterbetrieb und die geschichtliche Entwicklung der Kelter behandeln. Der Teil, der jetzt vorgelegt werden kann, gliedert sich wie folgt:

	Seite
I. Die ortsfesten Teile der Kelter . . . . .	33
1. Catos Darstellungsform . . . . .	33
2. Die Aufteilung des Grundrisses im Regelfalle . . . . .	35
a. Der Grundriß der ganzen Kelterei . . . . .	35
b. Die Grundrißgestaltung zweier sich gegenüberstehender Keltern und der zugehörigen Rinnen und Kollergänge . . . . .	37
3. Der lotrechte Aufbau einer Kelter . . . . .	41
a. Die Bäume ( <i>arbores</i> ) . . . . .	41
b. Die Pfähle ( <i>stipites</i> ) . . . . .	45
4. Der Rahmen ( <i>trabes planae</i> und <i>trabeculae</i> ) . . . . .	46
a. Regelfall . . . . .	46
b. Sonderfall . . . . .	50
c. Dollenverbindung ? . . . . .	52
5. Punktsymmetrische Grundrißaufteilung im Vierkelterhause . . . . .	52
6. Das Dach . . . . .	53
II. Der Fußboden . . . . .	55
1. Der Estrich ( <i>pavimentum</i> ) . . . . .	55
2. Tenne ( <i>area</i> ) und Rinne ( <i>canalis</i> ) . . . . .	58
3. Der übrige Fußboden . . . . .	60
III. Die beweglichen Teile der Kelter . . . . .	61
1. Der Kelterbaum ( <i>prelum</i> ) . . . . .	61
2. Die Keilbolzen ( <i>fibulae</i> ) . . . . .	63
a. Der Werkstoff und seine Behandlung . . . . .	63
b. Querschnitt, Zahl und Länge der Bolzen . . . . .	64
c. Der Einzelbolzen ( <i>una fibula</i> ) . . . . .	65
d. <i>fibulae constibiles</i> . . . . .	66
e. Die Keile ( <i>cunei</i> ) . . . . .	66
f. Die handwerkliche Ausführung der Bolzen . . . . .	69
g. Nachtrag zu den Pfählen und Bäumen der Weinkelter . . . . .	69
h. Der Keilbolzen des Trierer Torkels . . . . .	70
3. Die Haspel ( <i>sucula</i> ) . . . . .	72
4. Das Keltertau ( <i>funis torculus</i> ) . . . . .	77
5. Der Kelterdeckel ( <i>orbis olearius</i> ) . . . . .	78
6. Flaschenzüge ( <i>trochileae</i> ) und Anisokylen ( <i>rotae</i> ) . . . . .	79
7. Die Tauschlupfe für die Flaschenzüge ( <i>melipontes</i> oder <i>mediponti</i> ) . . . . .	85
8. Die Stropfen für die Flaschenzüge ( <i>capistra</i> ) . . . . .	86
9. Die Kelterbeutel ( <i>fiscinae</i> ) . . . . .	87
10. Das Bauholz . . . . .	90
a. Die Holzarten . . . . .	90
b. Rundholz oder Kantholz? . . . . .	92

## I. Die ortsfesten Teile der Kelter.

### 1. Catos Darstellungsform.

Catos Schrift von der Landwirtschaft (*de agri cultura*) ist nicht ganz planmäßig aufgebaut, sondern enthält nach den planmäßig anmutenden Eingangskapiteln (c. 1—4) ziemlich lose aneinander gereihte Ratschläge für den praktischen Landwirt. Diese Ratschläge sind wörterbuchartig unter Stichworten angeordnet. Dabei kommt es vor, daß dieselbe Sache in mehreren Fassungen behandelt wird.

So spricht Cato auch von seinen Öl- und Weinkeltern und von den Kollergängen an verschiedenen Stellen seines Werkes. Er hat dabei Anlagen mit einer verschiedenen Zahl von Keltern im Auge, und auch Keltern von verschiedener Bauart. Am ausführlichsten spricht er von der Anlage einer Kelterei mit vier Keltern in c. 18—19. Daher machen wir diese beiden Kapitel zum Mittelpunkte unserer Darstellung und ziehen die anderen Stellen nur zur Ergänzung heran.

Cato wendet sich an seine Landsleute und Zeitgenossen, denen viele Dinge aus täglicher Anschauung geläufig sein mußten, deren Kenntnis uns heute verloren ist. Catos Schilderungen sind für uns Heutige daher lückenhaft, und wir müssen sehen, wie wir diese Lücken unserer Anschauung ausfüllen.

Das Kernstück über die Keltern, c. 18—19, ist ferner auch nicht eine einfache Baubeschreibung allgemeiner Art, sondern behandelt einen besonderen Fall, nämlich die Frage, wie man eine Kelterei mit vier Keltern bauen soll, wobei sich die Keltern mit den Vorderseiten gegenüber stehen sollen (selbstverständlich werden hier auch viele Dinge erwähnt, die auf jede Kelter zu treffen): c. 18, 1 *torcularium si aedificare voles quadrinis vasis, uti contra ora sient, ad hunc modum vasa conponito.* ('Wenn du eine Kelterei mit vier Keltern bauen willst, so daß sich die Vorderseiten der Keltern gegenüber stehen, stelle die Keltern folgendermaßen auf').

Wie die Keltern aufzustellen sind, ist für Cato so sehr die Hauptsache gewesen, daß er seine Darstellung mit dem eben angeführten Satze beginnt, der damit zur Inhaltsangabe und zum Stichworte für das Folgende wird; es ist auch die Hauptschwierigkeit für die Erklärung des Textes, an der alle bisherigen Deutungen gescheitert sind.

Unsere Vorgänger haben nämlich von mehreren an sich möglichen Grundrißanordnungen die eine oder die andere gewählt, aber keiner die richtige. Wir schließen aus der Tatsache, daß Cato für einen wichtigen Bauteil, *trabs* oder *trabs plana* ('Flachbalken') genannt, zwei verschiedene Längen angibt, nämlich entweder 37' (c. 18, 5) oder 22' (c. 18, 8), und zwar 37' für den Regelfall und 22' als Notlösung, daß er zwei verschiedene Grundrißanordnungen im Auge hat, die wir als Regel- und Sonderfall bezeichnen. Für beide Fälle schlagen wir, von unsren Vorgängern abweichend, die Grundrißanordnungen vor, die sich aus unseren Zeichnungen ergeben.

Für den Regelfall haben wir Abb. 1 den Standort der Keltern im Grundriß angegeben. Beiderseits eines Ganges stehen je zwei Keltern und je zwei Kollergänge, so daß jedesmal eine Kelter als Gegenüber einen Kollergang hat. Auf jeder Seite des Ganges stehen die Keltern und Kollergänge in bunter Reihe. Im Sonderfall (vgl. Abb. 5) stehen immer zwei Keltern und immer zwei Kollergänge dicht nebeneinander, so daß jedesmal ein Kelterpaar als Gegenüber zwei Kollergänge hat. Der Gang dient einerseits wirklich als Gang für den Verkehr, andererseits als Arbeitsraum.

Mangels genauerer Angaben Catos bleibt vielfach nur übrig, bestimmte Annahmen zu machen und dann zu sehen, wie sich diese Annahmen mit Catos Angaben vertragen. Unsere beiden Grundriß-Annahmen decken sich,

wie wir glauben, mit Catos Angaben besser als die Grundriß-Annahmen unserer Vorgänger, die ohne Vergewaltigung des Cato-Textes nicht auskommen und sich dadurch von vornherein verdächtig machen.

## 2. Die Aufteilung des Grundrisses im Regelfalle

a. Der Grundriß der ganzen Kelterei (Abb. 1).

Es ist bekannt, daß die lateinischen Texte des Mittelalters meist nicht nur ohne Satztrennungszeichen (Interpunktum) geschrieben sind, sondern vielfach auch ohne Worttrennung (so in früherer Zeit), und daß man im späteren Mittelalter je länger desto mehr Abkürzungen (Kompendien) angewendet hat, wie die Ziffern für die Zahlwörter, wovon sich am längsten das Zeichen & = und und der Strich über dem m für mm erhalten haben. Beim Lesen mittelalterlicher Handschriften muß man also auf Fehler gefaßt sein, die aus

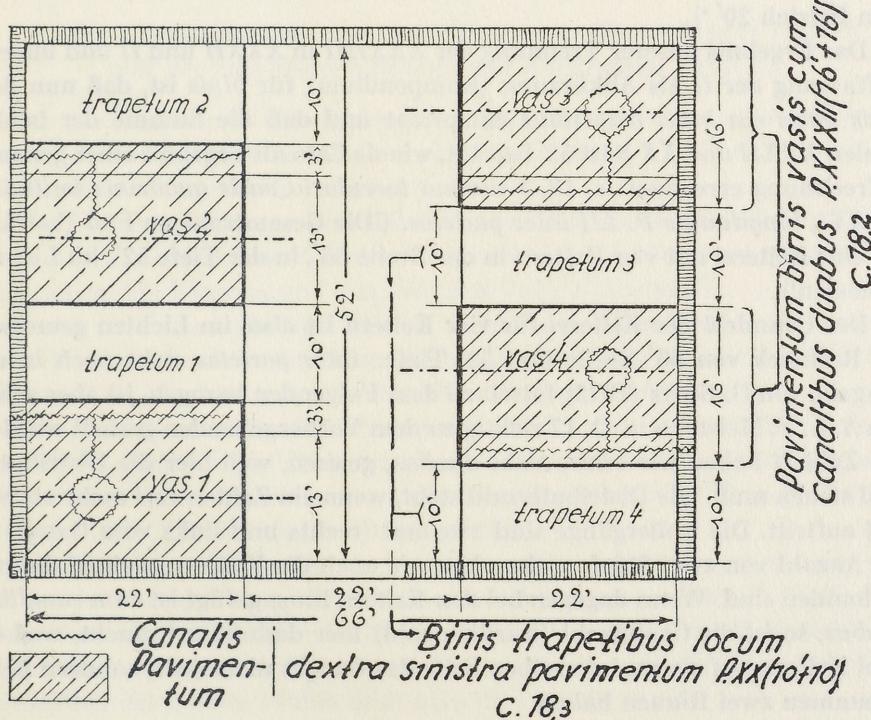


Abb. 1. Der Grundriß der ganzen Kelterei im Regelfalle.

diesen Eigentümlichkeiten entspringen können, und der Sinn muß entscheiden, wie die Sätze abzutrennen und zusammengeschriebene Wörter aufzulösen sind. Solche Fälle liegen auch bei Cato vor und haben z. T. schon ihre Berichtigung erfahren. Unberichtigt ist u. a. folgender Fall geblieben. In den Handschriften steht: c. 18, 2 *pavimentum binis vasis cum canalibus duabus P.XXXIII trapetibus locum dextra sinistra pavimentum P.XX.*

An diesem Wortlaut sind zwei Dinge auffallend. Erstens ergeben die beiden Zahlen  $XXXIII$  und  $XX$  zusammen  $54'$ , während etwas weiter Cato als Summe

52' angibt; und zweitens ist auffallend, daß zwar beide Keltern jeder Seite durch *binis vasis* bezeichnet werden, also unter Hinzufügung der Zahl Zwei, daß aber die beiden Kollergänge jeder Seite ohne das Zahlwort *binis* durch einfaches *trapetibus* ausgedrückt sein sollen, während man dem *binis vasis* entsprechend *binis trapetibus* erwarten müßte. Im ersten Falle steht eine Zwei zuviel, im zweiten eine zuwenig.

Wir glauben daher, daß die handschriftlich überlieferte Zahl *XXXIII* einen Schreibfehler der oben angegebenen Art darstellt. Wir nehmen an, Cato schrieb *XXXII binis*, wofür man in den Handschriften abgekürzt *XXXII II* schrieb, was leicht zu *XXXIII* zusammenfließen konnte. Indem wir also den Text nicht ändern, sondern das handschriftlich Überlieferte nur anders auflösen, glauben wir, daß der ursprüngliche Text folgendermaßen gelautet hat: c. 18, 2 *pavimentum binis vasis cum canalibus duabus P.XXXII, binis trapetibus locum dextra sinistra pavimentum P.XX.* ('Estrich für je zwei Keltern mit zwei Rinnen 32', für je zwei Kollergänge als Standort rechts und links vom Estrich 20').

Das Ergebnis unserer Trennung der *XXXIII* in *XXXII* und *II* und unserer Auffassung der *II* als Abkürzung (Kompendium) für *binis* ist, daß nun dem *binis vasis* ein *binis trapetibus* entspricht und daß die Summe der beiden Zahlen *XXXII* und *XX* jetzt 52' beträgt, wie sie Cato als Ergebnis einer genauen Aufrechnung errechnet: c. 18, 3 *summa torculario vasis quadrinis latitudine P.LXVI, longitudine P. LII inter parietes.* ('Die Gesamtzahl an Fuß [beträgt] für eine Keltenei mit vier Keltern in der Breite 66', in der Tiefe 52', im Lichten gemessen').

Der Grundriß der Keltenei für vier Keltern ist also, im Lichten gemessen, ein Rechteck von 66' Breite und 52' Tiefe. *inter parietes* steht noch in der Ausgabe von G. Goetz (1922) falsch zu dem Folgenden bezogen, ist aber schon von A. L. F. Meister a. a. O. 17 richtig zu dem Vorhergehenden gestellt worden. Die Zahl *II* haben wir *binis*, nicht *duobus*, gelesen, weil hier die Distributivzahl stehen muß. Die Distributivzahl steht, wenn ein Zahlenwert mehr als einmal auftritt. Die Kollergänge sind zweimal (rechts und links vom Gange) in der Anzahl von zwei Stück vorhanden, wie auch die Keltern zweimal doppelt vorhanden sind. Wenn dagegen bei den Keltern hinzugefügt ist *cum canalibus duabus*, so ist die Grundzahl (Kardinalzahl) hier deshalb gebraucht, weil die zwei Keltern auf ein und derselben Seite des Ganges nicht jede, sondern beide zusammen zwei Rinnen haben.

Die Zerlegung der 52' in 32' für zwei Keltern mit zwei Rinnen und in 20' für zwei Kollergänge auf jeder Seite des Hauses gibt einen Hinweis darauf, in welcher Richtung die genannten Geräte aufzustellen sind: es ist die von Cato als *longitudo*, von uns als Tiefe bezeichnete Richtung<sup>1)</sup>). Folglich bildet die eine

<sup>1)</sup> Mit *latitudo* (Breite) bezeichnet Cato die Ausdehnung des Kelterhauses in dem Sinne, wie man beim Entlangschreiten auf dem Gange seine eigene Körperbreite mißt. Mit *longitudo* (Tiefe) ist die Ausdehnung des Kelterhauses in Richtung des Ganges gemeint. In demselben Sinne bezeichnet Vitruv VI 6, 2 in einem Kuhstalle mit *latitudo* die Ausdehnung quer zum Gange und mit *longitudo* die Tiefe in Richtung des Ganges: *bubilium autem debent esse latitudines nec minores pedum denum nec maiores pedum quindenum; longitudo, uti singula iuga ne minus pedes occupent septenos.* ('Die Breite der Kuhställe aber soll minde-

Langseite des Gebäudes die Vorderwand und die andere die Rückwand; die beiden Schmalseiten bilden die Seitenwände. In der Mitte der Vorderwand wird die Tür gewesen sein, die auf den Gang führte, der von der Vorderwand durch das ganze Haus hindurch bis zur Rückwand ging. Rechts und links von diesem Gange waren je zwei Keltern mit je einer Rinne, ferner je zwei Kollergänge unterzubringen. Vorder- und Rückwand waren vermutlich Giebelwände. Der Dachfirst würde danach in Richtung der Achse des Ganges verlaufen.

Die am Rande des Ganges stehenden Teil der Keltern sind die Vorderseiten der Keltern, von Cato als *ora* bezeichnet; die hinten an den Seitenwänden des Gebäudes stehenden Teile der Keltern sind dann die Rückseiten der Keltern. Wenn also die Vorderseiten der Keltern vorn am Gange stehen, dann stehen sich ihre Vorderseiten gegenüber, und Catos Forderung ist erfüllt, *uti contra ora sient*.

*b. Die Grundrißgestaltung zweier sich gegenüberstehender Keltern und der zugehörigen Rinnen und Kollergänge (Abb. 2).*

Die Rückseite der Kelter bilden die beiden Bäume (*arbores*), zwei lotrecht stehende Pfosten von dem quadratischen Querschnitt  $2' \times 2'$ : c. 18, 1 *arbores crassas P. II.* ('Die Bäume [mache] 2' stark').

Die Bäume haben von den Seitenwänden des Hauses hinter den Keltern einen lichten Abstand von  $2'$ : c. 18, 2 *inter arbores et [arbores et] parietes P. II.* ('Zwischen den Bäumen und den Wänden [laß] 2' Abstand').

Zwei zusammengehörige Bäume (d. h. zwei Bäume ein und derselben Kelter) haben voneinander einen lichten Abstand von  $1'$ : c. 18, 2 *in<sup>ter</sup> II arbores P. I.* ('Zwischen den beiden Bäumen [laß] 1' Abstand').

Die Vorderseite einer Kelter vorn am Gange, von Cato im Plural als *ora* bezeichnet, bilden zwei Pfähle (*stipites*). Sie stehen wie die Bäume (*arbores*) lotrecht und haben denselben quadratischen Querschnitt  $2' \times 2'$ : c. 18, 2 *stipites crassos P. II.* ('Die Pfähle [mache] 2' stark').

In den beiden Pfählen ist ein Haspelbaum (*sucula*) gelagert, der ohne die Zapfen (*cardines*) 9' lang ist: c. 18, 2 *suculam praeter cardines P. VIII.* ('Den Haspelbaum [mache] ohne die Zapfen 9' lang'). Folglich muß der lichte Abstand der beiden Pfähle 9' betragen haben; die Vorderseite einer Kelter einschließlich der beiden Pfähle mißt also  $(2' + 9' + 2') = 13'$ .

Der Abstand der vorderen Seitenflächen der Bäume von den hinteren Seitenflächen der Pfähle (vorn und hinten vom Gange aus gesehen) beträgt  $16'$ : c. 18, 2 *arbores ad stipitem primum derectos P. XVI.* ('Die Bäume [stelle] bis zur zugekehrten Pfahlseite, geradeaus gemessen, 16' [entfernt] auf'). Der Singular *stipes* ist hier kollektiv und bezeichnet das Pfahlpaar einer Kelter, während das zugehörige Baumpaar durch den Plural *arbores* bezeichnet wird; *primus* ist partitiv und bezeichnet die Seitenflächen der Pfähle, auf die man zuerst stößt, wenn man von den Bäumen her kommt; *derectos P. XVI* bestens 10' und höchstens 15' betragen; die Tiefe so viel, daß ein Joch [zwei Rinder] mindestens 7' Platz hat').

zeichnet den Abstand der zwei lotrechten parallelen Ebenen, die durch die einander zugekehrten Seitenflächen der Bäume und Pfähle bestimmt sind, gemessen auf einer die beiden parallelen Ebenen schneidenden Senkrechten; denn *derectus* bedeutet senkrecht oder lotrecht. Richtig erklärt A. L. F. Meister: 'Cato nennt "gerade Fuß" nicht die Fuß, die der Entfernung zwischen Baum und Pfahl entsprechen, deren gegenseitige Lage im Verhältnis zur Wand schief ist, sondern die Fuß, die dem Abstand einer Geraden, auf der die Vorderseiten der Pfähle stehen, von einer Geraden entsprechen, auf der die Vorderseiten der Bäume stehen'. Meister denkt sich zwischen Bäume und Pfähle gestellt, wenn er von 'Vorderseiten' spricht, und mißt auf dem Fußboden. Für *pes derectus* hat J. Hörle, Catos Hausbücher 158, eine richtige Übersetzung angegeben ('ein Fuß geradeaus') und durch Beispiele belegt. Statt *arbores*

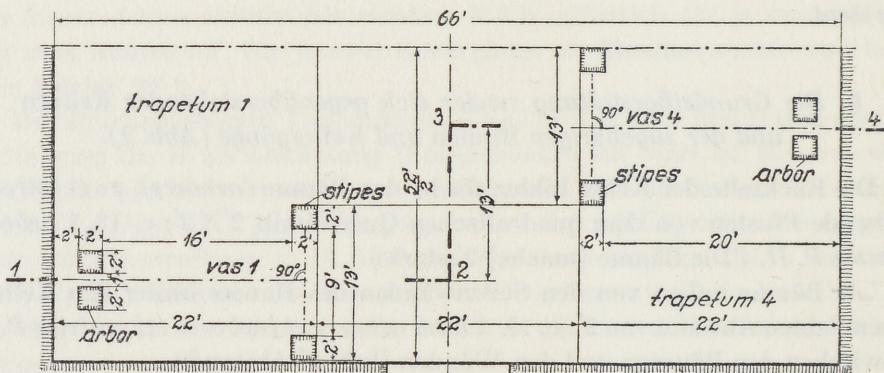


Abb. 2. Grundriß zweier sich gegenüberstehender Kellern und der zugehörigen Rinnen und Kollergänge.

könnte man vielleicht erwarten *ab arboribus*. Aber das wäre falsch, da die Entfernung von Baum zu Pfahl größer als 16' ist und auch kein (rechteckig gemessener) Abstand ist.

Rechnet man die Einzelmaße zusammen, so ergibt sich folgendes Gesamtmaß (vgl. Abb. 2 Linie 1—2 des gebrochenen Linienzuges):

Lichter Abstand der Bäume von der Wand ( <i>inter arbores et parietes P. II</i> )	2'
Dicke der Bäume ( <i>arbores crassas P. II</i> )	2'
Lichter Abstand der Bäume und Pfähle ( <i>arbores ad stipitem primum derectos P. XVI</i> )	16'
Dicke der Pfähle ( <i>stipites crassos P. II</i> )	2'
Zusammen	22'

Eine Kelter beansprucht also von der Seitenwand des Gebäudes bis zu ihrer Vorderseite am Gange 22'.

Es folgt in derselben Richtung der Gang mit ebenfalls 22' Breite. Er dient beim Keltern als Arbeitsraum zum Drehen des Haspelbaumes (*sucula*) mittels der Halpelarme (*vectes*): c. 18, 3 *inter binos stipites vectibus locum P. XXII*. ('Zwischen den beiden Pfahlreihen [laß] 22' Raum für die Halpelarme'). Die

Distributivzahl *bini* bedeutet hier, daß der Plural *stipites* zweimal auftritt; es handelt sich um die beiden Reihen von je vier Pfählen beiderseits des Ganges. Die auffallende Breite des Ganges erklärt sich daraus, daß er der Arbeitsraum für das Drehen des Haspelbaumes vermittels der Haspelarme ist, deren längste nach c. 19, 2 18' lang sind (vgl. unten S. 75).

Wenn also der Gang Arbeitsraum ist, so folgt daraus, daß er vor jeder Kelter freibleiben muß. Es darf daher nicht eine Kelter der andern in dem Sinne gegenüber (*exadversum* c. 18, 3) stehen, daß ihre Längsachsen in eine gerade Linie fallen. Auf diesen Gedanken ist man durch eine mißverständliche Deutung von Catos Worten gekommen *uti contra ora sient*, deren Sinn man zu eng auffaßte. Wollte man in diesem Sinne zwei Keltern einander gegenüberstellen, dann würden sich die Arbeiter bei der Arbeit mit den langen Haspelarmen ständig im Wege sein.

Der Gang mit seiner auffallenden Breite von 22' muß also vor jeder Kelter freibleiben, weil man auf dem Gange mit den Haspelarmen arbeiten muß. Cato sagt das mit den Worten *vectibus locum*. Daher ist es ausgeschlossen, daß sich zwei Keltern rechts und links vom Gange wie in einem Spiegelbilde gegenüberstehen. Es muß vielmehr, wie Abb. 2 dargestellt ist, die Vorderseite der einen Kelter um 13' gegen die Vorderseite der gegenüberstehenden Kelter versetzt sein.

Wenn man jenseits des Ganges in derselben Richtung weitergeht (vgl. 3—4 des gebrochenen Linienzuges auf Abb. 2), hat man noch einmal einen Raum von 22' Breite bis zur anderen Seitenwand des Gebäudes zu durchschreiten. Erst kommen wieder die Pfähle, im Querschnitt quadratisch ( $2' \times 2'$ ), so daß von deren Hinterseiten noch 20' bis an die Wand dahinter bleiben. So rechnet jedenfalls Cato: c. 18, 3 *alteris vasis exadversum ab stipite extremo ad parietem, qui pone arbores est, P. XX.* ('Für die beiden anderen Keltern gegenüber [rechne] von der Rückseite der Pfähle bis zu der Wand, die hinter den Bäumen ist, 20'). *alter* wird immer nur von zweien gebraucht. Hier bezeichnet der Plural *altera vasa* das Kelterpaar, das jenseits des Ganges dem Kelterpaare diesseits des Ganges gegenüber (*exadversum*) steht. Der Plural *altera* bezeichnet also in dem vorliegenden Falle ein zweites Paar von Dingen. Der Singular *stipes* ist wieder kollektiv und bezeichnet die vier Pfähle jenseits des Ganges. *extremus* ist partitiv und bezeichnet die Seite der Pfähle, auf die man zuletzt stößt, wenn man sich in der einmal eingeschlagenen Richtung weiterbewegt.

Rechnet man wieder auf, dann ergibt sich folgendes:

Für ein Kelterpaar an der einen Seitenwand nach obiger Rechnung	
ein Gesamtmaß von	22'
Für die Breite des Ganges ( <i>vectibus locum P. XXII</i> )	22'
Für die Pfahlreihe gegenüber an der anderen Seite des Ganges ( <i>stipites crassos P. II</i> )	2'
Für das Kelterpaar von der Rückseite der Pfähle bis zur Wand hinter den Bäumen ( <i>ab stipite extremo ad parietem . . . P. XX</i> )	20'
Zusammen	66'

Diese aus Catos Einzelangaben errechnete Summe von 66' ist also gleich dem von Cato angegebenen Gesamtmaß von 66' für die lichte Weite (*latitudo*) des Kelterhauses (c. 18, 3 *summa... latitudine P. LXVI*). Wieder bestätigt eine Maßangabe Catos die andere, und man braucht die überlieferten Zahlen nicht zu ändern.

Wir betrachten nunmehr die Aufmaße der rechtwinkligen Bodenflächen, die für die Rinnen (*canales*) und für die Kollergänge (*trapeta*) vorgesehen sind. Dabei bewegen wir uns in der Richtung 2—3 des rechtwinklig-gebrochenen Linienzuges der Abb. 2, und zwar gehen wir am Rande des Ganges längs der Reihe der Pfähle in der Richtung, die Cato als *longitudo* bezeichnet. Wir wiederholen, daß Cato diese von uns als Tiefe des Kelterhauses bezeichnete Ausdehnung im ganzen 52' lang sein läßt und daß er davon 32' auf die beiden Keltern mit Einschluß der zugehörigen Rinnen und die verbleibenden 20' auf den Raum für die Kollergänge rechnet (c. 18, 2). Folglich rechnet er auf eine Kelter mit Einschluß des zugehörigen Estrichstreifens für eine Rinne 16' und auf den Raum für einen Kellergang 10'.

Nun hat sich oben ergeben, daß die Vorderseite einer Kelter (d. h. ihr Aufmaß in der Flucht der Pfähle) allein, ohne die zugehörige Rinne, (2'+9'+2') = 13' breit ist. Folglich bleibt für eine Rinne — in der Tiefenausdehnung des Ganges gemessen — eine Breite von 3' übrig.

Wenn also ein Estrichstreifen für eine Rinne 3' und ein Raum für einen Kellergang 10' breit ist, so sind das zusammen 13', und es zeigt sich, daß eine Kelter mit einer Breite von 13' genau so breit ist wie eine Grundrißeinheit von Rinne + Kollergang zusammen, und man sieht, daß die Breiten der Grundrißeinheiten der Kelter (13'×22') und des Kollerganges + Rinne ([10'+3'] × 22') aufeinander zugeschnitten sind. Die Bodenfläche ist also in der Längsrichtung des Ganges in vier gleiche Rechtecke von je 13' Breite eingeteilt. Diese Regelmäßigkeit der Tiefenerstreckung entspricht der Regelmäßigkeit der Breitenausdehnung des Hauses, wo die Gesamtsumme von 66' in drei ebenfalls gleiche Raumeinheiten (von je 22' Breite) aufgeteilt erscheint. Es bildet somit der Gang ein Rechteck von 22'×52', und rechts und links davon liegen je vier Rechtecke von 22'×13', deren Summe ebenfalls eine Fläche von 22'×52' ergibt.

Aus Vorstehendem folgt ferner, daß immer ein Kollergang neben einer Rinne stehen muß; denn ein 3' breiter Estrichstreifen für eine Rinne und ein 10' breiter Streifen für einen Kellergang ergeben zusammen eine Grundrißeinheit von 13' Breite wie bei den Keltern.

Wie oben gezeigt, darf einer Kelter auf der einen Seite des Ganges nicht wieder eine Kelter so gegenüber stehen, daß die Achsen der beiden Keltern eine gerade Linie bilden; daher kann, da der Gang vor jeder Kelter als Arbeitsraum freibleiben muß, einer Kelter auf der einen Seite des Ganges auf der anderen Seite des Ganges nur der Raum für einen Kellergang und für eine Rinne gegenüber liegen. Das folgt, abgesehen von der Notwendigkeit eines unbehinderten Arbeitens, auch aus den aufeinander abgestimmten Breiten. Denn wenn die Vorderseite einer Kelter vielleicht notwendigerweise gerade 13' breit sein mußte, so brauchten der Raum für den Kellergang und der Raum

für die Rinne zusammen sicherlich nicht ebenfalls gerade 13' breit zu sein. Diese Breite von (10' + 3') ist daher beabsichtigt und soll zu der Breite der Vorderseite einer Kelter genau stimmen. Folglich, wenn sich auf einer Seite des Ganges Kelter — Rinne — Kollergang folgen, so müssen sich auf der anderen Seite umgekehrt Kollergang — Rinne — Kelter folgen.

Catos Ausdrücke *uti contra ora sient* und *exadversum* besagen somit nicht, daß man die Maßkette von der einen Seitenwand zu der anderen geradlinig durchmessen soll. Man mißt vielmehr erst die Länge der einen Kelter in der Geraden 1—2 (=22'), dann die Länge der gegenüberstehenden Kelter in der Geraden 3—4 (=22'). Zwischen den beiden Längen der 'versetzt gegenüberstehenden' (*exadversum*) Keltern liegt der Gang (=22'). *uti contra ora sient* besagt nur, daß ein Kelterpaar rechts und das andere links vom Gange so stehen soll, daß die Vorderseiten der beiden Paare am Gange liegen. Daß die Reihenfolge der Geräte auf jeder Seite z w e i m a l die gleiche ist, wird sich später aus der Betrachtung der Bauteile ergeben, die Cato als *trabs plana* und *trabecula* bezeichnet (vgl. unten S. 46).

### 3. Der lotrechte Aufbau einer Kelter.

#### a. Die Bäume (*arbores*) (Abb. 3).

Die Bäume sind mit Einschluß ihrer oberen Zapfen 9' hoch: c. 18, 2 *altas P. VIII cum cardinibus*. ('Mit den Zapfen 9' hoch'). Die Höhe des Zapfens beträgt 6" oder  $1\frac{1}{2}'$ , denn bei Cato ist nach der älteren Rechnungsweise  $1'=12''$ , während der Fuß später in 16" eingeteilt wurde. Daß jedenfalls bei Cato  $1'=12''$ , also  $1\frac{1}{2}'=6''$  ist, wird durch das glatte Aufgehen unserer unter dieser Voraussetzung angestellten Berechnung bestätigt. Wir rechnen  $1'=0,296$  m: c. 18, 4 *superiorem partem arborum digitos VI altam facito siet*. ('Den obersten Teil der Bäume mache 6" hoch'). Folglich bleiben für den Baum ohne die Zapfen  $8\frac{1}{2}'$  Höhe.

Für die Gründung der Bäume wird eine besondere Baugrube in einer Tiefe von 5' ausgehoben: c. 18, 3 *arbores ubi statues, fundamenta bona facito, alta P.V.* ('Wo du die Bäume aufstellen willst, mache eine Baugrube mit tragfähiger Sohle in einer Tiefe von 5').

Auf die Sohle der Baugrube wird als Unterlage (Auflager) für den Fuß des Baumes ein Quader von 5' Länge,  $2\frac{1}{2}'$  Breite und  $1\frac{1}{2}'$  Höhe gelegt: c. 18, 3 *inibi lapides silices; totum forum longum P.V, latum P. II S, crassum P. I S.* ('Dahinein lege Quader; den ganzen Auflagerstein [mache] 5' lang,  $2\frac{1}{2}'$  breit und  $1\frac{1}{2}'$  hoch'). Hierzu bemerkt richtig A. L. F. Meister a. a. O. 18: 'Ich zweifle nicht, daß *forum* dasselbe ist wie der Stein, worauf die Bäume gestellt werden'. Das ist der Sache nach richtig; *forum*, eigentlich Loch, ist hier die Grube, auf deren Sohle der Stein gelegt wird; auch das *forum Romanum* ist ein Loch in Rom zwischen den umgebenden Bergen (*montes*) und Abhängen (*colles*)<sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> Vgl. Philolog. Wochenschr. 50, 1930, 126 ff.

Auf diesen Quader werden die Bäume gestellt: c. 18, 4 *ibi arbores ... in lapide statuio*. ('In dieser Baugrube stelle die Bäume ... auf den Quader').

Jeder Baum hat einen Querschnitt (Grundriß) von  $2' \times 2'$ , und zwischen den beiden Bäumen soll ein Zwischenraum von  $1'$  Breite bleiben. Wenn man also die beiden Bäume mit diesem Abstande von  $1'$  auf den Quader setzt, dann liegen die Schmalseiten des Quaders mit den Außenseiten der Bäume bündig; vorn und hinten aber springt der Quader (Auflagerstein) um je  $1/4 = 3''$  vor. Wir weisen auf diesen auffälligen Unterschied zwischen den Schmal- und Langseiten des Quaders hin.

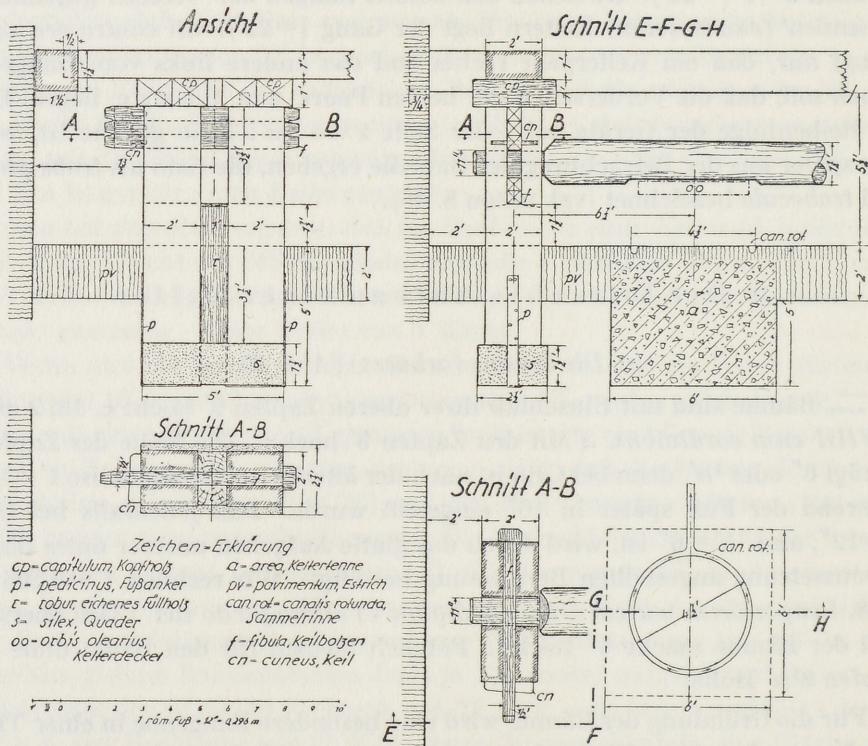


Abb. 3. Die Bäume (*arbores*) der Ölkelter.

In dem soeben besprochenen Satze Catos haben wir das Wort *pedicino* ausgelassen. Wir vermuten, daß Cato unter *pedicinus* einen eisernen Fußanker versteht: c. 18, 4 *ibi arbores pedicino in lapide statuio*. ('In dieser Baugrube stelle vermittels eines Fußankers die Bäume auf den Quader'). Dem geht die Angabe voran, in den Quader solle für die beiden Fußanker ein Loch ausgemeißelt werden: c. 18, 4 *ibi foramen pedicinis duobus facito*. ('In diesem Quader meißele für die beiden Fußanker ein Loch aus').

Wir denken uns dieses Loch in der Mitte des Quaders,  $1'$  lang, entsprechend dem lichten Abstand der Bäume voneinander. Den Fußanker denken wir uns als Flacheisen von  $5''$  Breite und  $1/3''$  Dicke. Daher denken wir uns die Breite des Loches im Quader zu  $6'' = 1/2'$ , so daß der Anker bequem durch das Loch hindurchgesteckt und an die Schmalseiten des Loches angelegt werden kann.

Jeder Baum bekommt einen Anker. Die Form des Ankers denken wir uns U-förmig: unter dem Quader ein 2' langer waagerechter Steg, die Schenkel in einer Länge von etwa 4'; der äußere Schenkel an der Schmalseite des Quaders 1 $\frac{1}{2}$ ' und an der äußeren Seite des Baumes noch 2 $\frac{1}{2}$ ' emporgeführt; der innere Schenkel in einer Länge von 1 $\frac{1}{2}$ ' an der Schmalseite des Loches im Quader und 2 $\frac{1}{2}$ ' an der Innenseite des Baumes emporgeführt. Aber alle diese Einzelheiten sind Annahmen, ebenso wie die Stärke des Flacheisenankers. Dafür aber, daß der lange Schenkel an der Außenseite des Baumes emporgeführt zu denken ist, spricht der oben als auffällig hervorgehobene Umstand, daß die Außenseiten der Bäume mit den Schmalseiten des Quaders bündig sind. Über die Ausfüllung des Loches im Sockelquader sagt Cato nichts.

Der freie Raum zwischen zwei Bäumen soll durch einen Eichenklotz ausgefüllt, und die dann noch verbleibenden Hohlräume sollen mit Blei vergossen werden: c. 18, 4 *inter duas arbores quod loci supererit, robore expleto. eo plum- bum infundito.* ('Den Zwischenraum, der zwischen den zwei Bäumen frei bleibt, fülle mit einem Eichenklotz aus. In die Hohlräume gieße Blei').

Für die Gestalt und für die Abmessungen des Eichenklotzes kommen folgende Erwägungen in Frage: 1) Die inneren Schenkel des rechtwinklig abgebögenen Ankers müssen fest gegen die Schmalseiten des Loches im Quader gedrückt sein, wenn der Anker seinen Zweck erfüllen soll; man muß daher annehmen, daß das Loch im Quader nach dem Aufstellen der Bäume durch den Eichenklotz mit ausgefüllt wird. Es handelt sich bei dem Loch im Quader um einen Hohlraum von 1 $\frac{1}{2}$ ' (Annahme)  $\times 1' \times 1\frac{1}{2}'$ . — 2) Oberhalb des Quaders handelt es sich zwischen den Bäumen um einen Zwischenraum mit einer Grundfläche von 1'  $\times$  2'. — 3) Bezuglich der Höhe des Eichenklotzes wird sich später zeigen, daß er 1 $\frac{1}{2}$ ' über den Estrich emporgeführt werden muß.

Der Eichenklotz besteht somit aus einem prismatischen Hauptkörper mit einem Querschnitt von 1'  $\times$  2' und einer Höhe von 5' und aus einem prismatischen unteren zapfenförmigen Fortsatz, der den ganzen Hohlraum im Quader auszufüllen hat, mit einem Querschnitt von 1'  $\times$  1 $\frac{1}{2}$ ' und einer Höhe von 1 $\frac{1}{2}$ '. Die beiden Maße von 1' werden in beiden Fällen mit Rücksicht auf die Stärke der beiderseitigen Fußanker knapp genommen werden müssen (etwa 11"). Da also zwischen dem Eichenklotz einerseits und den Innenseiten der Bäume und den Schmalseiten des Loches im Quader andererseits beiderseits neben den Schenkeln des eisernen Fußankers Hohlräume bleiben, die auszufüllen sind, gibt Cato die Weisung, daß Blei hineingegossen werden soll.

Da die ganze Baugrube 5' tief ist und die Höhe des Auflagersteines 1 $\frac{1}{2}$ ' beträgt, bleiben für den Baum, soweit er über dem Estrich sichtbar ist, nach Abzug der 6" = 1 $\frac{1}{2}$ ' für den Zapfen noch 5' Höhe übrig. Dieser über dem Boden sichtbare Teil des Baumes hat einen Schlitz von 3 $\frac{1}{2}$ ' Höhe und 6" Breite: c. 18, 1 *foramina longa P. IIIS, exculpta digitos VI.* ('Die Schlitzte [mache] 3 $\frac{1}{2}$ ' hoch, in einer Breite von 6" ausgestemmt').

Der Schlitz beginnt 1 $\frac{1}{2}$ ' über dem Boden: c. 18, 2 *ab solo foramen primum P. IS.* ('Vom Boden [gemessen, lege] den Anfang des Schlitzes 1 $\frac{1}{2}$ ' hoch [an']). *primum* ist partitiv; der Blick des Betrachters geht diesmal von unten nach oben; da ist *foramen primum* der Teil des Schlitzes, auf den man zuerst stößt,

d. h. seine untere Begrenzung. Nur bis zu dieser unteren Begrenzung des Schlitzes  $1\frac{1}{2}'$  über dem Estrich darf die obere Begrenzung des Eichenklotzes (*robur*) reichen.

Wenn der Schlitz in einer Höhe von  $1\frac{1}{2}'$  über dem Boden beginnt und  $3\frac{1}{2}'$  hoch ist, so sind das zusammen 5', d. h. der Schlitz endet in der Kopffläche des Baumes. Folglich ist jeder Baum oben gabelförmig geöffnet. Unten hat er einen vollen quadratischen Querschnitt von  $2' \times 2'$  auf 5' Höhe (wovon  $3\frac{1}{2}'$  im Boden stecken); jede Gabel hat einen Querschnitt von  $2' \times 3\frac{1}{4}'$  und ist  $3\frac{1}{2}'$  hoch (ohne die Zapfen).

Die Zapfen sind  $6'' = 1\frac{1}{2}'$  hoch. Ihre sonstigen Abmessungen bleiben dem Zimmermann überlassen. Auf sie wird ein eichenes Kopfholz aufgesetzt, so daß die beiden Gabelzinken des Baumes zusammengehalten sind: c. 18, 4 *eo capitulum robustum indito*. ('Auf die Zapfen der Bäume setze ein eichenes Kopfholz auf').

Wir haben *capitulum* mit 'Kopfholz' übersetzt. Handelte es sich um einen Steinbau, dann wäre die richtige Übersetzung 'Kapitell'. Über seinen Zweck, seine Gestalt und seine Maße sagt Cato nichts; nur den Werkstoff gibt er an: es soll ein Eichenklotz sein. Aber alles wirklich Wissenswerte läßt sich erschließen:

1) Da die Bäume(*arbores*) oben in eine offene Gabel auslaufen, so soll das Kopfholz die Gabel schließen, um ein Auseinanderklaffen der beiden Gabelzinken zu verhindern und um weitere Lasten oben darauf legen zu können, von denen im nächsten Abschnitt zu reden sein wird. Dem ersten Zwecke dienen die Zapfen(*cardines*), in die die Gabelenden der Bäume auslaufen und die in das Kopfholz eingreifen.

2) Da die Bäume (*arbores*) 1' niedriger sind als die Pfähle (*stipites*), so muß das Kopfholz 1' hoch sein, um den Höhenunterschied zwischen Bäumen und Pfählen auszugleichen.

3) Da oben auf dem Baume Flächen zu überdecken sind, deren äußere Begrenzung dem Baumquerschnitt  $2' \times 2'$  entspricht und es zum Begriff des Kapitells (beim Steinbau) gehört, daß es über den Schaft des Pfeilers oder der Säule überkragt, so muß das Kopfholz ein Rechtkant (Parallelepipedon) von einer Grundfläche sein, die größer als  $2' \times 2'$  ist.

4) Von unten greifen in das Kopfholz die Zapfen der Bäume  $1\frac{1}{2}'$  tief ein. Entsprechend tiefe Löcher müssen also von unten in das Kopfholz eingeschlagen sein. Damit das Kopfholz trotz dieser Schwächung seinen Zweck erfüllen kann, muß genügend Vorholz nach vorn und nach hinten vor den Zapfenlöchern vorhanden sein, damit durchgehende Schwundrisse vermieden werden und die Gefahr des Aufreißens möglichst gering ist. Wir glauben deshalb, daß das Kopfholz nach vorn wie nach hinten etwa  $1\frac{1}{2}'$  vorkragte, also eine Länge von 3' in der Richtung der Längenachse der Kelter gehabt haben muß. Man darf ohne weiteres annehmen, daß 'Langholz' den Schlitz der Bäume überbrückte. Denn die Gabelenden waren nur dann dauerhaft miteinander verbunden, wenn Langholz die Zapfen verband.

5) Aber auch seitlich war ein Vorkragen des Kopfholzes von Vorteil, wie ja auch beim Steinbau die Kapitelle allseitig vorkragen, und zwar dort nach allen Seiten gleichweit. Würde man hier auf den Bäumen die Kopfhölzer auch seitlich je  $1/2'$  vorkragen lassen, dann würden sich die Kopfhölzer auf den zwei Bäumen einer Kelter in der Mitte zwischen den Bäumen berühren. Das hätte nicht geschadet; man konnte sich aber auch mit einem seitlichen Überstand von nur je  $1/4'$  begnügen (vgl. Abb. 3).

Daraus ergibt sich, daß das Kopfholz (*capitulum*) ein eichenes Rechtkant (Parallelepipedon) von 1' Höhe und schätzungsweise 3' Länge und  $2\frac{1}{2}'$  Breite war. Da Klötzte von solchen Abmessungen schwer zu beschaffen gewesen sein werden, haben wir Abb. 3 das Kopfholz als Doppelholz entworfen und jedes der beiden Hölzer von  $1\frac{1}{4}'$  Breite für sich verzapft.

#### b. Die Pfähle (*stipites*) (Abb. 4).

Bei der Gründung der Pfähle (*stipites*) ist ebenfalls eine Baugrube von 5' Tiefe auszuheben: c. 18, 5 *uti siet, stipites ubi stent, fundamenta P.V facito.* ('Damit [ein Lager] da ist, worauf du die Pfähle stellen kannst, mache eine Baugrube von 5' [Tiefe]').

In die Baugrube kommt wieder ein Auflagerstein: c. 18, 5 *ibi silicem longum P. IIS, latum P. IIS, crassum P. IS planum statuito.* ('In diese Baugrube lege einen Quader von  $2\frac{1}{2}'$  Länge,  $2\frac{1}{2}'$  Breite und  $1\frac{1}{2}'$  Höhe auf seine flache Seite').

Ohne Fußanker werden die Pfähle auf den Quader gestellt: c. 18, 5 *ibi stipites statuito.* ('Auf diese Quadern stelle die Pfähle').

Mit dem anderen Pfahle desselben Pfahlpaars macht man es ebenso: c. 18, 5 *item alterum stipitem statuito.* ('Ebenso stelle den anderen Pfahl auf').

Die Pfähle haben wie die Bäume einen Querschnitt (Grundriß) von  $2' \times 2'$ . Der Auflagerstein für die Pfähle hat eine Grundfläche von  $2\frac{1}{2}' \times 2\frac{1}{2}'$ . Folglich bleibt auf allen vier Seiten ein Überstand (Vorsprung) von  $\frac{1}{4}' = 3''$ . Bei den Bäumen fehlt dieser Vorsprung an den beiden Außenseiten, worauf wir unsere Vermutung über das Wesen des Fußankers begründet haben.

Im Gegensatz zu den Bäumen steht jeder Pfahl auf einem besonderen Quader. Um das klar hervorzuheben, fügt Cato der ersten Schilderung der Pfahlgründung die oben ausgehobene Bemerkung hinzu, daß man den anderen Pfahl desselben Paars ebenso aufzubauen habe.

Wie die Bäume stecken auch die Pfähle  $3\frac{1}{2}'$  tief im Boden. Sie haben mit Einschluß der Zapfen eine Gesamthöhe von 10': c. 18, 2 *altos cum cardinibus P. X.* ('Mit den Zapfen 10' hoch'). Die Höhe der Zapfen wird nicht angegeben; aber man wird berechtigt sein, die Zapfen oben auf den Pfählen ebenso hoch anzunehmen wie die Zapfen oben auf den Bäumen, nämlich  $6'' = \frac{1}{2}'$ . Somit bleibt für die Pfähle eine sichtbare Höhe von 6' vom Estrich bis zur Kopffläche. Da die entsprechende Höhe der Bäume ohne das Kopfholz nur 5' beträgt, haben wir, wie schon gesagt, dem Kopfholz zum Ausgleich des Höhenunterschiedes eine Höhe von 1' gegeben.

4. Der Rahmen (*trabes planae* und *trabeculae*).

## a. Regelfall (Abb. 4).

Wir kommen zu einer neuen Schwierigkeit, die bisher nicht zu lösen war, ohne dem Cato-Text Gewalt anzutun, die sich aber bei unserer Grundrißanordnung einfach löst und dadurch umgekehrt die Richtigkeit unserer Lösung bestätigt. Es handelt sich um die Bauteile, die Cato als *trabs* (*trabs plana*) und *trabecula* bezeichnet. Wir nennen sie 'Flachbalken' und 'Querbalken'.

Geht man den Gang entlang, so folgen sich nach unserer Grundrißanordnung (vgl. Abb. 1) auf der einen Seite Kelter — Rinne und Kollergang — Kelter — Rinne und Kollergang; auf der anderen Seite ist es umgekehrt. Die Breite

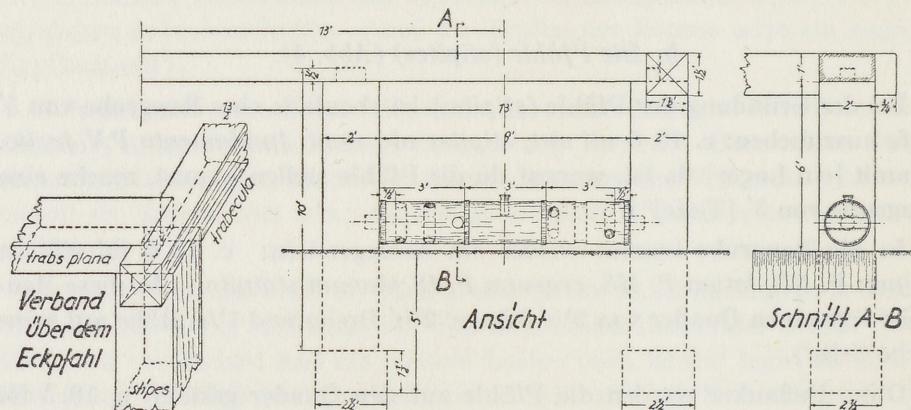


Abb. 4. Die Pfähle (*stipites*) der Ölkelter.

einer Kelter, die Breite des Raumes für Rinne und Kollergang und die Breite der zweiten Kelter betragen je 13', zusammen 39'. Cato verlangt 37' Länge für den Flachbalken, der auf die Bäume und auf die Pfähle gelegt werden soll: *c. 18, 5 insuper arbores stipitesque trabem planam inponito, latam P. II, crassam P. I, longam P. XXXVII.* ('Auf die Bäume und auf die Pfähle lege einen Balken von 2' Breite, 1' Höhe und 37' Länge auf seine Breitseite').

Auch hier hat A. L. F. Meister a. a. O. 20 richtig den Weg gewiesen: 'Bezüglich des Flachbalkens, der auf Bäume und Pfähle zu legen ist, glaube ich darauf hinweisen zu müssen, daß es deren zwei sind; einer muß auf die Pfähle, der andere auf die Bäume gelegt werden, oder vielmehr auf das Kopfholz, das auf den Bäumen liegt; denn darauf führen die verschiedenen Höhen der Bäume und Pfähle, von denen die Pfähle 10' und die Bäume 9' hoch waren; das Kopfholz fügte also den Bäumen den zehnten Fuß hinzu'.

Legt man — um von den Bäumen zunächst abzusehen — einen solchen Flachbalken von 2' Breite und 37' Länge auf die Reihe der Pfähle, dann ergibt sich folgendes: Die Breite der Pfähle entspricht genau der Breite des Flachbalkens. Die Länge des Flachbalkens beträgt nur 37'. Legt man also den Flachbalken auf die Pfähle, dann läßt er auf den Kopfflächen der beiden äußersten Pfähle eine Fläche von 1' Länge frei. Oder mit anderen Worten: der Flach-

balken paßt auf die Reihe der Pfähle, und es bleibt an beiden Enden vor dem Hirnholz des Flachbalkens je eine Fläche von  $1' \times 2'$  auf jedem der äußeren Pfahlköpfe frei — um noch einem anderen Zwecke zu dienen. Legt man entsprechend einen Flachbalken von  $2'$  Breite und  $37'$  Länge hinten auf die Reihe der Bäume — genauer: auf die Kopfhölzer, die die Schlitze der Bäume überbrücken —, dann kragt der Flachbalken an jedem Ende mit einem freien Kragarm über.

Für die vier Keltern sind vier Flachbalken nötig: zwei auf den zwei Reihen der Pfähle und zwei auf den zwei Reihen der Bäume. So starke und lange Hölzer waren vollkantig schwer aufzutreiben. Deshalb fährt Cato mit der Bemerkung fort: *c. 18, 6 vel duplices indito, si solidas non habebis.* ('Oder lege Doppelbalken auf, wenn du Balken aus einem Stück nicht hast'). Der einzelne Balken hat jetzt nur einen Querschnitt von  $1' \times 1'$ .

Der Abstand von der Vorderfläche der Pfähle und ihres Flachbalkens bis zur Wand hinter den Bäumen beträgt  $22'$ . Die *trabecula*, von uns Querbalken genannt, hat bei einem Querschnitt von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  eine Länge von  $23\frac{1}{2}':$  *c. 18, 5 trabeculam pedum XXIIIS inponito sesquipedalem, aut binas pro singulis eo supponito.* ('Lege einen Querbalken von  $23\frac{1}{2}'$  Länge und von einem Querschnitt von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  auf, oder setze einen Doppelbalken anstatt eines einfachen dafür ein').

*eo supponito* bedeutet, daß der Doppelbalken ein Ersatz für den einfachen Balken sein soll, wenn man kein geeignetes Bauholz hat. Wie sich dann der Querschnitt zusammensetzt, ist nicht zu sagen. Man wird zwei Einzelbalken von  $\frac{3}{4}' \times 1\frac{1}{2}'$  nebeneinander auf ihre Schmalseiten gelegt und miteinander verbolzt oder durch Eisenbänder zusammengehalten haben. Bekanntlich stehen auch bei griechischen Steintempeln die Einzelstücke gekuppelter Architrave hochkant. *eo supponere* heißt also in übertragener Bedeutung 'ersetzen'; wollte man es in räumlicher Bedeutung nehmen, dann würde es dem vorhergehenden, räumlich gemeinten *inponere* widersprechen.

Die *trabecula*, der Querbalken, ist  $23\frac{1}{2}'$  lang. Die Länge dieses Querbalkens von  $23\frac{1}{2}'$  paßt also zur Überbrückung der  $22'$  der Länge der Kelter, und es ergibt sich dabei ein Überschuß an Länge von  $1\frac{1}{2}'$  — um noch einem anderen Zwecke zu dienen. Wegen dieser zueinander passenden Maße nehmen wir an, daß die *trabecula* zur Querverbindung der beiden Flachbalken miteinander und mit der dahinter liegenden Wand gedient hat. Sie hat quer, d. h. winkelrecht, zu den Flachbalken gelegen, weshalb wir sie als Querbalken bezeichnen.

Der Querbalken muß mindestens zwei Auflager haben; denn Cato sagt von ihm: *inponito* ('Lege ... auf'). Als vorderes Auflager bietet sich die halbe Kopffläche des Eckpfahls, die nicht vom Flachbalken in Anspruch genommen ist. Als hinteres Auflager bietet sich die Mauer, die  $2'$  hinter der Baumreihe und ihrem Flachbalken liegt.

Bei einer Berechnung der Längen ergibt sich folgende Maßkette: Auflager auf dem Eckpfahl  $2'$ , lichter Abstand zwischen dem vorderen und dem hinteren Flachbalken  $16'$ , Breite des hinteren Flachbalkens  $2'$ , lichter Abstand bis zur Wand  $2'$ , zusammen  $22'$ . Da der Querbalken  $23\frac{1}{2}'$  lang ist, so bleiben noch

$1\frac{1}{2}'$  für die Auflagerung in der Wand und für Vorholz vor dem vorderen Flachbalken und dem Eckpfahl. Wie diese  $1\frac{1}{2}'$  aber aufzuteilen sind, hat Cato dem Ermessen des Zimmermanns überlassen. In unserer Zeichnung haben wir die  $1\frac{1}{2}'$  halbiert, so daß  $\frac{3}{4}'$  für die Auflagerung in der Mauer und  $\frac{3}{4}'$  für die Länge des Vorholzes herauskommen. Man könnte auch  $1'$  für die Auflagerung in der Mauer und  $\frac{1}{2}'$  für die Länge des Vorholzes rechnen<sup>3)</sup>.

Während der Querbalken hinten in der Mauer mit seinem ganzen Querschnitt in die Mauer einbinden kann, ist er an drei anderen Stellen einer Bearbeitung für den Holzverband zu unterziehen:

- 1) neben dem vorderen Flachbalken,
- 2) vorn auf dem Eckpfahl,
- 3) vor dem Hirnholz des hinteren Flachbalkens.

Die Art dieses Holzverbandes ergibt sich aus den von Cato angegebenen Abmessungen der Hölzer nach Länge und Stärke:

1) Legt man Querbalken und Eckpfahl außen (seitlich) bündig, dann muß der Querbalken, der  $1\frac{1}{2}'$  breit ist und eine Auflagerfläche von nur  $1'$  Breite vorfindet, auf  $\frac{1}{2}'$  Tiefe, in der Waagerechten gemessen, seitlich ausgeklinkt werden (vgl. Abb. 4 'Verband über dem Eckpfahl').

2) Legt man außerdem die Oberfläche von Querbalken und Flachbalken bündig, dann muß der Querbalken an der Stelle, wo er den halben Eckpfahlkopf zum Aufleger hat, an der unteren Seite ebenfalls  $\frac{1}{2}'$  tief, in der Lotrechten gemessen, ausgeklinkt werden. Der durch diese beiden Ausklinkungen geschwächte Querbalken hat dann über dem Eckpfahl immer noch einen Querschnitt von  $1' \times 1'$  (anstatt von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$ ), und als Vorholz bleibt ihm ein Rechtkant (Parallelepipedon) von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}' \times \frac{3}{4}'$  — oder von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}' \times \frac{1}{2}'$ , wenn man dem Vorholz nur  $\frac{1}{2}'$  Länge gibt.

3) Der Holzverband zwischen dem Querbalken und dem hinteren Flachbalken ist nunmehr durch die nach der Seite und nach oben bestimmte Lage des Querbalkens gegeben: Damit wieder die Oberflächen von Querbalken und Flachbalken bündig liegen, muß der Querbalken hier eine Aussparung vor der Hirnholzfläche des hinteren Flachbalkens erhalten. Da der hintere Flachbalken dieselbe Länge von  $37'$  hat wie der vordere Flachbalken, so muß die Aussparung, in der Waagerechten gemessen, wieder  $\frac{1}{2}'$  tief seitlich eingreifen. Bei der bündigen Lage der Oberflächen beider Hölzer ist die Aussparung, in der Lotrechten gemessen, nur  $1'$  tief, so daß das Ende des Flachbalkens eine Auflagerfläche von  $\frac{1}{2}' \times 2'$  vorfindet. Der durch diese Aussparung geschwächte Querschnitt des Querbalkens hat vor der Hirnholzfläche des hinteren Flachbalkens immer noch einen Querschnitt von  $1' \times 1\frac{1}{2}'$  und unter dem Flachbalken von  $\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$ , die bei der Lastübertragung zusammenwirken.

Überschaut man diese gegenseitige Lage der Flachbalken und der Querbalken, so bilden sie in ihrem Verbande einen rechteckigen, in sich geschlossenen Rahmen. Von diesen Rahmenhölzern haben wir den hinteren Flachbalken

<sup>3)</sup> J. Hörle zerlegt die  $23\frac{1}{2}'$  in  $22' + 1\frac{1}{2}'$  und läßt die  $1\frac{1}{2}'$  in der Umfassungsmauer der Kelterei verschwinden, weil die gewöhnliche Wandstärke gerade ebenfalls  $1\frac{1}{2}'$  betragen habe. Aber dann hat der Querbalken kein Vorholz und könnte seinen Zweck nur schlecht erfüllen, wenn man auch reichlich Eisenbänder hätte anbringen können.

auf die Bäume und den vorderen Flachbalken auf die Pfähle gelegt, entsprechend der bereits angeführten Angabe Catos: c. 18, 5 *insuper arbores stipitesque trabem planam inponito*. ('Auf die Bäume und auf die Pfähle lege einen Balken auf seine Breitseite'). Hierzu bemerken wir, daß zwar der vordere Flachbalken unmittelbar auf den Köpfen der Pfähle ruht, der hintere aber nicht unmittelbar auf den Köpfen der Bäume, sondern mittelbar durch das Mittel des Kopfholzes, das den Schlitz der Bäume überbrückt. Aber diese Kopfhölzer sind keine selbständigen Bauteile, weshalb sie Cato der Kürze halber nicht erst erwähnt. Unsere Deutung entspricht also doch Catos Worten *insuper arbores*.

Ferner haben wir die Querbalken unter die Flachbalken gelegt. Damit sind wir der folgenden Bauvorschrift Catos nachgekommen: c. 18, 5 *sub eas trabes ... trabeculam pedum XXIIIS inponito sesquipedalem*. ('Unter diese Flachbalken ... lege einen Querbalken von  $23\frac{1}{2}'$  Länge mit einem Querschnitt von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  ').

Wenn die Querbalken unter den Flachbalken liegen sollen, dann müssen die Flachbalken auf den Querbalken liegen. Das besagt eine dritte Bauanweisung Catos, in der außerdem noch einmal in einem Relativsatz gesagt wird, daß die Flachbalken auf den Bäumen und auf den Pfählen liegen: c. 18, 6 *in iis trabeculis trabes, quae insuper arbores stipites stant, conlocato*. ('Auf diese Querbalken lege die Flachbalken, die auf den Bäumen und Pfählen liegen, auf').

Dazu bemerken wir: Wenn man den hinteren Flachbalken, der auf den Bäumen liegt, zuerst ins Auge faßt, so liegt dieser innerhalb einer Aussparung der Querbalkens auf dem unten stehen gebliebenen Stege, so daß der Querbalken den Flachbalken von unten unterstützt, also tatsächlich darunter liegt. Faßt man dagegen den vorderen Flachbalken ins Auge, der auf den Pfählen liegt, so greift er nur in eine Ausklinkung des Querbalkens ein, ruht aber auf keinem Stege des Querbalkens, sondern ausschließlich auf dem halben Kopfe des Eckpfahls. Er scheint aber ebenfalls auf dem Querbalken aufzuliegen, weil die Unterseite des Querbalkens  $\frac{1}{2}'$  tiefer als die Unterseite des vorderen Flachbalkens liegt und die Vorderansicht des Vorholzes den vollen Querschnitt des Querbalkens in  $1\frac{1}{2}'$  Breite und  $1\frac{1}{2}'$  Höhe zeigt.

Die Querbalken sind, als Teile des Rahmens betrachtet, aufgekämmte Zangen. Aufkämmungen dieser und ähnlicher Art sind der Antike auch sonst geläufig. In Apollodors Poliorketik p. 165, 5 ist der griechische Ausdruck dafür *περιστομίδες*<sup>4)</sup>.

Außer den drei soeben besprochenen Angaben Catos über die Flach- und Querbalken findet sich noch die folgende vierte über die Lage des Querbalkens im Verhältnis zu den Rinnen und zu den Wänden der Kelterei: c. 18, 5 *inter canalis et parietes extremos, ubi trapeti stent*. ('Zwischen den Rinnen und den [inneren] Wandflächen, wo die Kollergänge aufzustellen sind').

*parietes extremos* hat man bisher nicht verstanden. *extremus* könnte erstens Ordinalzahl sein. Dann würde es von mindestens drei Wänden die ent-

<sup>4)</sup> Vgl. Philolog. Wochenschr. 51, 1931, 1596 ff.

fernteste Wand bezeichnen. In der Kelterei sind immer nur zwei Wände gleichlaufend (parallel); es könnte also höchstens der Komparativ *exterior* gebraucht werden. Diese Bedeutung scheidet also aus. So bleibt nur die partitive Bedeutung. *paries extremus* ist der äußerste Teil ein und derselben Wand, also die Wandfläche. Und da wir uns beständig innerhalb der Kelterei befinden, so nennt Cato *parietes extremos* die inneren Wandflächen. Diese Deutung findet ihre Bestätigung durch Palladius I 18, wo eine Rinne rings herum an den Wänden der Kelterei (*circa extremos parietes*) läuft. Ebenso soll nach Palladius I 23 *circa parietes cortis extremos* eine Reihe von Vogelnestern angebracht werden, um den Vogelmist zu gewinnen. Auch hier kann es sich nur um die Innenflächen der Hofmauern handeln. Cato will sagen, daß die Querbalken den Rinnen und der Vorder- und Rückwand der Kelterei gleichlaufend (parallel) sein sollen. *inter* bedeutet hier gleichlaufend (parallel). Ein Kollergang steht an der Vorder- und einer an der Rückwand.

*b. Sonderfall (Abb. 5).*

Cato gibt noch einen Sonderfall der Grundrißanordnung für die Keltern und Kollergänge. Wenn man keine 37' langen Flachbalken aufstellen kann, dann kann man auch mit 22' langen Flachbalken bauen: *c. 18,8 si trabes minores facere voles... si ita feceris, trabes P. XXII longae opus erunt.* ('Wenn du kürzere Flachbalken einbauen willst... wenn du es so machst, sind 22' lange Flachbalken erforderlich').

Auch hier beruht die Lösung des Rätsels auf der richtigen Stellung der Keltern im Grundriß zueinander: Die Keltern stehen jetzt paarweise ohne Zwischenraum dicht nebeneinander, jedoch wieder rechts und links vom Gange gegeneinander versetzt, damit wieder vor jedem Kelterpaar der Gang für das Arbeiten mit den langen Haspelarmen freibleibt.

Wenn zwei Keltern dicht nebeneinander stehen, erübrigt sich ein Pfahl (*stipes*) in der Mitte der Vorderseite. Die Vorderseite eines Kelterpaars mißt jetzt nur 24' (statt 26'). Die Maßkette der Vorderseite eines Kelterpaars ist nämlich folgende: Pfahl 2' + Haspelbaum 9' + Pfahl 2' + Haspelbaum 9' + Pfahl 2' = 24'.

Der Flachbalken wird von Cato mit 22' Länge angegeben. So ergibt sich beim Sonderfall derselbe Längenunterschied von 2' zwischen der Länge der Vorderseite und der Länge des Flachbalkens: im Regelfalle 39' und 37' und im Sonderfalle 24' und 22'. Es bleibt also wieder an jedem Ende 1' auf der Kopffläche der äußeren Pfähle vor dem Hirnholz des Flachbalkens für das Auflager des Querbalkens (*trabecula*) frei. Wir betrachten dieses glatte Aufgehen der Rechnung als Beweis für die Richtigkeit unserer Lösung. Die Lagerung der zwei Querbalken in der Wand, das Abfangen der Enden des hinteren Flachbalkens auf den Querbalken, die Stützung und Verbindung des vorderen Flachbalkens auf den Eckpfählen sind baulich genau so durchgebildet wie bei dem Rahmen des Regelfalles (vgl. Abb. 4).

Wenn im Sonderfalle zwei Keltern dicht nebeneinander rücken, ist zwischen diesem Kelterpaar kein Platz mehr für eine Rinne. Die beiden Rinnen für die beiden Keltern müssen daher beider außerhalb der Bäume (*arbores*) und

Pfähle (*stipites*) angelegt werden. Das betont Cato ausdrücklich: *c. 18, 8 si trabes minores facere voles, canalis extra columnam expolito.* ('Wenn du kürzere Flachbalken einbauen willst, dann bringe die glattverputzten Rinnen außerhalb der Ständer an').

*columna* ist kollektiver Singular und bezeichnet die Gesamtheit der Bäume (*arbores*) und Pfähle (*stipites*), die unter dem höheren Begriff 'Ständer' (*columna*) zusammengefaßt werden; *extra columnam* heißt also außerhalb des

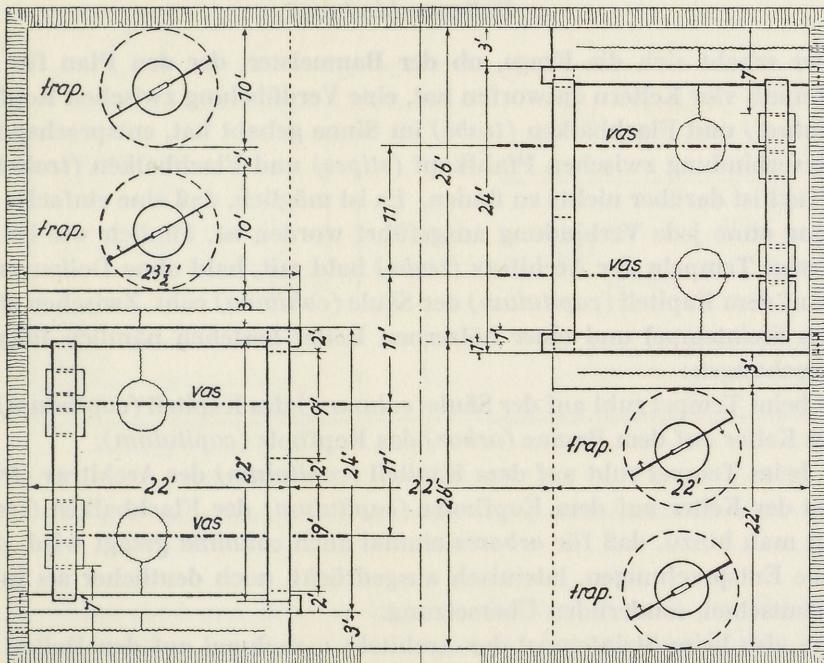


Abb. 5. Der Rahmen im Sonderfalle.

Raumes, wo die Ständer stehen, d. h. außerhalb der rechteckigen Estrichfläche, über der, von den *columnae* = *arbores* + *stipites* getragen, der rechteckige Rahmen liegt. Im Regelfalle (vgl. Abb. 1) liegt eine Rinne allerdings ebenfalls außerhalb der Bäume und Pfähle (*extra columnam*); aber die andere liegt innerhalb. Im Sonderfalle liegen beide außerhalb.

Unter der Voraussetzung, daß die Tiefe (*longitudo*) des Kelterhauses auch im Sonderfalle 52' betragen soll, ergibt sich folgende Aufteilung der Grundrißfläche im Sonderfalle: Rechts und links vom Gange muß neben jedem Querbalken (*trabecula*) eine Fläche von 3' Breite für eine Rinne vorhanden sein, also 3' + 24' + 3' (Rinne + Kelterpaar + Rinne). Folglich bleiben für zwei Kollergänge, die ein Paar bilden und in einer Flucht gleichlaufend mit dem Gange stehen, 52' - 30' = 22' gegen nur 20' im Regelfalle. Wenn der eine Kollergang so nahe an der Wand und der andere so nahe am Querbalken aufgestellt wird wie im Regelfalle, dann bleibt zwischen den beiden Kollergängen (die je 10' für ihren Tummelbaum beanspruchen) ein erwünschter Durchgang von 2' frei. Beim Durchschreiten des Kelterhauses ergeben sich daher (auf

unserer Zeichnung links vom Gange) folgende Breiten für die einzelnen Streifen der Grundfläche: Rinne 3' + Kelterpaar 24' + Rinne 3' + Kollergang 10' + Durchgang 2' + Kollergang 10' = 52'.

Aus Abb. 5 ersieht man, daß die Achsen der zwei Keltern innerhalb des Rahmens 11' Abstand voneinander haben und daß die beiden inneren gegenüberstehenden Keltern ebenfalls um 11' gegeneinander versetzt sind (gegen 13' im Regelfalle).

### c. Dollenverbindung?

Hier erhebt sich die Frage, ob der Baumeister, der den Plan für eine Kelterei mit vier Keltern entworfen hat, eine Verdübelung zwischen Kopfholz (*capitulum*) und Flachbalken (*trabs*) im Sinne gehabt hat, entsprechend der Zapfenverbindung zwischen Pfahlkopf (*stipes*) und Flachbalken (*trabs*). Im Cato-Text ist darüber nichts zu finden. Es ist möglich, daß eine einfache Auflagerung ohne jede Verbindung ausgeführt worden ist, ähnlich wie bei den steinernen Tempeln der Architrav (*trabs*) bald mit, bald ohne Dollenverbindung auf dem Kapitell (*capitulum*) der Säule (*columna*) ruht. Zwischen einem antiken Steintempel und einer hölzernen Kelter bestehen nämlich folgende Entsprechungen:

- 1) beim Tempel ruht auf der Säule (*columna*) das Kapitell (*capitulum*) wie bei der Kelter auf dem Baume (*arbor*) das Kopfholz (*capitulum*);
- 2) beim Tempel ruht auf dem Kapitell (*capitulum*) der Architrav (*trabs*) wie bei der Kelter auf dem Kopfholze (*capitulum*) der Flachbalken (*trabs*). Nimmt man hinzu, daß für *arbores* einmal auch *columna* gesagt wird, dann sind die Entsprechungen, lateinisch ausgedrückt, noch deutlicher als in unserer deutschen, sondernden Übersetzung.

Wie also beim Steintempel der Architekt manchmal auf den Dollen verzichtete, so konnte es auch der Zimmermann bei der Holzkelter. Holz rieb sich auf Holz, und der stützende Bauteil mußte sich in den gestützten einfressen, so daß der ziemlich hoch zu bewertende Reibungswiderstand wesentlich dazu beitragen mußte, daß sich der unten fest eingespannte Baum oben nicht so leicht verschieben konnte. Aber eine Dollenverbindung mußte die Sicherheit weiter erhöhen.

### 5. Punkt symmetrische Grundriß aufteilung im Vierkelterhaus (Abb. 6).

Wir haben oben bereits darauf hingewiesen, daß der Architekt, der den Bauplan für das Vierkelterhaus entworfen hat, sichtlich eine möglichst große Regelmäßigkeit des Grundrisses erzielen wollte; denn der Gang brauchte sicherlich nicht gerade 22' breit zu sein, und die Räume für Rinnen und Kollergänge hätten vielleicht auch mehr oder weniger als gerade 13' breit gemacht werden können. Durch die gewählten Maße wird die Grundrißaufteilung punktsymmetrisch (zentrisch-symmetrisch).

Im Gegensatz zur axialen Symmetrie (Achsenpiegelung) heißt ein geometrisches Gebilde 'symmetrisch auf einen Punkt' oder zentrisch-symmetrisch,

wenn sich das Gebilde nach einer Drehung um  $180^\circ$  um den Mittelpunkt der Symmetrie herum selber deckt. Das trifft beim Vierkelterhause zu 1) auf den Regelfall, 2) auf den Sonderfall, und dabei 3) wieder auch auf die untere wie obere Hälfte des Regelfalles. Da der dritte Fall die einfachste Zeichnung erlaubt, haben wir ihn Abb. 6 dargestellt. Trapez abcd ist deckungsgleich mit dem Trapez ABCD. M, der Mittelpunkt der Symmetrie, liegt in der Mitte der Gangfläche, die bei 22' Breite 26' tief ist. Verbindet man M mit den vier Ecken

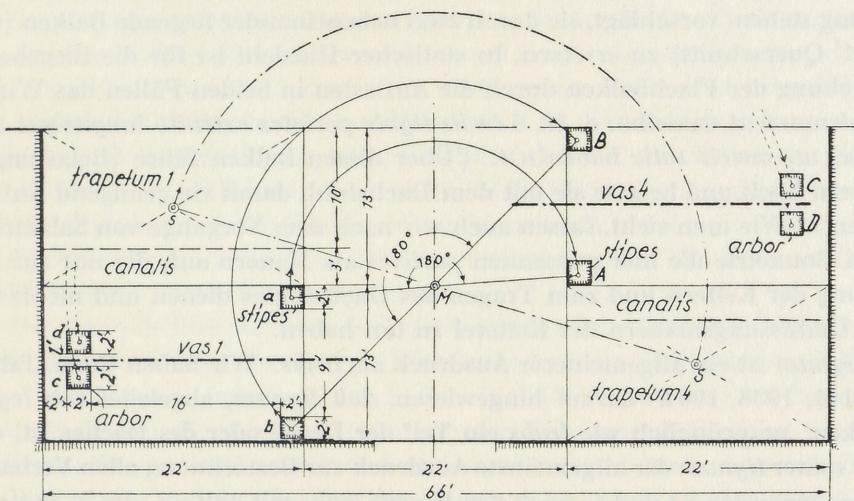


Abb. 6. Punktsymmetrische Lage zweier sich gegenüberstehender Keltern im Regelfalle.

des Trapezes abcd und dreht man jeden der von M nach den Eckpunkten gezogenen Strahlen um  $180^\circ$ , dann kommt das Trapez abcd (Kelter 1) in die Lage des Trapezes ABCD (Kelter 4). Auch die Grundrißflächen für die Rinnen und Kollergänge liegen punktsymmetrisch verteilt. Der Einfachheit halber haben wir nur die gegenseitige Lage der Schwerpunkte s und S dieser Flächen dargestellt.

Das Ergebnis ist: Der Architekt, der hier durch Catos Mund zu uns spricht (vermutlich ein Grieche), hat bewußt auf größte Regelmäßigkeit der Anlage hingearbeitet.

#### 6. Das Dach.

Wenn das Holzwerk der Kelter so weit gerichtet ist, daß der Rahmen die Reihe der Pfähle mit der Reihe der Bäume verbindet, müssen die vier Außenwände so weit hochgemauert sein, daß die hinteren Enden der Querbalken, die nach unserem Entwurf  $3/4'$  tief in das Mauerwerk eingreifen, ihr Auflager finden. Jeder Querbalken des Rahmens ist so zu einem Balken auf zwei Endstützen geworden, der vorn auf dem Eckpfahl und hinten auf der Umfassungsmauer aufliegt. Wird die Umfassungsmauer dann weiter bis zu ihrer endgültigen Höhe emporgeführt, dann sind die Querbalken in den Stand gesetzt, die beim Kelterbetrieb auftretenden waagerechten Schubkräfte abzufangen.

Die Bäume und Pfähle brauchen, um beim Betrieb der Kelttern nicht hochgewuchtet zu werden, noch einer bedeutenden Auflast. Sie wird durch zwei Mittel geschaffen. Erstens werden auf den 2' breiten Flachbalken (*trabes*) in ganzer Länge Belastungsmauern (*parietes*) errichtet, und zweitens wird auf diese Belastungsmauern noch die ganze Last des Holzes des Dachstuhles (*materia*) gelegt. In dieser gewaltigen Belastung ist der bedeutende Querschnitt des Flachbalkens von  $2' \times 1'$  begründet, und so erklärt es sich auch, daß Cato für den Fall, daß so starke Balken aus einem Stück nicht zur Verfügung stehen, vorschlägt, sie durch zwei nebeneinander liegende Balken (von  $1' \times 1'$  Querschnitt) zu ersetzen. In statischer Hinsicht ist für die Biegebeanspruchung der Flachbalken durch die Auflasten in beiden Fällen das Widerstandsmoment dasselbe: c. 18, 6 in *iis tignis parietes extruто iungitoque materiae, uti oneris satis habeat* (Über diesen Balken führe [Belastung]-mauern hoch und belaste sie mit dem Dachstuhl, damit sie genügend Auflast haben'). Wie man sieht, fassen auch wir nach dem Vorgange von Saboureaux de la Bonnetrie die hier genannten *parietes* als Mauern auf, die nur zur Belastung der Kelttern und zum Tragen des Dachstuhles dienen und nichts mit den Umfassungsmauern der Kelttere zu tun haben.

*tignum* ist ein allgemeinerer Ausdruck als *trabs*. Wir haben Bonn. Jahrb. 143/144, 1938, 100 ff. darauf hingewiesen, daß *tignum*, abgeleitet von *tegere* 'decken', ursprünglich wie *trabs* ein Teil der Decke oder des Daches ist, daß aber später *tignum* der allgemeinste Ausdruck zur Bezeichnung allen Verbandholzes geworden ist und so auch den Begriff *trabs* mit umfaßt, der in engerem Sinne den starken waagerecht gelagerten Balken bezeichnet. Hier steht also in *iis tignis* in der Hauptsache für *in iis trabibus*. Aber nur in der Hauptsache, denn es ist nicht anzunehmen, daß die Auflastmauern nur genau so lang gewesen sind wie die Flachbalken, d. h. 37' oder 22', sondern daß die Auflastmauern 39' oder 24' lang gewesen sind, also so lang wie am Gange die Flucht der Pfähle (*stipites*). Damit ist aber gesagt, daß die Auflastmauern zwar in der Hauptsache auf den Flachbalken (*trabes planae*) geruht haben, daß sie aber an beiden Enden auf je 1' Länge auch die Querbalken (*trabeculae*) bedeckten. Hätte also Cato geschrieben *in iis trabibus parietes extruто*, dann wäre das ungenau gewesen, und die *parietes* wären 2' zu kurz geworden. Genau hätte er schreiben müssen *in iis trabibus trabeculisque*. Er hat sich kürzer gefaßt und einen Ausdruck gewählt, der *trabes* und *trabeculae* zusammenfaßt, also *in iis tignis*.

Daß die Querbalken in ihrer ganzen Länge (und nicht bloß jeder in zweimal 2' Länge) ebenfalls Auflastmauern erhalten hätten, ist sehr unwahrscheinlich, weil es ihre Aufgabe war, als Zuganker zu dienen, und weil sie ohne Zwischenstütze auf 20' Länge nicht belastet werden konnten. Hätten sie sich, ohne zu brechen, auch nur durchgebogen, dann hätten sie ihre Aufgabe nicht mehr erfüllt, sondern nur Schaden angerichtet.

*materia* bedeutet an sich nur Bauholz (im Gegensatz zu *lignum* = Leseholz, Brennholz). Hier kann mit diesem Bauholz nur das Verbandholz des Dachstuhles gemeint sein. Ähnlich ist gleichbedeutendes *materiato* bei Vitruv IV 2, 1 das Holz des Daches im allgemeinen: Unterzüge, Gebinde und Latten

(*in aedificiis omnibus insuper conlocatur materia, variis vocabulis nominata*).

Die Handschriften haben *habeat*. Wäre der Singular richtig, dann könnte er sich nur auf den einzigen vorhergehenden Singular *materia* beziehen. Das ist aber unmöglich, denn die *materia* soll ja nicht eine Auflast erhalten, sondern selbst Auflast sein. Als möglicher Plural, der eine Auflast haben soll, geht nur in *iis tignis* vorher; zu *habea*⟨*n*⟩*t* ist also daraus als Subjekt *ea tigna* zu entnehmen. (*habeant* wurde *habeat* geschrieben, woraus *habeat* wurde).

*iungere* gebraucht Cato hier in demselben Sinne wie das Zwölftafelgesetz, das er als gebildeter Mann auswendig wissen mußte: *tignum iunctum aedibus* etc. (vgl. Festus p. 502 Lindsay). Im vorliegenden Falle wird jedes Gebinde des Dachstuhls dadurch mit dem Mauerwerk 'in Verbindung gebracht', daß es darauf gelagert wird; das *iungere* kommt also auf eine Belastung hinaus, woraus sich unsere Übersetzung erklärt. Im Zwölftafelrecht bedeutet *iungere*, daß die Balken des einen Hauses in das Mauerwerk des Nachbarhauses eingeschoben werden. Bei Cato wird dem Ausdrucke nach das Mauerwerk mit dem Holzwerk 'in Verbindung gebracht'.

Das Dach denken wir uns als Satteldach (von etwa 30° Neigung) mit dem First über der Achse des Ganges. Giebelwände sind die Vorder- und Rückwand des Hauses. Innerhalb der Lichtbreite des Hauses von 66' finden die Sparren da, wo die vier Auflastmauern der Keltern emporgeführt sind, ein Auflager; die Auflastmauern sind also entsprechend hoch emporzuführen. Ähnlich wird das Dach des antiken Steintempels durch die Cellawände und die beiden in die Cella gestellten Säulenreihen mit getragen.

## II. Der Fußboden.

### 1. Der Estrich (*pavimentum*).

Die Herstellung des Estrichs wird auf zweierlei Art hintereinander geschildert. Die erste Darstellung beginnt c. 18, 7 *ceterum pavimentum totum* . . ., die zweite c. 18, 7 *pavimenta ad hunc modum facito* . . .

Wir wenden uns zuerst der ersten Herstellungsweise zu:

<i>ceterum pavimentum totum:</i>	'Den ganzen übrigen Estrich (mache folgendermaßen):
<i>fundamenta P. II facito.</i>	Die Ausschachtung mache 2' tief.
<i>fundamenta primum festucato.</i>	Zuerst stampfe die (Sohle der) Ausschachtung fest.
<i>postea caementis minutis et calce harenato semipedem unumquodque corium struito.</i>	Dann bringe aus Kleinschlag u. Kalk-Sand-Mörtel 1½' stark jede einzelne Schicht auf'.

Da die Ausschachtung 2' beträgt, ist der fertige Estrich ebenfalls 2' stark; und da jede einzelne Schicht (gemeint ist: in festgestampftem Zustande) 1½' stark ist, soll der Estrich in vier Schichten, jede 1½' stark, gestampft werden.

Die lose aufgeschüttete Masse ist ein Gemisch von Kalk-Sand-Mörtel und Kleinschlag. Eine gute Verdichtung dieser Masse ist nur möglich, wenn

Schichten von etwa  $1/2'$  gestampft werden. Heutzutage werden z. B. Stützmauern aus erdfeuchtem Stampfbeton ebenfalls in Schichten von 15—20 cm Stärke eingebracht und gestampft.

Alle vier Schichten sind bei diesem Estrich gleich behandelt. Es ist also keine besonders zusammengesetzte Deckschicht aufgelegt, wie wir sie beim zweiten Verfahren kennen lernen werden. Wenn die gestampfte Schicht  $1/2'$  stark werden soll, ist das Gemisch (d. h. die Menge der losen Stoffe) in einer etwa 20% höheren Schicht aufzutragen wegen des sog. Stampfverlustes, der in der Hauptsache von der Güte der Stampfarbeit abhängig ist, aber auch vom Korn der Zuschlagstoffe.

Unter *calce harenato* verstehen wir einen Mörtel aus Kalk und Sand. Es erscheint uns abwegig, etwa an gepulverten Kalk zu denken, der 'sandähnlich' wäre. 'Kleinschlag' ist ein Fachausdruck aus dem Schotterstraßenbau. Bei der heutigen sog. wassergebundenen Schotterstraße werden bei der Makadambauweise meist zwei Lagen Steinschlag von verschiedener Korngröße eingebaut. Die untere Lage besteht aus faustgroßen Stücken ('Grobschlag'); die obere Decklage besteht aus 'Kleinschlag' von 4—6 cm Korngröße. Jede Lage wird für sich besonders eingewalzt und während des Walzens mit geringen Mengen Sand als Bindemittel versehen.

Über das Mischungsverhältnis von Kleinschlag und Kalk macht Cato keine Angaben. Das Feststampfen der Sohle der Ausschachtung vor dem Einbringen der untersten Estrichschicht empfiehlt er ohne Einschränkung. Nach Vitruv VII 1, 1 ist dagegen eine Verdichtung des Bodens der Sohle nur dann vorzunehmen, wenn der Boden ganz oder teilweise Schutt ist (*sin autem omnis aut ex parte congesticius locus fuerit, festucationibus cum magna cura solidetur*). Bei der zweiten Bauanweisung begnügt sich Cato dafür mit einfachem Einreiben (*ubi libraveris*). Die Festigkeit des Bodens ist hier stillschweigend vorausgesetzt. Dem entspricht bei Vitruv die Vorschrift: *quaeratur, solum si sit perpetuo solidum, et ita exaequetur* ('Man untersuche, ob der Boden durchaus tragfähig ist, und dann ebne man ihn ein').

Die Anweisung Catos für die Herstellung der zweiten Art von Estrich lautet folgendermaßen:

*pavimenta ad hunc modum facito:*

*ubi libraveris,*

*de glare a et calce harenato primum corium facito.*

*id pilis subigit.*

*item alterum corium facito.*

*eo calcem cribro subcretam alte digitos II.*

*ibi de testa arida pavimentum struito.*

'Den Estrich mache auf die folgende Weise:

Sobald du die Fläche waagerecht eingeebnet hast,  
mache aus Kies und Kalk-Sand-Mörtel die erste Schicht.

Stampfe sie mit Handrammen fest.  
Ebenso mache die zweite Schicht.

Darauf (streue) gesiebten Kalk 2" hoch.

Dann stelle aus (zerstampften) trockenen Tonscherben die Deckschicht her.

*ubi structum erit, pavito fricatoque, uti pavimentum bonum siet.*

Sobald die Deckschicht gemischt und angenäßt ist, stampfe sie fest und reibe sie glatt, damit es ein guter Estrich wird'.

Die Handschriften haben nicht *item*, sondern *idem*. *idem* würde bedeuten 'dieselbe Schicht'. Das wäre die erste Schicht (*primum corium*). Es handelt sich aber um die zweite Schicht (*alterum corium*). Sie soll ebenso (*item*) wie die erste gemacht werden.

*ibi* fassen wir als temporales Demonstrativum 'darauf'. Dieses *ibi* = 'darauf' bezeichnet die Zeitspanne, die erst vergehen muß, bis die vorher aufgebrachte Schicht eingestampft und verdichtet ist.

*pavimentum* bezeichnet in diesem Zusammenhange bald alle Schichten zusammen, bald nur die oberste Schicht. Wir übersetzen im ersten Falle 'Estrich' und im zweiten Falle 'Deckschicht'. Ähnlich bezeichnet bei der ersten Herstellungsart *fundamenta* bald die ganze Ausschachtung, bald die Sohle der Ausschachtung.

Bei der zweiten Anweisung handelt es sich um nur drei Schichten. Denn der gesiebte Kalk, den Cato an dritter, und die trockenen Tonscherben, die er an vierter Stelle erwähnt, werden zu einer einzigen Schicht, der Deckschicht, vermischt und verarbeitet.

Beim ersten Verfahren rät Cato, einen einheitlichen Estrich — 2' stark — aus Kalk-Sand-Mörtel und Kleinschlag herzustellen. Beim zweiten Verfahren besteht der Estrich aus einem Unterbau, der in zwei Schichten gestampft wird, und einen Oberbau als Deckschicht. Über die Stärken sagt Cato nichts. Man wird aber annehmen dürfen, daß jede Schicht wieder wie bei der ersten Anweisung  $1\frac{1}{2}$ ' stark gedacht ist. Rechnet also man also zwei Schichten für den Unterbau zu je  $1\frac{1}{2}$ ', dann ist der ganze Estrich  $1\frac{1}{2}$ ' stark.

Beim ersten Verfahren besteht der Beton des einheitlichen Estrichs aus Kalk-Sand-Mörtel und Kleinschlag; beim zweiten Verfahren besteht der Beton des Unterbaues aus Kalk-Sand-Mörtel und Kies.

Kleinschlag (*caementis minutis*) ist ein natürlicher Zuschlag zum Mörtel, der in den Steinbrüchen gewonnen wird. Er kann bei der Herstellung von Quadern abfallen; er kann aber auch durch Zerkleinerung der Hausteine (*caementa*) gewonnen werden. Jedenfalls besteht er seiner Entstehung nach aus scharfkantigen Bruchstücken, vermischt mit kleinen, scharfkantigen Splittern, die man als Grus oder Splitt bezeichnet. Es ist eine bekannte Tat-sache, daß ein mit kantigen Zuschlagstoffen zubereiteter Beton eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Rissebildung hat als ein Beton aus abgerundeten Gesteinstrümtern, wie sie sich im Flußkies finden. Ein Estrich *caementis minutis et calce harenato* wird natürlich bei 2' Stärke bei Temperaturwechsel nicht so leicht Risse bekommen. Wenn Cato die Forderung stellt, *uti pavimentum bonum siet*, dann hat er sicher neben der Glätte auch an einen rissefreien Estrich gedacht.

Der Kies (*glarea*), der für den Beton des Unterbaues der zweiten Bauanweisung gefordert wird, kann als Flußkies aus einem Flußbette oder als Grubenkies aus einer Kiesgrube gewonnen sein. Daß *glarea* unserm Kiessand

entspricht, geht unzweifelhaft aus Vitruv II 4, 2 hervor. Hier schlägt Vitruv vor, den Sand durch Absieben aus den Kiessandablagerungen zu gewinnen: *sin autem non erunt harenaria, unde fodiatur, tum de fluminibus aut glarea erit excernenda* ('wenn es aber keine Sandgruben gibt, wo man Sand holen kann, dann muß man ihn aus den Flußbetten oder aus den Kiesablagerungen aussieben'). Der Entstehung nach sind die im Kiessande enthaltenen Gesteinsbruchstücke mehr oder weniger verrundet. Das fließende Wasser hat die losen Gesteinstümmer rollend weitergeschleppt. Dabei wurden die weicheren Gemenigteile an den Kanten abgerieben und aufgelöst. Schließlich sind die härteren Gesteinsbruchstücke in abgerundeter, kieseliger Gestalt übrig geblieben und an einer strömungslosen Stelle abgesetzt worden.

Diesem natürlichen Zuschlagstoff im Unterbau steht in der Deckschicht, dem eigentlichen Estrich, ein künstlicher Zuschlagstoff gegenüber, der die Eigenschaft hat, den Estrich rissefrei zu machen, die *testa arida*. Man wird darin ein Tonscherbenpulver zu erblicken haben und vermuten dürfen, daß Cato die hydraulische Wirkung des Tonscherbenpulvers (und des Ziegelmehles) im Gemenge mit dem Bindemittel Kalk bekannt gewesen ist. Es ist auffallend, daß Cato nicht auch von einem Sandzuschlag zu dem Gemenge spricht<sup>5)</sup>.

Über das Mischungsverhältnis macht Cato keine bestimmte Angabe. Er sagt aber, daß der Kalk, das Bindemittel, in einer Höhe von 2" aufzubringen ist. Wenn die Deckschicht  $1\frac{1}{2}' = 6''$  stark angenommen wird, dann ist das Tonscherbenmehl in einer Höhe von 4" aufzubringen. Das Mischungsverhältnis ist demnach in Raumteilen 1:2. Vitruv VII 1, 3 empfiehlt auf drei Teile Tonscherben einen Teil Kalk (*ad tres partis unam calcis*). Wenn man Kalkpulver mit trockenen Tonscherben mischt, so läßt sich ein inniger gemischtes und gleichartigeres Mischgut herstellen, als wenn Kalkteig mit diesem Zuschlagstoff zu einem Mörtel verarbeitet wird. Wurden bei der Zerkleinerung der Tonscherben kleinste, mittlere und größere Korndurchmesser erzielt, dann war eine dichte und zugfeste, d. h. rissefreie Deckschicht gewährleistet und eine größere Verschleißfestigkeit erreicht als bei Verwendung von Kalkteig. Man muß schon damals gewußt haben, daß im Tonscherbenpulver in Gegenwart von Kalk mörtelbildende Eigenschaften geweckt werden, wie man es in der Zeit des Vitruv von der Puzzolanerde gewußt hat.

## 2. Tenne (*area*) und Rinne (*canalis*).

Die Stelle, worauf das Keltergut unter dem Kelterbaume ausgepreßt wird, heißt bei den deutschen Torkeln die Biet (oder ähnlich). In den Cato-Handschriften heißt die Stelle *ara*. Man hat schon lange *ara* in naheliegendes *ar<e>a* verbessert, aber allzu große Achtung vor der Überlieferung hat die allgemeine Annahme von *area* verhindert. Wir haben folgende Gründe für das Abweichen von den Handschriften:

- 1) *ara* ist der Altar, und es ist nicht einzusehen, warum man die Tenne der

<sup>5)</sup> Über antiken Mörtel vgl. E. Jüngst u. P. Thielscher, Vitruv über Baugrube, Baugrund und Grundbau (in: Röm. Mitt. 51, 1936) 159 ff.

Kelter als einen Altar bezeichnet haben sollte. *area* liegt nahe und konnte leicht in das bekanntere Wort *ara* verschrieben werden.

2) *area* bezeichnet die Tenne. Die Tenne ist ein kreisrunder Platz. Sie hat einen glatten Steinbelag. Auf der Tenne wird das Korn aus den Ähren gedroschen. Auch die in den Handschriften so genannte *ara* der Kelter ist kreisrund. Sie hat ebenfalls eine feste, glatte Oberfläche. Wie auf der Tenne das Korn aus den Ähren gewonnen wird, so auf der Keltertenne das Öl der Oliven.

3) Tenne, lat. *area*, heißt altgriechisch  $\eta\ \alpha\lambda\omega\nu$ , neugriechisch  $\tau\delta\ \alpha\lambda\omega\nu$ . Noch heute wird in Griechenland das Korn vielfach in altertümlicher Weise auf einem  $\alpha\lambda\omega\nu$  aus den Ähren gedroschen, und noch heute ist bei den Griechen  $\tau\delta\ \alpha\lambda\omega\nu$  ein Gerät bei der Ölkelterei, nämlich der Kollergang, der bei Cato *trapetum* heißt. Der Name ist also gewandert. Wir glauben daher auf Grund des neugriechischen Sprachgebrauchs, daß man im Altgriechischen, dem lat. *area* entsprechend, die Keltertenne als  $\alpha\lambda\omega\nu$  bezeichnet hat; und das sehen wir wieder als einen Beweis dafür an, daß die alten Römer die Stelle, worauf man das Keltergut unter dem Kelterbaum auspreßte, nicht als *ara*, sondern als *area* bezeichnet haben.

Da die Keltertenne einen ungeheuren Druck auszuhalten hat, muß sie entsprechend sicher gegründet sein. Sie ist die einzige Stelle, wo während des Betriebes ein Druck auf den Untergrund ausgeübt wird. Bäume und Pfähle werden beim Keltern umgekehrt durch lotrechte (vertikale) Kräfte beansprucht, die sie von ihren Auflagersteinen abheben wollen. Cato verlangt daher, daß man mit dem Unterbau der Tenne 5' tief in die Erde gehen soll (vgl. Abb. 3): c. 18, 6 *ar<e>am ubi facies, P. V fundamenta alta facito.* ('Da, wo du die Keltertenne anlegen willst, mache die Sohle der Baugrube 5' tief'). Folglich liegt die Sohle des Unterbaus der Keltertenne 5' unter der Oberfläche des Estrichs, d. h. die Tenne ist genau so tief gegründet wie die Sockelsteine der Bäume (*arbores*) und der Pfähle (*stipites*).

Bezüglich des Querschnittes des Unterbaues sagt Cato nur, daß er 6' breit zu machen sei: c. 18, 6 *fundamenta . . . lata P. VI.* ('Den Unterbau . . . [mache] 6' breit'). Damit kann ein quadratischer und ein kreisrunder Grundriß gemeint sein. Wir haben einem quadratisch gestalteten Unterbau den Vorzug gegeben.

Gestalt und Abmessung der eigentlichen Tenne erfahren wir c. 18, 6 *ar<e>am et canalem rutundam facito, latam P. IIIIS.* ('Die Keltertenne und die Sammelrinne mache rund, 4 $\frac{1}{2}$ ' im Durchmesser').

Die Sammelrinne, rings herum um die Keltertenne laufend, wird etwa 1/4' breit gewesen sein. Dann bleibt für die Keltertenne selbst ein Durchmesser von 4'.

Dazu stimmt der Durchmesser des Kelterdeckels: c. 18, 9 *orbem olearium latum P. IIII.* ('Dem runden Kelterdeckel gib einen Durchmesser von 4''). Da die Rinne nur im Estrich eingetieft gewesen sein kann, scheint es uns wahrscheinlich, daß die Keltertenne weder höher noch tiefer liegt als der Estrich, d. h. mit dem übrigen Estrich in derselben Höhe lag.

Je näher die Keltertenne dem Drehpunkte des Kelterbaumes als eines einarmigen Hebels liegt, desto größer wird der darauf lastende Druck. Man wird daher so nahe wie möglich an die Bäume herangegangen sein. In unserer Abb. 3 haben wir den Mittelpunkt der Keltertenne so gelegt, daß sich am Kelterbaum der Kraftarm zum Druckarm verhält wie 3:1.

Der Strengflüssigkeit des Öles entsprechend muß die Sammelrinne, die die Keltertenne umgibt, schon in der Rundung ein genügendes Gefälle nach der Seite hin haben, nach der das Öl abfließen soll. Die runde Sammelrinne (c. 18,6 *canalis rutunda*) mündet nämlich in eine gerade Abflußrinne, einfach *canalis* genannt, die — gleichlaufend mit der Längsseite des Keltergrundrisses — in die Estrichfläche eingebettet ist, in ihrer geradlinigen Fortsetzung die Wand durchbricht und im Keller über dem Klärbecken (*lacus*) endet. Diese Abflußrinne wird dreimal erwähnt, an Stellen, die schon behandelt sind: c. 18, 5 *inter canalis rutunda*) mündet nämlich in eine gerade Abflußrinne, einfach *canalis* [inneren] Wandflächen, wo die Kollergänge aufzustellen sind<sup>4</sup>) und c. 18, 8 *si trubes minores facere voles, canalis extra columnam expolito.* ('Wenn du die Flachbalken kürzer machen willst, dann lege die Rinnen außerhalb der Ständer an').

Hier lernen wir die handwerksmäßige Behandlung der Wandungen der Rinnen durch den Ausdruck *expolito* kennen. *expolitiones* sind bei Vitruv VII 1, 1 alle Arten von glattem Verputz. Die Rinnen sollen also glatt verputzt werden, d. h. mit einem feinkörnigen Kalkmörtel, um den Rinnen einen möglichst dichten Überzug zu geben. Der Unterbau der Rinnen ist, wie bereits aus der dritten hier zu erwähnenden Stelle errechnet worden ist, 3' breit: c. 18,2 *pavimentum binis vasis cum canalibus duabus P. XXXII.* ('Estrich für zwei Keltern mit ihren zwei Rinnen in einer Breite von [zusammen] 32').

### 3. Der übrige Fußboden.

Einen Estrich erhalten im Regelfalle die vier Rechtecke von 16'×22' (4,75 m×5,50 m) für je eine Kelter mit der zugehörigen Rinne (vgl. Abb. 1). Im Sonderfalle sind nur zwei zusammenhängende Estrichflächen für ein Kelterpaar mit den zugehörigen Rinnen in einer Größe von 20'×22' (5,90 m×6,50 m) denkbar (vgl. Abb. 5). In beiden Fällen sind die Rinnen gleichlaufend mit den 22' langen Rechteckseiten ausgespart.

Von der Befestigung des übrigen Fußbodens, also der Flächen des 22' breiten und 52' langen Ganges und der vier Flächen von 10'×22' für die Kollergänge (*trapeta*), spricht Cato nicht. Da aber in der Kelterei die größte Sauberkeit herrschen soll, werden auch diese Flächen irgendwie abgedeckt gewesen sein, z. B. durch Steinplatten oder gebrannte Ziegel.

Hätte man der ganzen Bodenfläche von 52'×66' einen zusammenhängenden Estrich gegeben, so konnte (abgesehen von den höheren Kosten) die Fläche von 52'×66' (15,40 m×19,50 m) infolge der Wärmespannungen leicht rissig werden, namentlich an den Stellen, wo der Estrichquerschnitt durch die Rinnen geschwächt war. Gerade die Rinnen mußten aber unbedingt rissefrei bleiben. Heutzutage pflegt man im Straßenbau größere Betonflächen in Recht-

ecke aufzuteilen. Die genannten Estrichflächen in der Keltterei werden ohne weitere Unterteilung durch Trennungsfugen rissefrei geblieben sein.

### III. Die beweglichen Teile der Kelter.

#### 1. Der Kelterbaum (*prelum*).

Der wichtigste Teil der Kelter ist der Kelterbaum (*prelum*). Er wirkt beim Keltern als einarmiger Hebel. Von ihm kommen die Bezeichnungen Baumkelter, Hebelkelter, Hebelpresse. Seine Länge beträgt 25': c. 18, 2 *prelum longum P. XXV.* ('Den Kelterbaum [mache] 25' lang'). Seine Stärke wird nicht angegeben; wir denken uns ihn als einen runden Baumstamm von 1 $\frac{1}{2}$ ' mittlerem Durchmesser und so in die Kelter gelegt, daß sein schwereres Stammende über dem Keltergut liegt und sein leichteres Zopfende über die Haspel hinweg in den Gang hineinragt. Am Stammende (zwischen den Bäumen, d. h. dem hinteren Pfostenpaar der Kelter) ist eine Zunge abgearbeitet; ihre Länge von 2 $\frac{1}{2}$ ' ist in der Gesamtlänge von 25' mit einbegriffen: c. 18, 2 *inibi lingulam P. IIS.* ('Darin einbegriffen eine Zunge von 2 $\frac{1}{2}$ ' Länge'). Bei der Herausarbeitung der Zunge aus dem Rundstamme kommt es erstens darauf an, daß die beiden Seitenflächen der Zunge mit den inneren Wandungen der Bäume (*arbores*) gleichlaufen; zweitens muß die Achse der Zunge in der Verlängerung der Achse des Kelterbaumes liegen.

Denkt man sich also den Kelterbaum waagerecht gelagert (vgl. Abb. 3) und einen lotrechten Achsenschnitt hindurchgelegt, dann müssen erstens die beiden Seitenflächen der Zunge dem Achsenschnitt gleichlaufend (parallel) geschnitten sein, und es müssen zweitens die beiden Seitenflächen der Zunge gleichen Abstand von der Achsenschnittebene des Kelterbaumes haben, so daß also Zungenachse und Kelterbaumachse in dieselbe Ebene fallen. Um bei der handwerksmäßigen Herstellung der Zunge diese Bedingungen zu erfüllen, soll man sich nach Cato der mit einem Lot versehenen Setzwaage (lat. *libra*) bedienen: c. 19, 2 *lingulam cum facies, de medio prelo conlibrato.* ('Wenn du die Zunge herstellst, lote sie [d. h. ihre beiden Seitenflächen] nach dem [lotrechten] Achsenschnitt des Kelterbaumes aus').

Wenn man sich eines Lotes bedient, das in eine Setzwaage eingebaut ist, dann wird gleichzeitig eine genau waagerechte Oberfläche der Zunge gewährleistet, die die lotrechten (vertikalen) Seitenflächen der Zunge rechtwinklig schneidet.

Die Zunge muß zwischen den beiden Bäumen leicht beweglich sein. Daher ist sie nach Catos ausdrücklicher Angabe (was man aber auch so annehmen würde) 1" schmäler als der lichte Abstand von 1' zwischen den Bäumen; sie ist demnach 11" breit: c. 19, 2 *ut inter arbores bene conveniat, digitum pollicem laxamenti facito.* ('Damit die Zunge zwischen den Bäumen bequem Platz hat, laß einen Zoll Spielraum').

Die Höhe der Zunge hängt von der Höhe der Keilbolzen (*fibulae*) ab, jedenfalls was unsere Berechnung anbelangt, die wir im nächsten Abschnitt behandeln. Es wird sich dort zeigen, daß die Zunge 11" hoch anzunehmen ist, so daß sich als Zungenquerschnitt ein Quadrat von 11"  $\times$  11" ergibt.

Bei der Herstellung der Zunge aus dem Rundstamme ergeben sich durch das Herausschneiden ihrer lotrechten Seitenflächen an ihrer Wurzel gleichmäßig ausgebildete und gleichbreite 'Schultern', d. h. Hirnholzflächen, die beim Betriebe der Kelter einen beabsichtigten Schub in Richtung der Längsachse des Kelterbaumes gegen die beiden Bäume zu übertragen haben. Außer den lotrechten Seitenflächen sind, da der Querschnitt der Zunge ein Quadrat sein soll, auch zwei waagerechte Schnitte zu führen, die die Zunge oben und unten begrenzen. Diese beiden sog. Lagerflächen werden den lotrechten Seitenflächen der Zunge gleich sein. Alle vier Schnitte sind so zu führen, daß die Zungenachse die Verlängerung der Kelterbaumachse ist. Bei einem quadratischen Querschnitt der Zunge von  $11'' \times 11''$  ergibt sich, daß die ganze Zunge aus dem widerstandsfähigen und dauerhaften Kernholz herausgearbeitet ist.

Diese beiden Lagerflächen wird man zweckmäßig durch schräge Flächen in den Rundstamm des Kelterbaumes übergehen lassen. Durch diese Abschrägung wird erreicht, daß die Schultern nur so hoch sind wie die lotrechten Seitenflächen. Die oben erwähnten Schübe des Kelterbaumes werden also immer in der Nähe der Kelterbaumachse auf die Bäume übertragen (vgl. Abb. 3). Beim Betrieb der Kelter drückt die obere Lagerfläche der Zunge gegen die Unterfläche eines waagerecht liegenden Keilbolzens. Die Berührungsfläche beider Holzteile bildet die Drehachse des Hebels, die entsprechend genau waagerecht liegt.

Bei einer eigenen Länge von  $2\frac{1}{2}'$  und bei einer Dicke der Bäume (*arbores*) von nur  $2'$  ragt die Zunge noch  $\frac{1}{2}'$  über die hintere Flucht der Bäume hinaus. Diese Zugabe an Länge ist nötig, damit der Kelterbaum auch dann noch eine sichere Führung zwischen den Bäumen hat, wenn er bei seiner Auf- und Niederbewegung einmal nach vorn rutschen sollte.

Bei waagerechter Lagerung ergibt sich aus den Angaben Catos und errechneten Werten folgende Maßkette für den Kelterbaum:  $\frac{1}{2}' + 2' + 16' + 2' + 4\frac{1}{2}' = 25'$ . Das heißt: Die Zunge ragt  $\frac{1}{2}'$  hinter den Bäumen hervor und liegt  $2'$  zwischen den Bäumen; von der verbleibenden Länge des Kelterbaumes von  $22\frac{1}{2}'$  kommen  $16'$  auf den lotrechten Abstand der vorderen Fluchebene der Bäume von der hinteren Fluchebene der Pfähle und  $2'$  auf die Dicke der Pfähle; schließlich ragt das Zopfende des Kelterbaumes um  $4\frac{1}{2}'$  in den Gang hinein.

Schätzungsweise haben wir, wie gesagt, dem Kelterbaume einen mittleren Durchmesser von  $1\frac{1}{2}'$  gegeben. Dabei leitete uns folgender Gedankengang: Offenbar ist gelegentlich ein Kelterbaum während des Betriebes gebrochen und mußte sofort durch einen neuen ersetzt werden. Das ergibt sich aus Catos Bemerkung, daß für fünf Keltern fünf eingebaute und drei Ersatzkelternäume vorhanden sein müßten: *c. 12 vasis quinis: prela temperata V, supervacanea III.* ('Für fünf Keltern [müssen] fünf eingesetzte Kelteräume und drei überzählige [vorhanden sein]').

So gewaltige Kelteräume, wie man sie heutzutage im Bodenseegebiet und am Rheine antrifft, hat Cato also noch nicht gekannt; denn solche gewaltigen Torkelbäume brechen in Jahrhunderten nicht. Nach Plinius NH. XVIII 317 kam es den Alten mehr auf die Länge als auf die Stärke (Dicke) der Kelter-

bäume an (*longitudo in his refert, non crassitudo*). Diesem Grundsätze entsprachen offenbar auch die Kelterbäume auf dem Landgute, von dem Cato c. 12 spricht. Nur Kelterbäume von großer Länge und geringem Durchmesser waren dermaßen der Gefahr des Zerbrechens ausgesetzt, daß Cato auf 5 eingebaute Kelterbäume 3 zum Ersatz vorsehen mußte.

Wenn übrigens die Kelterbäume rechts und links vom Gange bei waagerechter Lagerung jeder gerade  $4\frac{1}{2}'$  in den Gang hineinragen, so verengen sie den Gang von 22' Breite um  $2 \times 4\frac{1}{2}' = 9'$  Breite auf 13' Breite. Sollte der Architekt also gerade deshalb die  $4\frac{1}{2}'$  gewählt haben, weil dann die verbleibenden 13' der Breite von 13' bei den Streifen für die Keltern und für die Kollergänge entsprachen?

## 2. Die Keilbolzen (*fibulae*).

Die Keilbolzen, die der Zunge des Kelterbaumes eine bestimmte Lage geben, sind, das ist unsere Behauptung (These), in den von Cato so genannten *fibulae* zu suchen.

### a. Der Werkstoff und seine Behandlung.

c. 31, 1 *fibulae unde fiant aridae: lignae, ulmeae, nuceae, ficalneae, fac in stercus aut in aquam conificantur; inde, ubi opus erit, fibulas facito.* ('Das Holz, woraus [später] die Bolzen gemacht werden sollen, nachdem es lufttrocken geworden ist: Steineiche, Rüster, Nußbaum oder Feigenbaum, laß [vorher] in Mist oder in Wasser legen; daraus stelle Bolzen her, wenn es erforderlich ist').

Die aufgezählten Hölzer sind 'Harthölzer' (obwohl das Holz der Rüster nur als 'ziemlich hart' angesprochen werden kann; vgl. S. 90 Das Bauholz). Bauhölzer, die wie die Bolzen auf verhältnismäßig kleiner Fläche einen gewaltigen Druck senkrecht zur Fasererrichtung auszuhalten haben, müssen aus Hartholz sein, das ein festeres Kernholz als Nadelholz und sonstige Weichhölzer hat. Das an erster Stelle genannte Steineichenholz verdient in Bezug auf Festigkeit den Vorrang, den ihm Cato gibt.

Cato wird aus Erfahrung und aus Fachschriften gewußt haben, daß frisch gefälltes Holz (Grünholz) oder nur kurze Zeit gelagertes Holz mit hohem Feuchtigkeitsgehalt eine geringere Festigkeit besitzt als lufttrockenes Holz. Daher soll das Holz lufttrocken (*aridae*) geworden sein, ehe man die Bolzen daraus herstellt.

Die Lufttrockenheit der gebrauchsfertigen Bolzen wird auch deshalb gefordert, weil weiterhin verlangt wird, das für Bolzen bestimmte Holz vorher in den Mist zu stecken oder ins Wasser zu legen (*fac in stercus aut in aquam conificantur*). Den Wert der Auslaugung erläutert das Forstlexikon (3. Aufl. Berlin 1929): 'Das Einlegen des Holzes in Wasser entzieht ihm lösliche Zellinhaltsstoffe, die durch ihre hygroskopische Eigenschaft das Werfen und Reißen des Holzes begünstigen. Daher ist das Auslaugen ein altes Mittel, um diese lästigen Eigenschaften zu vermindern. Doch wirkt in diesem Sinne nur Süßwasser und nur langes,  $1\frac{1}{2}$ —1jähriges Lagern unter Wasser'. Übrigens

bewirkt auch nur Lagerung in fließendem Wasser die Auslaugung. Bei *stercus* ist an feuchten, jauchehaltigen Mist zu denken.

Die Arbeitsvorgänge bis zur Herstellung eines gebrauchsfertigen Bolzens sind also folgende: Es wird ein Hartholzbaum gefällt in einer solchen Stammstärke, daß aus dem festeren Kernholze der Schaft eines Bolzens herausgearbeitet werden kann (vgl. Abb. 3). Die roh behauenen Hölzer werden dann in fließendes Wasser oder in feuchten Mist gelegt (etwa  $1\frac{1}{2}$ —1 Jahr). Dann müssen sie in einem trockenen Raum, gegen Wind und Wetter geschützt, gelagert werden, bis sie allmählich lufttrocken werden (Lagerzeit mindestens 2 Jahre). In lufttrockenem Zustande werden dann die Bolzen in ihren endgültigen Abmessungen fertiggestellt. Auch nachher bei der Benutzung der Bolzen ist darauf zu achten, daß der durch die Lagerung erzielte Zustand der Austrocknung erhalten bleibt, da mit Zunehmen der Feuchtigkeit die Festigkeit des Holzes nachläßt.

Hinsichtlich der Beanspruchung der Keilbolzen ist zu beachten, daß beim Betrieb der Kelter immer nur der unmittelbar über der Zunge liegende Keilbolzen stark beansprucht wird, da hier die gedrückte Fläche am kleinsten ist. Liegen erst zwei oder mehr Bolzen über der Zunge, dann verteilt sich der Zungendruck auf eine weit größere Fläche; die Beanspruchung der gedrückten Fläche nimmt entsprechend ab. Die Größe der unmittelbar von der Zunge gedrückten Fläche des unmittelbar über der Zunge liegenden Keilbolzens errechnet sich auf nur  $6'' \times 11''$ .

#### *b. Querschnitt, Zahl und Länge der Bolzen.*

Der Querschnitt und die Zahl der Bolzen ergeben sich aus folgenden Unterlagen:

1) Zur Aufnahme der Bolzen sind in den Bäumen der c. 18—19 beschriebenen Ölkeltern Schlitze (*foramina*) von  $3\frac{1}{2}'$  Höhe und  $1\frac{1}{2}' = 6''$  Breite ausgestemmt. Daraus ergibt sich eine Breite der Bolzen von ebenfalls  $1\frac{1}{2}' = 6''$  (genauer: eine Kleinigkeit weniger, damit sie bequem eingeschoben und wieder herausgenommen werden können). Gibt man den Bolzen, was am nächsten liegt, dieselbe Höhe wie Breite, d. h. einen quadratischen Querschnitt, so haben sie eine Höhe von ebenfalls  $1\frac{1}{2}' = 6''$ . Damit ist aber auch die Höhe der Zunge gegeben. Sie mußte der Höhe der Bolzen entsprechen (und umgekehrt). Bei einer Breite von rd. 1' muß sie eine Höhe von ebenfalls rd. 1' (da eine Höhe von nur  $1\frac{1}{2}'$  nicht genügt haben würde), also wie die Bolzen einen quadratischen Querschnitt gehabt haben.

2) Bei einer Höhe der Zunge von 1' bleiben in den  $3\frac{1}{2}'$  hohen Schlitzen  $2\frac{1}{2}'$  für Keilbolzen. Rechnet man auf jede Kelter noch einen Ersatzbolzen, dann kommt man für die c. 18—19 beschriebenen Keltern auf je 6 Keilbolzen.

3) Diese Zahl von 6 Keilbolzen deckt sich genau mit Catos Angabe c. 3, wonach 2 Keltern eines Gutes von 120 Morgen mit 12 Keilbolzen ausgerüstet werden sollen (*fibulas duodenas*). Auf eine Kelter kommen demnach 6 Keilbolzen, von denen während des Betriebes 5 gebraucht werden und einer als Ersatz zur Verfügung gestanden haben mag.

4) Anders steht es mit den 5 Keltern c. 12. Hier zählt Cato in einigen Fällen auch Ersatzteile auf, die er ausdrücklich als solche bezeichnet. Von den 6 Keilen für die Keilbolzen ist sicher 1 Keil als Ersatzstück gedacht, ohne ausdrücklich als solches bezeichnet zu werden. Von den 40 Keilbolzen für die 5 Keltern kommen auf jede Kelter 8 Bolzen. Legt man denselben Querschnitt für Zunge und Keilbolzen wie oben zu Grunde und nimmt man an, daß auf jede Kelter 1 Ersatzbolzen kommt, dann muß der Schlitz  $4\frac{1}{2}'$  (nicht  $3\frac{1}{2}'$ ) hoch gewesen sein, also 1' höher als im Vierkelterhaus. Aber da die Voraussetzungen nur Annahmen sind, ist die letzte Folgerung unsicher.

Die Länge der Keilbolzen durfte, jedenfalls bei der paarweisen Anordnung der Keltern nach unserem Grundrisse im Sonderfalle, höchstens 7' betragen. Denn während im Regelfalle für das Einschieben der Bolzen zu beiden Seiten genügend Raum vorhanden war, war das im Sonderfalle nur von den Außenseiten des Rahmens her möglich, wo zwischen Baum und Wand nur eine Lichtweite von 7' zur Verfügung stand, während die Lichtweite zwischen den inneren Bäumen eines Kelterpaars nur 6' beträgt. Im Regelfalle konnten die Bolzen auch länger sein.

### c. Der Einzelbolzen (*una fibula*).

Unsere Annahme über den Bolzenquerschnitt  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  findet ihre Bestätigung auch in den Angaben, die Cato für die Weinkeltern macht. Die Bäume und Pfähle der Weinkeltern sollen 2' höher sein als bei den Ölkelttern, und oberhalb des Schlitzes soll noch ein Bolzenloch von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  für einen einzelnen Bolzen vorhanden sein; dieses Loch für den einzelnen Bolzen soll 1' über dem Schlitz liegen: c. 19, 1 *in vasa vinaria stipites arboresque binis pedibus altiores facito. supra foramina arborum, pedem quaeque uti absiet, unae fibulae locum facito semipedem quoquo versum.* ('Für die Weinkeltern mache die Pfähle und die Bäume 2' höher. Über den Schlitzten in den Bäumen mache ein Loch  $1\frac{1}{2}'$  im Quadrat für einen einzelnen Bolzen, damit jeder [Baum vom anderen] einen Abstand von 1' bewahrt').

Wenn das Loch für den einzelnen Bolzen  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  mißt, so folgt daraus, daß der Schaft des Bolzens denselben, der leichteren Beweglichkeit halber, um eine Kleinigkeit geringeren Querschnitt gehabt haben muß. Und da kein Grund vorliegt, an derselben Kelter Bolzen von verschiedenem Querschnitt zu verwenden, wird man aus den Abmessungen dieses einzeln stehenden Bolzens einen Rückschluß auch auf die Bolzen machen dürfen, die im Schlitz bis zu 7 an Zahl beisammen stehen, zumal es schon aus den oben besprochenen Gründen wahrscheinlich ist, daß auch sie einen quadratischen Querschnitt von  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  gehabt haben.

Die Reste einer antiken Weinkeltern in Henchir Choud El-Battal in Tunis<sup>6)</sup> zeigen nun in ihren steinernen 'Bäumen' (*arbores*) außer dem Schlitz noch je

<sup>6)</sup> Vgl. Saladin, Pressoir antique à Henchir Choud El-Battal (Tunisie). L'ami des monuments, revue illustrée ... fondée et dirigée par Charles Normand, Tome I Année 1887 (Paris 1888) 64 f.

ein quadratisches Loch über und unter dem Schlitz. Dazu bemerkt Th. Beck<sup>7)</sup>: 'Es kann kaum zweifelhaft sein, daß durch diese quadratischen Löcher hölzerne Bolzen gingen, welche entweder . . . am einen Ende mit einem Kopfe, am anderen Ende mit einem Durchsteckkeil, oder beiderseits mit solchen Keilen versehen waren und dazu dienten, die Bäume in möglichst geringer Entfernung von den Schlitzen zusammenzuhalten, damit sie nicht auseinandergezwängt werden könnten, wenn der Hebel dazwischen (gemeint ist der Kelterbaum, *prelum*) sich eckte'. Im Gegensatz zu dieser afrikanischen Kelter, die über und unter dem Schlitz je ein quadratisches Loch für einen einzelnen Bolzen hat, kennt Cato nur ein einziges Loch für einen Einzelbolzen über dem Schlitz (*supra foramina arborum*).

*d. fibulae constibiles.*

An der bereits angeführten Stelle, wo Cato das Zubehör für fünf Keltern aufzählt, fährt er hinter der Zahlenangabe von 40 Bolzen fort: c. 12 *constibilis ligneas* . . . *constibilis* hat man nicht verstanden und dafür etwas anderes einzusetzen versucht, worunter man sich eher etwas vorzustellen vermeinte. Das Wort kommt im ganzen lateinischen Schrifttum nur hier vor. E. Hauler<sup>8)</sup> hat aber schon gezeigt, daß es sich um ein richtig gebildetes Wort handelt, das deshalb nicht beanstandet werden darf, und daß *constibilis* so zu *constare* gehört wie *stabilis* zu *stare*. Aber Hauler hat sich mit dem Bau der Keltern Catos nicht befaßt und deshalb die richtige Bedeutung von *constibilis* nicht feststellen können. Die *fibulae constibiles* von c. 12 bilden den Gegensatz zu *unae fibulae* in c. 19, 1. Es sind die Bolzen, die in den Schlitzen der Bäume bis zu 7 an der Zahl beieinander oder zusammen stehen, weshalb sie *constibiles* heißen, von *constare*, 'zusammenstehend', im Gegensatz zu den für sich allein stehenden Bolzen in den quadratischen Löchern der Weinkeltern oberhalb des Schlitzes, also im Gegensatz zu *unae fibulae*.

*ligneas* halten wir für verderbt. Denn *lignum* ist das Brennholz (eigentlich das Leseholz, von *legere*). Brennholz ist aber das für Bauzwecke ungeeignete Holz, und für die Bolzen braucht man gerade das beste und härteste Nutzholz, das noch dazu für seine Aufgabe besonders vorbereitet werden muß. Nun verlangt Cato c. 3, 31 für Bolzen an erster Stelle Steineiche: *iligneae*. Da liegt es nahe, hier für *ligneas* nach c. 3, 31 *iligneas* einzusetzen.

*e. Die Keile (cunei).*

Abgesehen von dieser Verschreibung (*ligneas* für *iligneas*) ist die Stelle auch sonst noch fehlerhaft. Richtig gestellt lautet sie: c. 12 *fibulas XL constibilis iligneas. Qui arbores comprimant, si dishiascent; cuneos VI.* ('Bolzen zum Einstechen übereinander aus Steineiche 40. Keile, die die Bäume zusammenhalten sollen, wenn sie auseinander gehen wollen, 6').

Die Verderbnis des Textes ist so entstanden, daß ein Schreiber *comprimat*

<sup>7)</sup> Vgl. Th. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus, 2. Aufl. (Berlin 1900) 70 Abb. 68.

<sup>8)</sup> Archiv f. lat. Lex. u. Gramm. 1, 1884, 582 ff.

und *dishiascet* (ohne Striche) anstatt *conprimat* und *dishiascet* (mit Strich) schrieb. Nachher merkte man, daß das Subjekt zu *dishiascet* der Plural *arbores* ist, und verbesserte *dishiascet* so, daß man über die falsche Endung *et* die richtige Endung *ent* darüber schrieb. Der folgende Schreiber nahm beides in den Text auf, das *ent* und das *et*. So entstand *dishiascent et*. Der Werdegang des Fehlers ist also folgender: *dishiascent* — *dishiascet* — *dishiascet* — *dishiascent et*. Das *et* ist aber nicht nur überflüssig, sondern für Catos Schreibart auch falsch, weil Cato sonst bei Aufzählungen niemals *et* verwendet. In einer kritischen Textausgabe wäre also zu schreiben: c. 12 *fibulas XL constibiles* *⟨i⟩ligneas. qui arbores conprimant, si dishiascent [et], cuneos VI.*

Aus diesen Angaben Catos erfahren wir, daß für 5 Keltern 6 Keile vorhanden sein sollen. Folglich kommt auf jede Kelter 1 Keil, und ein sechster Keil ist als überzählig für alle Keltern zum Ersatz vorgesehen. Th. Becks Zweifel, ob die Bolzen beiderseits Durchsteckkeile oder an einer Seite einen verdickten Kopf und an der anderen einen Durchsteckkeil hatten, ist nach Obigem, jedenfalls für Cato, erledigt: Cato kennt nur Bolzen, die an einem Ende ein ausgestemmtes Loch von rechteckigem Querschnitt für den Keil und am anderen Ende einen Kopf haben. Den Zweck des Keilbolzens umschreibt Th. Beck fast genau so wie Cato, nachdem wir den Catotext verbessert haben. Becks Worte: '... die Bäume ... zusammenhalten, damit sie nicht auseinandergezwängt werden konnten' besagen dasselbe wie Catos Worte *qui arbores conprimant, si dishiascent*.

Es erhebt sich nun die Frage, welcher Bolzen von den *fibulae constibiles* mit dem Keil festzuhalten war. Nach unserer Ansicht kommt bei der Ölkelter der Keil immer in den Bolzen, der unmittelbar über der Zunge des Kelterbaumes liegt. Denn hier kann er die ihm zugewiesenen Aufgaben am besten erfüllen:

1) Der Schaft dieses Bolzens, wenn festgekeilt, wirkt zwischen Kopf und Keil als Zuganker und verhindert, daß die Bäume auseinandergehen, wenn infolge Kantens der Zunge an den Berührungsstellen zwischen der Zunge und den Bäumen waagerechte Kräfte auftreten, die den 1' breiten Spalt zwischen den Bäumen vergrößern wollen. Der Zuganker wird seine Aufgabe am besten erfüllen, wenn er in unmittelbarer Nähe der ursächlichen Kraft ist, die die Bäume auseinander treiben will.

2) Der unterste Bolzen wird, wenn festgekeilt, alle über ihm liegenden Bolzen in ihrer Lage festhalten, wenn es nötig ist, die Zunge zu senken, um einen neuen Bolzen über ihr einzuschieben. Nur der unterste Bolzen kann alle bisher eingeschobenen Bolzen, die er auf sich trägt, in der jeweils erreichten Lage festhalten.

Was die Ölkelter anbelangt, so ist es sicher, daß Cato nur jeweils einen einzigen Bolzen festgekeilt hat. Bezuglich der Weinkelter schweigt er von den Keilen. Wir möchten aber glauben, daß die *fibulae constibiles* der Weinkelter genau so behandelt wurden wie bei der Ölkelter, daß aber die *una fibula* außerdem noch besonders verkeilt war. Für jede Weinkelter waren also u. E. zwei Keile erforderlich. Der Zweck beider Arten von Bolzen ist derselbe, nämlich die Bäume immer in dem gleichen Abstande von 1' zu halten. Daher

sind die beiden Zweckangaben c. 12 *qui arbores conprimant, si dishiascent* und c. 19 1 *pedem quaeque uti absiet* nur den Worten nach verschieden, inhaltlich aber völlig gleich.

Ebenso, wie es oft genug vorgekommen sein muß, daß der Kelterbaum (*prelum*) einen Knick bekam oder völlig zerbrach, lassen die Ersatzbolzen und Ersatzkeile auf öftere Schäden schließen, die im Hinblick auf die größere Zahl der Ersatzbolzen gegenüber den Ersatzkeilen bei den Bolzen öfter als bei den Keilen eingetreten sein müssen. Unter dem Druck der Zunge wird sich der Schaft des Bolzens nach oben gebogen haben und in seiner Mitte eingeknickt oder gebrochen sein. Er bildete dann einen nach unten geöffneten Bogen, von dessen Enden die Bäume abzurutschen in Gefahr kamen; und dann mögen auch Kopf und Keil gebrochen sein.

Cato betrachtet die Bolzen nur im Hinblick auf ihren Zweck gegenüber den beiden Bäumen, die nicht auseinandergehen sollen. Dazu dienen der Kopf und der Keil. Den Hauptzweck, den sie mit ihrem Schafte dem Kelterbaume gegenüber zu erfüllen haben, setzt Cato als selbstverständlich und jedermann bekannt voraus. In Ergänzung Catos heben wir hervor, daß die Bolzen beim Keltern erstens nach oben dem Kelterbaume als Drehachse dienen, wobei sie einen lotrechten oder angenähert lotrechten Druck von unten nach oben erfahren; sie sollen es zweitens ermöglichen, diese Drehachse mit fortschreitender Kelterung tiefer zu verlegen; drittens sollen sie, wenn das Zopfende des Kelterbaumes gehoben wird, nach unten der Zunge als Auflager dienen, ehe die Zunge in ihrer tiefsten Lage angelangt ist, wo sie auf dem Füllholz (*robur*) zwischen den Bäumen (*arbores*) aufliegen kann.

Die Zunge muß immer mindestens einen Bolzen über sich und so viele unter sich haben, daß der Schlitz ausgefüllt ist. Hat also der Kelterbaum in seiner Höchstlage einen Bolzen von  $1\frac{1}{2}$ ' Höhe über sich und ist die Zunge rd. 1' hoch, dann bleiben darunter bei einer Gesamthöhe des Schlitzes von  $3\frac{1}{2}$ ' noch weitere 2' durch 4 Keilbolzen auszufüllen. Folglich liegt die Oberfläche der Zunge in ihrer Höchstlage  $1\frac{1}{2}' + 4 \times 1\frac{1}{2}' + 1' = 4\frac{1}{2}'$  über dem Fußboden. Vorn kann der Kelterbaum bis an die Unterkante des Flachbalkens 6' über dem Fußboden herangezogen werden. Der Kelterbaum liegt also in seiner Höchst- und Ausgangsstellung etwas geneigt; seine Achse bildet mit der Waagerechten einen Winkel von rd.  $4\frac{1}{2}^{\circ}$ .

In der Tiefstlage hat die Zunge 5 Keilbolzen über sich und keinen mehr unter sich. Sie ruht dann auf dem Futterholz (*robur*) zwischen den Bäumen, d. h.  $1\frac{1}{2}'$  über dem Fußboden. Vorn kann der Kelterbaum bis auf den Haspelbaum (*sucula*) herabgezogen werden, dessen Oberkante, wie sich später zeigen wird,  $2\frac{1}{2}'$  über dem Fußboden anzunehmen ist. Die Achse des Kelterbaumes liegt daher in ihrer Tiefstlage nahezu waagerecht.

Bei der Weinkelter, die 2' höher sein soll, liegt der Einzelbolzen (*una fibula*) nach unserer Annahme mit seiner Unterfläche  $1\frac{1}{2}'$  unter dem Flachbalken. Das ist dasselbe Maß wie bei der Unterfläche des obersten Keilbolzens der Ölkelter, so daß der Neigungswinkel des Kelterbaumes in seiner Höchst- und Ausgangsstellung bei beiden Kelterarten der gleiche ist. Auch die Tiefstlage ist bei beiden Kelterarten genau dieselbe.

*f. Die handwerkliche Ausführung der Bolzen.*

Beim Bau der einzelnen Keltereien werden sich je nach den besonderen Wünschen der Bauherren immer Abweichungen ergeben. So spricht Cato c. 12 von 5 Keltern und c. 18—19 von 4 Keltern. Die Zahl der Bolzen und Keile gibt er nur für die 5 Keltern an, dagegen die Maße für die Bäume und für die Schlitzte in den Bäumen der Ölkelttern und für die quadratischen Löcher über den Schlitzten in den Bäumen der Weinkeltern nur für das Vierkelterhaus. Diese Angaben lassen sich vereinigen, und so ergänzen sie einander. Aber c. 3,5 verlangt Cato für 2 Keltern im ganzen 12 Bolzen.

Wie wir uns nach den vorstehenden Untersuchungen die endgültige Gestalt des Bolzens mit Kopf und Schlitz denken, veranschaulicht Abb. 3. Die Abmessungen sind nach praktischen Gesichtspunkten gewählt. Sicher ist nach c. 18 nur die Schaftlänge zwischen dem Kopfe und der Gegenfläche des Keils (5') sowie der Querschnitt des Schaftes (knapp  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$ ). Danach sind die Keilbolzen prismatische Holzstäbe mit einem Schaftquerschnitt von knapp  $1\frac{1}{2}' \times 1\frac{1}{2}'$  und einer Schaftlänge von mehr als 5', mit einem verdickten Kopfe an der einen Seite und mit einem ausgestemmten, rechteckigen Loche zum Durchstecken eines Keiles auf der anderen Seite. Die Gesamtlänge eines Keilbolzens wird mindestens  $6\frac{1}{2}'$  (1,9 m) betragen:  $1\frac{1}{2}'$  Kopf + 5' Schaft + 1' Schlitz und Vorholz. Über 7' Länge darf der Keilbolzen nicht hinausgehen, wenn er für den S. 50 beschriebenen Sonderfall der Aufstellung der Keltern gelten soll. Ein solcher Keilbolzen wiegt 35—40 kg (Raumeinheitsgewicht zu 850 kg/m<sup>3</sup> angenommen). Beim Einschieben müssen also mindestens zwei Mann zugreifen.

Die Keile denken wir uns als Bohlensstücke aus Hartholz, in runden Maßen  $1\frac{3}{4}'$  (52 cm) lang und 2" (4,9 cm) stark. Der Keil verjüngt sich von 5' (12,3 cm) auf 3" (7,4 cm).

*g. Nachtrag zu den Pfählen und Bäumen der Weinkelter (Abb. 7).*

Erst jetzt nach Besprechung der Keilbolzen können wir auf die bauliche Gestaltung der Pfähle und Bäume bei Catos Weinkelter c. 19,1 eingehen. Beide sollen 2' höher sein als bei der Ölkelter und den bereits besprochenen Einzelbolzen (*una fibula*) haben: c. 18, 1 in *vasa vinaria stipites arboresque binis pedibus altiores facito. supra foramina arborum, pedem quaeque uti absiet, unae fibulae locum facito semipedem quoque versum.* ('Für die Weinkeltern mache die Pfähle und Bäume 2' höher. Über den Schlitzten der Bäume mache ein Loch von  $1\frac{1}{2}'$  im Quadrat für einen einzelnen Bolzen, damit jeder [Baum vom andern] einen Abstand von 1' bewahrt').

Was die Nutzlänge der Hözer anbelangt, aus denen die Pfähle gearbeitet werden sollen, so kann es nicht zweifelhaft sein, daß ihre Länge von 10' (c. 18, 2 *stipites...altos cum cardinibus P. X*) auf 12' zu erhöhen ist. Die Unterkante des vorderen Flachbalkens liegt demnach bei der Weinkelter 8' über dem Estrich gegen 6' bei der Ölkelter.

Die Bäume der Ölkelter haben zur Überbrückung des Schlitzes ein besonderes Kopfholz (*capitulum*) von 1' Höhe. Da aber bei der Weinkelter die

Bäume über dem Schlitz ein besonderes quadratisches Loch für den Einzelbolzen haben müssen, muß bei der Weinkelter das Kopfholz fortfallen. Die Verlängerung des Baumes der Weinkelter um 2' rechnet also von der Höhe an, in der bei der Ölkelter die Oberfläche des Kopfholzes liegt. Dadurch vergrößert sich der lichte Abstand der unteren Fläche des hinteren Flachbalkens vom Estrich auf ebenfalls 8' (wie bei den Pfählen).

Bei so hohen Bäumen konnte der Schlitz nicht bis oben hin durchgeführt werden, weil man dadurch den Baum zu sehr geschwächt hätte. Man mußte ihm auch in seinem oberen Teile streckenweise seinen vollen Querschnitt lassen. Daher griff man zu der Maßnahme, die zwei Bäume, die ein Paar bilden, oben über dem Schlitz durch einen Einzelbolzen zusammenzuhalten.

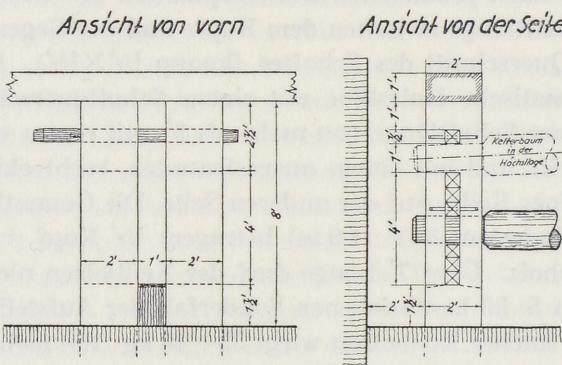


Abb. 7. Die Bäume (*arbores*) der Weinkelter.

Der Einzelbolzen mußte möglichst hoch liegen; das Loch dafür mußte aber auch nach oben hin genügend Vorholz haben. Wir haben zwischen Kopffläche und Einzelbolzen 1' Vorholz gelassen. Auch die obere Begrenzung des Schlitzes mußte, um die Zunge des Kelterbaumes in möglichst verschiedenen Höhenlagen festzuhalten, möglichst hoch verlegt werden, ohne daß der geschlitzte Baum zu sehr geschwächt wurde. Wir haben die untere Begrenzung des Schlitzes bei 1½' Höhe belassen, dem Schlitz aber eine Höhe von 4' gegeben und so dem Baume zwischen Schlitz und Einzelbolzen auf 1' Höhe den vollen Querschnitt belassen.

Bei der Ausführung wird der Zimmermann das Baumpaar oben im Flachbalken verzapft haben (vgl. S. 52). Die größere Höhe der Weinkelter ergab sich aus der Tatsache, daß Most schneller ausfließt als Öl, das Keltergut beim Wein also schneller und mehr zusammensinkt als beim Öl.

#### *h. Der Keilbolzen des Trierer Torkels.*

Wer trotz aller Beweise an unsere hölzernen Keilbolzen nicht zu glauben vermag, weil diese Bedeutung noch nicht in den Wörterbüchern steht und es schwer ist, von eingewurzelten falschen Vorstellungen loszukommen, der möge einen langsam Gang durch die Weinmuseen zu Speyer und zu Trier machen, und er wird dort hölzerne Keilbolzen, zum Teil von riesiger Größe, in solcher

Menge beobachten, daß ihm dieses Werkstück alter Zimmermannskunst als ein alltägliches Verbindungsmitel geläufig wird, wenn auch die alten Philologen, die die Wörterbücher machten, nichts davon wußten.

Die antiken Baumkeltern leben nämlich trotz mancherlei Veränderungen (schon etwa 100 Jahre vor Plinius wurde das Heben und Senken des Kelterbaumes der Kelter Catos anstatt durch Flaschenzug und Haspel durch eine Schraubenspindel eingeführt) bis in unsere Zeit fort. Angesichts des Vordringens neuzeitlicher eiserner Keltern mit hydraulischem und anderem Antrieb bewahrt man als Zeugen der Vergangenheit in Trier neben einer Reihe anderer hölzerner Weinkeltern auch einen gewaltigen Torkel auf. Um einen Vergleich mit Catos Keltern zu erleichtern, teilen wir folgende Angaben über den Baum (*arbor*), den Kelterbaum (*prelum*) und den einen in Trier jetzt noch vorhandenen Keilbolzen (*fibula*) des Trierer Torkels mit:

1) Einer der beiden Bäume (nach Catos Bezeichnung *arbores*) hat einen Querschnitt von  $0,41 \text{ m} \times 0,45 \text{ m}$  (Cato  $0,59 \text{ m} \times 0,59 \text{ m}$ ). Er zeigt Waldkanten von  $0,04 \text{ m}$  bis  $0,06 \text{ m}$  (Waldkanten sind auch bei Cato anzunehmen). Von der Sohle des Biets (Catos *area* oder Keltertenne entsprechend) bis zur Unterkante des Schlitzes (*ab solo foramen primum*) ist der Baum (*arbor*)  $2,0 \text{ m}$  hoch (bei Cato  $0,44 \text{ m}$ ); der Schlitz (*foramen*) selbst hat eine Höhe von  $0,85 \text{ m}$  (bei Cato  $1,04 \text{ m}$ : *foramen longum P. IIIS*); von der oberen Begrenzung des Schlitzes bis zum Querholz, das beide Bäume miteinander verbindet, sind es noch  $0,78 \text{ m}$  (bei Cato  $0,30 \text{ m}$ ). Die Gesamthöhe beträgt also  $3,36 \text{ m}$  (bei Cato  $1,78 \text{ m}$ ).

2) Der Trierer Kelterbaum ist aus 6 entsprechend bearbeiteten und durch Keilbolzen miteinander verbundenen Baumstämmen gekuppelt; je zwei Stämme liegen nebeneinander (Breite  $0,74 \text{ m}$ ), und drei solcher Baumpaare sind übereinander geschichtet (Höhe insgesamt  $1,12 \text{ m}$ ) (bei Cato nach unserer Annahme ein einziger Rundstamm von  $0,44 \text{ m}$  mittlerem Durchmesser). Der Teil des Kelterbaumes, der bei Cato der Zunge (*lingula*) entspricht, hat in Trier einen Querschnitt von  $0,74 \text{ m} \times 1,12 \text{ m}$  (bei Cato  $0,27 \text{ m} \times 0,27 \text{ m}$ ), und auf jeder Seite ist  $0,05 \text{ m}$  Spiel (bei Cato  $0,025 \text{ m}$ ), so daß der lichte Abstand der Bäume (*arbores*) in Trier  $0,84 \text{ m}$  (bei Cato  $0,27 \text{ m}$ ) beträgt.

3) Der einzige Keilbolzen (*fibula*), der am Trierer Torkel jetzt noch vorhanden ist, liegt waagerecht in einem Schlitz der Bäume (wie es bei Cato heißt) und besteht aus einem  $2,04 \text{ m}$  langen Schafte und einem  $0,50 \text{ m}$  hohen Kopfe. Der Schaft ist  $0,24 \text{ m}$  hoch und  $0,15 \text{ m}$  breit. Der Schlitz, in den der Bolzen eingeschoben ist, ist reichlich  $0,15 \text{ m}$  breit und  $0,85 \text{ m}$  hoch. Der Kopf des Bolzens ist ein sog. Hammerkopf und hat einen Querschnitt  $0,24 \text{ m} \times 0,26 \text{ m}$ , wobei die  $0,24 \text{ m}$  der Schafthöhe entsprechen. (Beim Hammerkopf liegen zwei gegenüberliegende Seiten bündig mit den gleichliegenden Seiten des Schaftes). Der Kopf sitzt  $0,02 \text{ m}$  tief in einer Aussparung des Baumes (nach Catos Bezeichnungsweise); sie ist an jeder Seite des Schlitzes  $0,05 \text{ m}$  breit, an der oberen Begrenzung des Schlitzes jedoch  $0,06 \text{ m}$  höher als der Schlitz. Das rechteckige Loch für den Keil des Keilbolzens ist in der  $0,24 \text{ m}$  breiten Seitenfläche des Schaftes in  $0,16 \text{ m}$  Länge und  $0,55 \text{ m}$  Breite ausgestemmt und beginnt  $0,28 \text{ m}$  vor dem Ende des Schaftes. Es liegt jedoch nicht symmetrisch

zur Achse des Schafthes, sondern um einige cm seitlich, so daß die Wandungen auf der einen Seite 0,12 m, auf der anderen Seite 0,065 m dick sind.

4) Der Keil ist ein Bohlensstück von 0,85 m Länge; sein Rücken hat eine mittlere Höhe von 0,12 m. Bei einer Dicke von 0,04 m läßt er sich bequem in das 0,055 m breite Keilloch stecken. Der Keil bewegt sich beim Einsetzen in einer 0,02 m tiefen Rille (Nut), die an der Außenseite des Baumes (um mit Cato zu reden) in einer Höhe eingelassen ist, die der waagerechten Lage des Keilbolzens entspricht.

Bezüglich des hier teilweise beschriebenen Trierer Torkels darf man die Vermutung aussprechen, daß der aufgemessene Keilbolzen viel jünger ist als die übrige Kelter. Nämlich die unsymmetrische Lage des Keilloches zur Achse des Schafthes, die 0,02 m tiefe Aussparung für den Hammerkopf und schließlich die Höhenlage der Nut für den Keil, diese drei Punkte deuten darauf hin, daß in der Trierer Kelter ursprünglich ein Keilbolzen von etwa 0,30 m Schaft-höhe und 0,15 m Breite gesessen haben mag.

### 3. Die Haspel (*sucula*).

Beim Keltern wird das Zopfende (vordere Ende) des Kelterbaumes durch heruntergezogen, daß man ein darum geschlungenes Tau (*funis torculus*) auf einer Haspel aufwindet. Der wesentliche Teil der Haspel ist der Haspelbaum (*sucula*), ein walzenförmiges Rundholz (Zylinder) von 9' Länge, nicht eingerechnet die Zapfen (*cardines*), worum er sich dreht: c. 18,2 *suculam praeter cardines P.VIII.* ('Den Haspelbaum [mache] abgesehen von den Zapfen 9' lang').

Der Durchmesser der Walze ist nicht angegeben; wir nehmen ihn zu  $1\frac{1}{2}'$  an. Die Abmessungen der Zapfen sind ebenfalls nicht angegeben; sie können  $\frac{1}{2}'$  Durchmesser und  $\frac{1}{2}'$  Länge gehabt haben. Für das Einsetzen des Haspelbaumes in sein Lager haben wir ein Gegenstück bei Vitruv X 2, 1, der die Lagerung des Haspelbaumes an den Rüstbäumen eines Hebezeuges so beschreibt: *in quadris autem tignorum posterioribus... figuntur chelonia, in quae coiciuntur sucularum capita, ut faciliter axes versentur.* ('An den rückwärtigen Flächen der Rüstbäume aber... werden Knaggen befestigt, worein man die Enden der Haspelbäume steckt, damit sich die Achsen leicht drehen').

Wir denken uns aber an der Kelter Catos, abweichend von Vitruvs Anordnung, die Pfähle (*stipites*) von der rückwärtigen Seite her (*a quadris... posterioribus*) mit einer Aussparung versehen, so tief, daß die Achse des waagerecht liegenden Haspelbaumes in Pfahlmitte liegt. Nach dem Einsetzen des Haspelbaumes wird die verbleibende Lücke durch ein Futter ausgefüllt und durch einen Wirbel geschlossen. Solche drehbaren Wirbel wurden im antiken Holzbau oft angewandt<sup>9)</sup>. Unsere Abweichung von Vitruv erklärt sich daraus, daß Vitruv verhältnismäßig dünne Rüstbäume (*tigna*) nicht durch Aussparungen für die Achsen schwächen konnte. Die Gefahr einer Schwächung liegt bei Catos 2' starken Pfählen (*stipites*) nicht vor (vgl. Abb. 4), wohl aber

<sup>9)</sup> W. Sackur, Vitruv und die Poliorketiker (1925) 40 Z. 2.

die andere Gefahr, daß außen angesetzte Knaggen (*chelonia*) losgerissen werden, wenn sie übermäßig beansprucht werden.

Genau in der Mitte des Haspelbaumes ist ein von Cato so genannter *porculus* eingesetzt. Was das ist, hat schon A. Turnèbe richtig erkannt: es ist ein 'Mitnehmer', d. h. ein Holz, vermutlich in der ungefährten Form eines Schweinerüssels, dazu bestimmt, das Keltartau (*funis torculus*) bei der Drehung der Haspel 'mitzunehmen'. Wenn dieses Holzstück am oberen Rande eine wulstartige Verdickung bekommt, also annähernd die Form eines Schweinerüssels erhält, ist der so gestaltete Mitnehmer besonders für diese Aufgabe geeignet. (Übrigens heißt *porculus* 'Ferkel' und *sucula* 'Sau'). Über seine Höhe und Breite sagt Cato nichts; er betont nur, daß er genau in der Mitte des Haspelbaumes anzubringen ist: c. 19, 2 *porculum in media sucula facito*. ('Den Mitnehmer bringe in der Mitte des Haspelbaumes an').

Außer dieser einen kurz gefaßten Vorschrift gibt Cato unmittelbar dahinter noch eine zweite sehr viel genauere Vorschrift für das Einsetzen des Mitnehmers. Es kommt ihm nämlich darauf an zu erreichen, daß die Achse des Kelterbaumes (*prelum*) genau winkelrecht zur Achse des Haspelbaumes (*sucula*) liegt (vgl. Abb. 2). Denn der Fall ist denkbar, daß Bäume und Pfähle einer Kelter in ihrer Grundrißstellung nicht genau ein gleichschenkliges Trapez bilden. Man muß daher von irgendeinem Punkte, der genau in der Mitte der Lücke zwischen den Bäumen, aber in beliebiger Höhe, anzunehmen ist, ein Lot auf den Haspelbaum fällen, das seinen Fußpunkt irgendwo in der Mitte des Haspelbaumes finden wird. In diesem so gefundenen Fußpunkt ist dann der Mitnehmer einzusetzen. So wird erreicht, daß sich die Achse des Kelterbaumes und die Achse des Haspelbaumes rechtwinklig kreuzen, und die weitere Folge ist, daß das Keltartau, wenn es sich auf den Haspelbaum aufwickelt, den Kelterbaum in einer lotrechten Ebene abwärts bewegen wird. Cato schildert diese Maßnahme mit folgenden Worten: c. 19, 2 *inter arbores medium quod erit, id ad medium conlib<r>ato, ubi porculum figere oportet, uti in medio prelum recte situm siet*. ('Von der Mitte zwischen den Bäumen aus falle ein Lot nach dem mittleren Teile des Haspelbaumes, und an dieser Stelle sollst du den Mitnehmer einsetzen, damit der Kelterbaum in der Mittelachse [der Kelter] rechtwinklig [zum Haspelbaum] gelagert ist'<sup>10</sup>).

Nur, wenn sich die Achse des Kelterbaumes und die Achse der Haspel rechtwinklig (*recte*) kreuzen, wird sich der Kelterbaum in einer lotrechten Ebene abwärts bewegen. Beim Drehen der Haspel wickelt sich das Keltartau in zwei Strängen rechts und links vom Mitnehmer auf. Die Mittelkraft aus beiden Zugkräften wird dann bei der nach Catos Angaben aufgestellten Kelter in der Lotebene liegen. In diese Ebene muß auch die Kraft fallen, die als Gegendruck des Keltergutes zwischen Tenne und Kelterbaum auftritt und von unten nach oben gerichtet ist. Und schließlich muß auch der Druck, den die Zunge des Kelterbaumes als Drehpunkt des Kelterbaumes als eines einarmigen Hebels ausübt, in diese fallen: c. 19, 2 *lingulam cum facies, de medio prelo conlibrato* (vgl. oben S. 61). Mit anderen Worten: Diese Lotebene — zugleich

<sup>10</sup>) Ein Gegenstück zu Catos Haspelbaum mit Mitnehmer behandelt Th. Beck, Herons des Älteren Automatentheater (Beitr. z. Gesch. d. Technik u. Industrie I, 1909) 185.

Spiegelebene für den Aufbau der ortsfesten Teile der Kelter — ist die Kraftebene für die vorgenannten drei Kräfte. Verläßt eine dieser drei Kräfte die Lotebene (Kraftebene), dann tritt unweigerlich ein Verkanten des Kelterbaumes ein, dem Cato durch peinlich genaues Einfluchten des Mitnehmers begegnen will.

Dem mittleren Teile des Haspelbaumes, worin der Mitnehmer sitzt und worauf sich das Keltertau aufwickelt, haben wir eine Länge von 3' gegeben. In die verbleibenden seitlichen Teile der Walze, bei uns dementsprechend ebenfalls je 3' lang, sind 6 Bohrlöcher zu bohren, in die die Haspelarme gesteckt werden, wenn die Haspel gedreht werden soll: c. 19, 1 *in succulam sena foramina indito*. ('In den Haspelbaum bohre sechs Löcher').

Das erste Loch soll  $\frac{1}{2}'$  vom Ende der Walze entfernt, und die übrigen Löcher sollen möglichst in gleichen Abständen gebohrt werden: c. 19, 1 *foramen, quod primum facies, semipedem ab cardine facito; cetera dividito quam rectissime*. ('Das Loch, das du zuerst bohrst, bohre  $\frac{1}{2}'$  vom Zapfen entfernt; die übrigen Löcher verteile möglichst abstandsgleich').

Wir haben der Bohrung einen Durchmesser von 5" gegeben. Die Verteilung von drei Bohrlöchern auf das 3' lange Stück am Walzenende haben wir wie folgt vorgenommen:

Abstand des ersten Bohrloches vom Ende	6"
Erstes Bohrloch	5"
Steg zwischen dem 1. und 2. Bohrloch	$7\frac{1}{2}"$
Zweites Bohrloch	5"
Steg zwischen dem 2. und 3. Bohrloch	$7\frac{1}{2}"$
drittes Bohrloch	5"
Zusammen	$36" = 3'$

Diese Bohrungen sind zweckmäßigerweise so auf den Umfang der Walze zu verteilen, daß auf der einen Seite, z. B. links, ihre Achsen um  $60^\circ$  gegeneinander versetzt sind und daß dann die Achsen der drei Bohrungen auf der anderen (rechten) Seite um  $30^\circ$  gegen die Achsen der Bohrungen links versetzt sind. So erscheint, von einer bestimmten Anfangsstellung aus gerechnet, nach einer Drehung der Haspel um  $30^\circ$  wieder eine Durchbohrung in der Höhe der Anfangsstellung, aber auf der anderen Seite des Mitnehmers. Daher sind beim Weiterdrehen der Haspel die Haspelarme umschichtig rechts und links vom Mitnehmer einzusetzen. Dies ist von Bedeutung für den Kelterbetrieb, wie in einem besonderen Abschnitt auseinandergesetzt werden soll.

Auf die Walze haben wir eiserne Ringe aufgezogen, weil wir der Meinung sind, daß der Haspelbaum gegen die Gefahr des Aufspaltens und Aufreißens gesichert sein muß. Denn beim Trocknen eines so dicken Rundholzes bilden sich leicht von selbst Schwundrisse bis in den Kern hinein, und ebenso sucht der Kraftangriff der Haspelarme den Haspelbaum aufzuspalten.

Von den Haspelarmen (*vectes*) selbst gibt Cato den Werkstoff, die Länge und die Zahl an oder läßt sie erschließen, dagegen nicht die Stärken und die Art ihrer Verwendung: c. 31, 1 *vectes iligneos, acrufolios, laureos, ulmeos facito uti sient parati*. ('Was die Haspelarme anbelangt, so sorge dafür, daß sie

aus Steineiche, Stechpalme, Lorbeer oder Rüster bereit liegen'). Da die Haspelarme lange und dünne Stangen sind, müssen sie aus besonders festem und zähem Holze ein.

c. 19,2 *vectes longissimos P. XIIIX, secundos P. XVI, tertios P. X(I)V, remissarios P. XII, alteros P. X, tertios P. VIII.* ('Von den Haspelarmen [mach] die längsten 18', die folgenden 16', die dritten 14' die kürzeren 12' die anderen 10', die dritten 8').

Bezüglich der Bedeutung des Wortes *remissarius*, das im ganzen lateinischen Schrifttum nur hier vorkommt, schließen wir uns wie bei *porculus* der Meinung von A. Turnèbe an, dessen Äußerungen wir folgendermaßen übersetzen: 'Was *remissarii* anbelangt: ob das Haspelarme sind, womit der Kelterbaum losgelassen (nicht angezogen) wird, oder ob es vielmehr Haspelarme sind, die von kürzerer und geringerer Länge sind — wenn man mich danach fragt, so würde ich das zweite für richtiger halten. Wie diese *remissarii* aber von geringerer Länge sind, so üben sie auch einen geringeren Druck aus und spannen (das Keltertau) weniger straff, woher sie auch ihren Namen haben'.

*remissarius* ist eine Weiterbildung von *remissus* mit Hilfe der Bildesilbe *-ario-*. Solche Weiterbildungen unterscheiden sich von dem Grundworte dadurch, daß das Grundwort (das Partizip) die einmalige und das abgeleitete Wort (das Adjektiv) die wiederholte Handlung oder den Zustand bezeichnet. *commissarius* von *commissus* ist der dauernd oder lebenslänglich Beauftragte. *vectes remissarii* als Gegenatz zu *vectes longissimi* bedeutet also weiter nichts als kürzere Haspelarme im Gegensatz zu den längeren.

Die Haspelarme müssen sich bequem in die Durchbohrungen des Haspelbaumes einstecken lassen; sie müssen daher einen etwas geringeren Durchmesser als die Bohrlöcher haben. Am freien Ende werden sie entsprechend dem natürlichen Wuchse wesentlich dünner und damit leichter und handlicher gewesen sein. Da wir den Durchbohrungen des Haspelbaumes einen Durchmesser von 5" (12,3 cm) gegeben haben, müssen wir die Haspelarme danach am Stammende um ein geringes schwächer als 5" annehmen oder uns entsprechend abgearbeitet denken.

Die längsten Haspelarme von 18' ragen, wenn an 2' durch den Haspelbaum gesteckt, immer noch an 16' vor die Flucht der Pfähle in den Gang hinein. Die Drehung des Haspelbaumes mittels der Haspelarme geschieht vom Gange aus. Der Gang muß daher eine genügende Breite haben. Die Breite ist von Cato auf 22' angesetzt, und Cato sagt ausdrücklich, daß der Gang den Arbeitsraum für die Handhabung der Haspelarme bildet: c. 18,3 *inter binos stipites vectibus locum P. XXII.* ('Zwischen den beiden Pfahlreihen [laß] als Arbeitsraum für die Bedienung der Haspelarme 22').

Noch deutlicher drückt sich Vitruv VI 6, 3 aus, daß für die Arbeiter, die die Haspelarme zu bedienen haben, genügend Raum vorhanden sein muß: *ita enim erit vectiario spatium expeditum.* ('Denn so wird der Arbeiter, der mit den Haspelarmen arbeitet, genügend freien Raum haben'). Damit ist der Grund angegeben, weshalb einer Kelter im Vierkelterhause nicht wieder eine Kelter gerade gegenüber stehen darf, sondern dort der Raum für einen Kollergang und für eine Rinne vorhanden sein muß.

Der Grund dafür, weshalb man beim Kelterbetrieb Haspelarme von verschiedener Länge verwandt hat, ist der von A. Turnèbe angegebene: mit den längeren Haspelarmen kann man einen größeren Druck ausüben als mit den kürzeren. Solange also zu Beginn des Kelters die Arbeit noch verhältnismäßig leicht geht, genügt ein geringerer Druck mit den kürzeren Haspelarmen; längere und schwerere Haspelarme wird man erst einsetzen, wenn die Menschenkraft an den kürzeren Haspelarmen nicht mehr ausreicht, um den Haspelbaum weiterzudrehen, nachdem das Keltergut stärker zusammengedrückt ist und das Öl langsamer zu fließen begonnen hat.

Nun besteht gerade für die längsten Haspelarme die Gefahr, daß sie im Betriebe zerbrechen. Der Bruch wird dann fast immer an der Stelle eintreten, wo der Arm aus dem Haspelbaum herauskommt, weil an dieser Stelle — statisch gesprochen — das größte Biegemoment auftritt. Der Haspelarm ist, wenn er zum Arbeitsarm wird, etwa 2' durch den Haspelbaum hindurchgesteckt. Bricht er, dann bricht mit Wahrscheinlichkeit ein Stück von etwa 2' ab. Durch einen Sägeschnitt läßt sich in wenigen Augenblicken ein 2' kürzerer Haspelarm herstellen. Man wird daher den Haspelarmen nur deshalb einen Längenunterschied von gerade 2' gegeben haben, um abgebrochene Haspelarme weiter verwenden zu können.

Die Zahl der Haspelarme ergibt sich aus folgenden Cato-Stellen:

- 1) c. 3,5 *vectes senos* ('6 Haspelarme'). Es handelt sich um ein Gut mit 2 Keltern; folglich kommen auf jede Kelter 3 Haspelarme.
- 2) c. 12 *vectes XL* ('40 Haspelarme'). Da hier von einem Gute mit 5 Keltern die Rede ist, gehören zu jeder Kelter 8 Haspelarme.
- 3) c. 19, 2 wird erstens zwischen langen und kurzen Haspelarmen unterschieden (*longissimi* und *remissarii*), und zweitens werden von jeder Sorte wieder 3 verschiedene Längen verlangt, so daß die Mindestzahl 6 beträgt, vermutlich für jede Kelter und nicht für die ganze Kelterei.

Obwohl die Zahlen erheblich schwanken, wird man annehmen können, daß in allen drei Fällen und auch sonst lange und kurze Haspelarme vorhanden und daß die langen und die kurzen unter sich auch wieder verschieden waren.

Die genaue Abstufung c. 19, 2 macht den Eindruck eines am Schreib- und Zeichentisch ausgedachten Entwurfs wie der ganze Abschnitt c. 18—19. Und da aus dem oben angeführten Grunde (Bruch!) die Abstufung gerade 2' beträgt, so wird dadurch der Unterschied zwischen lang und kurz verwischt, besonders wenn man mit Gessner die überlieferte Zahl XV in XIV verwandelt. Als Durchschnitt ergibt sich so für die kurzen Haspelarme 10' und für die langen 16'; der Längenunterschied ist also 6' (1,78 m). Kürzere Haspelarme als 8' wird man nicht haben nehmen können, weil man damit die Haspel nicht durch Anschlagenlassen gegen den 6' über dem Estrich liegenden Flachbalken sperren konnte. Waren verschiedene Längen vorhanden, dann wählte jeder die Länge, die ihm am meisten lag, nach dem Arbeitsgesetz, mit geringstem Kraftaufwand die größte Wirkung zu erzielen. Zu den längsten Haspelarmen um 18' herum wird man nur gegriffen haben, wenn man auch den letzten Tropfen Öl noch herausholen wollte.

4. Das Keltartau (*funis torculus*).

Über das Keltartau handelt ausführlich c. 135, 3—4 und knapp c. 63:

*funem torculum si quis faciet: Casini L. Tunnius, Venafri C. Mennius L. f.*

*eo indere oportet coria bona VIII nostratia, recentia quae depsta sient, quam minimum salis habeant.*

*ea depseret et unguere unguine prius oportet, tum siccare.*

*funem exordiri oportet longum P. LXXII.*

*toros tres habeat.*

*lora in toros singulos VIII, lata digitos II.*

*cum tortus erit, longus P. XLVIII.*

*in commissura abibit P. III; rel(i-  
quus) erit P. XLVI.*

*ubi extentus erit, accident P. V. lon-  
gus P. LI.*

'Wenn man ein Keltartau machen lassen will: in Casinum L. Tunnius, in Venafrum C. Mennius, der Sohn des L. Mennius.

Verarbeiten lasse man dazu acht gute einheimische Häute, die frisch gegerbt sein müssen und möglichst wenig Salz enthalten sollen.

Sie soll man gerben und zuerst mit Fett einfetten, dann trocknen lassen.

Das Tau soll zu Anfang 72' lang sein.

Es soll 3 Litzen haben (aus 3 Litzen zusammengedreht werden).

Riemen für die Gesamtlänge einer Litze 9 Stück, 2" breit.

Wenn das Tau gedreht ist, ist es 49' lang.

Beim Verspleißen gehen 3' ab; es bleiben 46'.

Wenn es gespannt ist, kommen 5' dazu. Es ist dann 51' lang.'

Es sind also in der gesamten Länge jeder der drei Litzen 9 Riemen miteinander zu verbinden. Da das ganze Tau 72' lang ist, muß jeder der 9 Riemen 8' lang gewesen sein, wozu man an den beiden Enden vielleicht 6" zugeben muß, damit sich die Riemen in der Überlappung überschneiden und zusammengenäht werden können. Denn immer da, wo zwei Riemenenden zusammenstoßen, gibt es eine Verbindung (eine Verlappung, einen Stoß). Die Verbindung geschieht in der Weise, daß die Enden zweier zusammenstoßender Riemen spitz zugeschnitten (zugeschräft) werden und sich überdecken. So können sie zusammengenäht werden, ohne daß eine Verdickung entsteht. — Durch das Drehen (den Drell) wird das Tau kürzer. Der hier angenommene bedeutende Verlust von  $(72' - 49') = 23'$  besagt, daß die Verdrehung der Litzen sehr weit getrieben ist. Das Keltartau ist ein 'Tau ohne Ende', und die beiden Enden müssen miteinander verspleißt werden. Das Leder reckt sich, sobald es durch Zugkräfte beansprucht wird, und das Tau wird wieder länger (5').

Über die Anbringung des Keltartaus macht Cato weder hier noch sonst eine Mitteilung. Man muß aber annehmen, daß es zunächst zwei- oder dreimal um das vordere Ende des Kelterbaumes herumgeschlungen wird. Dann wird die herunterhängende Bucht um den Mitnehmer des Haspelbaumes gelegt. Darauf wird durch das Drehen des Haspelbaumes das Tau soweit aufgewickelt, daß auf jeder Seite des Kelterbaumes ein Strang straff vom Kelterbaume zur Haspel herabführt. So wird das Tau beim Keltern in zwei Querschnitten beansprucht,

und es wird erreicht, daß der Kelterbaum ganz gleichmäßig niedergeht, also gegen Verkanten gesichert ist. Beim Weiterdrehen des Haspelbaumeswickelt sich das Keltertau weiter auf den Haspelbaum auf und erhöht nun den Kelterdruck, während bis dahin nur das Eigengewicht des Kelterbaumes gewirkt hat.

c. 135, 4 *funem torculum extentum longum esse oportet P. LV maximis vasis, minoribus P. LI.* ('Das Keltertau muß angespannt für größere Keltern 55', für kleinere 51' lang sein'). Mit den größeren Keltern sind die Weinkeltern und mit den kleineren die Ölkeltern von c. 18—19 gemeint. Bäume und Pfähle sind bei der Weinkeltern 2' höher, weshalb auch der Kelterbaum in seiner Höchstlage 2' höher zu liegen kommt. Da das Keltertau vom Kelterbaum zum Haspelbaum in zwei Strängen heruntergeführt ist, kommen die 4' Mehrlänge genau heraus.

c. 63 *funem torculum esse oportet extentum pedes LV.* ('Das Keltertau muß angespannt 55' lang sein'). Diese kurze Bemerkung kann sich nach Vorstehendem nur auf das Keltertau einer Weinkeltern beziehen.

Zusammengefaßt ergibt sich folgende Aufrechnung bei den Ölkeltern:

<i>funem exordiri oportet longum</i>	72'
<i>cum tortus erit, longus</i>	49'
<i>in commissura abibit</i>	3'
<hr/>	
<i>reliquus erit</i>	46'
<i>ubi extentus erit, accedent</i>	5'
<hr/>	
<i>longus erit</i>	51'

### 5. Der Kelterdeckel (*orbis olearius*).

Mit besonderer Ausführlichkeit behandelt Cato (c. 18, 9) den runden Deckel, der beim Keltern auf das Keltergut unter den Kelterbaum gelegt wird:

*orbem olearium latum P. IIII Puni-*

*canis coagmentis facito.*

*crassum digitos VI facito.*

*subscudes iligneas adindito.*

*eas ubi confixeris, clavis corneis oc-*

*cludito.*

*in eum orbem tris catenas indito.*

*eas catenas cum orbi[s] clavis ferreis*

*corrigitto.*

*orbem ex ulmo aut ex corylo facito.*

*si utrumque habebis, alternas indito.*

'Dem Kelterdeckel gib 4' Durchmesser, mit punikanischer Spundung.

Mache ihn 6" stark.

Lege außerdem eichene Schwalbenschwänze ein.

Wenn du sie eingelegt hast, befestige sie mit Nägeln aus Kornelkirschholz. Oben auf diesen Deckel lege drei Leisten auf.

Diese Leisten verbinde mit dem Dekkel starr durch eiserne Nägel.

Den Deckel mache aus Rüster oder aus Haselnuß.

Wenn du beides hast, lege das Holz gesperrt'.

Über den Holzverband zur handwerksgerechten Herstellung hören wir viererlei:

1) Der Deckel soll *Punicanis coagmentis* hergestellt werden. Niemand kann sagen, was das für ein Verband war. Es wären mehrere Arten denkbar. Jedenfalls wird es ein Verband gewesen sein, bei dem die Fugen der einzelnen Bohlen möglichst dicht geschlossen waren, also z. B. ein Verband, wie ihn A. G. Drachmann a. a. O. 169 Abb. 39 gezeichnet hat.

2) Die einzelnen Bohlen sollen durch Schwalbenschwänze miteinander verbunden, und die Schwalbenschwänze sollen durch Holznägel befestigt werden. Der Schwalbenschwanz ist eine der Antike geläufige Verbindung, auch im Quaderbau, wo der Schwalbenschwanz aus Eisen ist und mit Blei vergossen wird. Da hier Holznägel empfohlen werden, handelt es sich um die Unterseite des Deckels, weil Eisen und Öl nicht miteinander in Berührung kommen dürfen.

3) Quer zu den Bohlen, aus denen der Deckel besteht, werden oben drei Leisten (*catenae*) aufgenagelt. Es ist klar, daß hier die Oberseite gemeint ist, denn da können die Eisennägel nicht schaden.

4) Bis hierher konnte man annehmen, Cato gebe eine einheitliche Beschreibung des Deckels: die Bohlen waren irgendwie gespundet, sie waren unten durch Schwalbenschwänze und oben durch Holzleisten verbunden. Auch noch der Anfang der vierten Anweisung läßt sich allenfalls mit dem Vorhergehenden vereinigen: Der Deckel soll aus Rüster oder aus Haselnuß gefertigt werden.

Aber die letzte Bestimmung bringt eine Schwierigkeit: wenn man beide Holzarten habe, solle man beide umschichtig verwenden. Das ist nur so zu verstehen, daß mehrere Schichten übereinander liegen, und zwar 'gesperrt', d. h. sich rechtwinklig kreuzend, z. B. unten Rüster, darüber quer dazu Haselnuß, dann wieder quer dazu Rüster usw. Bei dieser Art des Holzverbandes werden die einzelnen Holzschichten sehr dünn, und Schwalbenschwänze mit Holznägeln und Holzleisten mit Eisennägeln und vor allem irgendwelche Spundung sind unmöglich. Es bleibt nur der Ausweg, anzunehmen, daß hier zwei Anweisungen für die Anfertigung des Deckels zu einer einzigen zusammengeflossen sind. Vielleicht bilden also die beiden letzten Sätze die zweite Anweisung: c. 18, 9 *orbem ex ulmo aut ex corylo facito. si utrumque habebis, alternas indito.* Beide Anweisungen würden dann gleich mit demselben Schlagworte anfangen: *orbem olearium . . . facito* und *orbem . . . facito*. Für die zweite Anweisung kann man annehmen, daß die sich abwechselnd kreuzenden Schichten durch Holznägel zusammengehalten wurden; denn Schwalbenschwänze waren unmöglich und Leisten zur Starrhaltung (*corrigito*) der Bretter überflüssig, weil sich Sperrholz ja infolge der Sperrung der Schichten nicht werfen kann, was die Leisten bei der ersten Anweisung verhindern sollen.

#### 6. Flaschenzüge (*trochileae*) und Anisokylen (*rotae*).

Die Haspel, bestehend aus Haspelbaum (*sucula*) mit Mitnehmer (*porculus*) und Haspelarmen (*vectes*) nebst dem Keltertau (*funis torculus*), kann nach Lage der Dinge den Kelterbaum (*prelum*) nur herabziehen. Sie kann nicht

dazu dienen, den Kelterbaum emporzuwinden. Dazu dienen nach Cato c. 3 entweder die Flaschenzüge (*trochileae*) oder die bei Vitruv X 1,2 als *Anisokyklen* bezeichneten Vorgelege (*rotae*). Die betreffende Cato-Stelle lesen und übersetzen wir folgendermaßen: c. 3, 5—6 *trapetos bonos privos inpare esse oportet, si orbes contriti sient, ut commutare possis, funes loreos privos, vectes senos, fibulas duodenas, mediportos privos loreos, trochileas Graecanicas. binis funibus sparteis ducantur <or>biculis superioribus octonis, inferioribus senis; citius duces; si rotas voles facere, tardius ducetur, sed minore labore.* ('Gute Kollersteine für die Kollergänge sollen zum Ersatz in verschiedenen Größen vorhanden sein, damit du die Kollersteine auswechseln kannst, wenn sie durch Reibung abgenutzt sind, Keltertaue aus Lederriemen zum Ersatz, 6 Haspelarme, 12 Keilbolzen, Tauschlupfe aus Lederriemen zum Ersatz und griechische Flaschen [Flaschenzüge]. Jeder Flaschenzug soll mit 2 Spartagrastauen gezogen werden und oben 8 und unten 6 Rollen [Seilscheiben] haben; du wirst damit rascher ziehen; wenn du Zahnräder [Anisokyklen] anbringen willst, wird man langsamer ziehen, aber mit weniger Kraftaufwand').

H. Keil und G. Goetz haben den Text falsch abgeteilt und nachher falsch verbessern müssen; einiges hat bereits J. Hörle berichtigt. H. Keil zerreißt die Liste der aufgezählten Dinge, indem er das letzte Glied, die griechischen Flaschen, von der Liste losreißt und zu dem Folgenden zieht. Aus *ducantur* muß er daher *ducunt* machen, weil er *trochileas Graecanicas* falsch abgeteilt hat und nun ein Prädikat dazu braucht. *-ur* reißt er von *ducantur* ab, verwandelt es in *-or* und verbindet es mit dem verstümmelt überlieferten *biculis*, das sein *or-* verloren hat, weil *-ur* vorherging. Man braucht aber nur dieses ausgefallene *or-* zu ergänzen und den Text richtig abzuteilen, dann ist alles in Ordnung. Wir wenden uns der Sacherklärung der Flaschenzüge zu.

Ein Flaschenzug einfacher Bauart besteht aus zwei Flaschen (Kloben, Scheren, Blöcken), einer oberen festen (Oberflasche) und einer unteren beweglichen (Unterflasche), über deren Seilscheiben (Rollen) ein Zugseil (Trumm) läuft. Die Zahl der Seilscheiben ist im allgemeinen in den beiden Flaschen um eine verschieden, und die Seilscheiben sind in den Flaschen entweder alle auf derselben Achse nebeneinander oder alle auf verschiedenen Achsen untereinander angeordnet. Aus praktischen Gründen ist es schon im Altertum die Oberflasche, die eine Rolle mehr hat.

Es ist die Eigentümlichkeit von Catos 'griechischen' Flaschenzügen, daß sie mit *z w e i* ablaufenden Trummen gezogen werden (*binis funibus sparteis ducantur*) und daß die Zahl der Rollen in den beiden Flaschen sich deshalb um *z w e i* unterscheidet. Dem einer Kelter zugeteilten griechischen Flaschenzug gibt Cato in der oberen Flasche 8 und in der unteren 6 Seilscheiben: *<or>biculis superioribus octonis, inferioribus senis.* Damit haben J. Hörle wie A. G. Drachmann nichts anzufangen gewußt. Wieder hat schon A. L. F. Meister das Richtige gesehen und auf Vitruv verwiesen. Vitruv schildert mehrere Arten von Flaschenzügen für größere Lasten, die von der gewöhnlichen Bauart abweichen. Über die Bauart, die Cato c. 3 im Auge hat, heißt es X 2, 6: *in his autem machinis trocleae non eodem, sed alio modo comparantur. habent enim et in imo et in summo duplices ordines orbicularum.* ('Bei diesen Hebe-

maschinen aber werden die Flaschen [Scheren, Kloben] nicht in derselben, sondern in einer anderen Art und Weise hergestellt. Sie haben nämlich sowohl unten als auch oben doppelte Reihen von Rollen [Seilscheiben<sup>11</sup>]). Hieraus folgt, daß Catos 'griechische' Flaschenzüge in der oberen Flasche auf 4 Achsen untereinander je 2 Seilscheiben nebeneinander und in der unteren Flasche auf 3 Achsen untereinander je 2 Seilscheiben nebeneinander haben. Es handelt sich somit, da entsprechend den je 2 Seilscheiben nebeneinander mit je 2 Zugtrummen gearbeitet wird, eigentlich um zwei gewöhnliche Flaschenzüge, deren jeder 4 Seilscheiben in der oberen und 3 Seilscheiben in der unteren Flasche hat.

Vitruv kennt und beschreibt einzügige, zweizügige und dreizügige Flaschenzüge. Es ist klar, daß die gewaltigen Bauten des Altertums nur mit ebenso gewaltigen Kränen und mit Flaschenzügen von entsprechender Tragfähigkeit ausgeführt werden konnten. Bei der regen Bautätigkeit der augusteischen Zeit beherrschten sie das Straßenbild Roms so, daß Horaz, epist. II 2, 73 schreibt: *torquet nunc lapidem, nunc ingens machina tignum.* ('Ein ungeheuerer Kran windet bald einen Steinblock, bald einen Balken in die Höhe').

Auch die bildende Kunst konnte sich dem Eindruck nicht entziehen. Wir gehen zur Erläuterung des Cato-Textes auf zwei antike Darstellungen genauer ein: Auf einem Relief vom Grabe der Haterier im Lateran, das wiederholt behandelt, aber nie gut abgebildet worden ist, ist neben den Grabbauten für die Familie ein riesiger Schwenkkran dargestellt (*ingens machina*), der mit seiner Spitze den First des daneben stehenden tempelförmigen Grabes übertragt. Gewisse Eigentümlichkeiten sieht man nur am Relief selber bei genauem Zusehen, einiges nur mit der Lupe auf einer guten Photographie. Der Kran wird durch einige Haltetaue, die man sich im Kreise rings herum angeordnet zu denken hat, in schräger Lage gehalten. Diese Haltetaue können mittels einzügiger Flaschenzüge verkürzt und verlängert werden, um die nötigen Schwenkungen des Auslegers vollziehen zu können. Diese Flaschenzüge gehen uns hier nichts an. Aber der Hauptflaschenzug zum Heben der Lasten, der an der Spitze des schwenkbaren Auslegers hängt, ist doppelzügig wie bei Cato. Nur die obere Flasche ist dargestellt. Sie enthält auf 2 Achsen übereinander je 2 Rollen nebeneinander, also im ganzen 4 Rollen. Diese Darstellung ist durch den Reliefstil geboten. Sie ist vereinfacht. Die Wirklichkeit verlangt mindestens einen Flaschenzug, wie ihn Cato beschreibt, d. h. eine Oberflasche mit 4 Achsen untereinander; die nicht dargestellte Unterflasche müßte dann 3 Achsen untereinander haben. Bei genauem Zusehen erkennt man, daß die ablaufenden Trumme auf dem Relief doppelt sind, wie es Cato verlangt.

Einen ähnlichen Flaschenzug haben wir am römischen Triumphbogen zu Orange (Arausio) in Südfrankreich beobachtet. Er ist an der Feldseite des Bogens in einem Relief der unteren Attika über dem rechten (nördlichen) Durchgange dargestellt<sup>11</sup>). Der Ausleger eines Ladekrans neben Schiffen geht von rechts unten nach links oben. An seiner Spitze ist die Oberflasche mittels eines mehrfach um den Ausleger geschlungenen Tauschlupfes auf-

<sup>11</sup>) Espérandieu I 260; Detailaufnahme S. 202, Mitte.

gehängt. Sie hat wie auf dem Haterierrelief in einem Flaschengehäuse auf einer oberen Achse 2 Seilscheiben nebeneinander und auf einer unteren Achse 2 Seilscheiben nebeneinander, also zusammen 4 Seilscheiben, die offenbar wieder abkürzend eine größere Anzahl andeuten sollen. Die Unterflasche ist etwas länger, aber durch Verwitterung undeutlich geworden. Die ablaufenden Trumme sind in abkürzender Darstellung zu einem kreisrunden Haufen zusammengelegt; die Wirklichkeit verlangt, daß jedes der beiden ablaufenden Trumme auf einem besonderen Haufen aufgerollt wird.

Der wichtigste Teil des Flaschenzuges ist die Rolle oder Seilscheibe. Sie heißt lateinisch *orbiculus*, was kleiner Kreis oder kleine Scheibe bedeutet. Sie läuft wie ein Rad um eine Achse, zeigt aber anstelle des Radreifens eine Rille für das Seil (Tau, Trumm). Griechisch heißt die Seilscheibe *τροχίλος*. Das ergibt sich unzweifelhaft aus Heron, Mechanik II 3, wo neben der arabischen Übersetzung des Luka ben Kosta auch der griechische Text bei Pappos erhalten ist. Es handelt sich hier bei Heron allerdings nicht um den gewöhnlichen Flaschenzug, sondern um den sog. Rollenzug, der aber grundsätzlich dasselbe ist, nur daß sich jede Rolle für sich in einem besonderen Gehäuse bewegt.

Als *τροχίλος* bezeichneten die griechischen Architekten und Bauhandwerker auch die eine Hohlkehle der attischen und jede der beiden Hohlkehlen der ionischen Säulenbasis, wofür sie auch 'das Dunkle' (*ἡ σκοτία*) sagten (vgl. Vitruv III 4, 2—3). Es ist klar, daß man zuerst die Seilscheibe des Flaschenzuges als *τροχίλος* bezeichnet hat und erst später in übertragener Bedeutung die Hohlkehlen an den Säulenbasen, die wie Seilscheiben mit Rille aussahen. Das Wort *τροχίλος* ist die Verkleinerung von *τροχός* = Rad, eigentlich Läufer, von *τρέχω*, und bedeutet wie *orbiculus* eigentlich ein kleines Rad. Von *τροχίλος* ist dann *ἡ τροχίλια* weitergebildet worden, was den Kloben (Flasche, Schere, Block) des Flaschenzuges bezeichnet. Bei Cato c. 3, 5 steht *trochilea*, bei Vitruv X 2 wiederholt *troclea*. Wenn sich aus älterem *trochilea* jüngeres *troclea* entwickeln konnte, dann setzt das für Catos Zeit Betonung der ersten Silbe voraus, so daß das i der zweiten schwinden konnte.

Wir schlagen nun vor zu lesen: Vitruv X 2, 1 *troclea, quem etiam nonnulli <t>rechamum dicunt*. Überliefert ist *rechamum* ohne das *t*, das wahrscheinlich schon im Altertume verloren gegangen ist, als die Buchrollen in Massenauflagen nach Diktat geschrieben wurden, nicht erst im Mittelalter, als ein einzelner Schreiber seinen Codex von einem anderen abschrieb. Es liegt also ein Verhören, kein Verschreiben vor.

Wie *τροχίλος* und *τροχίλια* ist auch *τρεχαμός* von *τρέχω* = ich laufe abgeleitet. Zweifelhaft ist aber der Akzent. Die Liste der auf -*αμός* und -*αμος* ausgehenden Wörter, die das 'Rückläufige Wörterbuch der griechischen Sprache' von Kretschmer-Locker bietet, läßt keinen sicheren Schluß zu. Auffallend ist auch das Epsilon, da die vergleichbaren Bildungen meist ein Omikron haben; vgl. z. B. *οὐλαμός*, *ποταμός*, *πλόκαμος*, *δρόκαμος* gegen *κέραμος*. Natürlich muß es ein paar Zeilen weiter Vitruv X 2, 2 heißen *ad <t>rechamum autem imum*.

Wir lassen eine Berechnung der am Flaschenzuge zu leistenden Arbeit folgen:

Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die  $2\frac{1}{2}'$  lange Zunge des Kelterbaumes nur einen Querschnitt von  $11'' \times 11''$  hat, rückt der Schwerpunkt des 25' langen Kelterbaumes fast in die Mitte seiner Länge. Über dieser Mitte muß der Flaschenzug an einem Tragbalken darüber befestigt werden. Bei einem Lufttrockengewicht der Hopfenbuche (vgl. S. 91) von  $800 \text{ kg/m}^3$  wiegt der Kelterbaum rd. 900 kg. Aber auch die untere Flasche mit den 6 Seilscheiben, der Stropp und ein Teil der Seilstränge sind zu heben, so daß die gesamte zu hebende Last rd. 1000 kg beträgt. Da beim griechischen Flaschenzug eigentlich zwei gewöhnliche Flaschenzüge mit  $n = 7$  Rollen laufen, kommt auf einen eine Last von rd. 500 kg. Schätzt man den Rollenwiderstand mit rd. 150 kg ein, dann sind im ganzen  $Q = 650 \text{ kg}$  zu heben. Um am Zugtrumm mit dieser Last das Gleichgewicht zu halten, muß dort eine Kraft

$$K = \frac{Q}{n} = \frac{650}{7} = 93 \text{ kg}$$

angreifen. Jedes Zugtrumm des griechischen Flaschenzuges muß daher von 2 Mann gezogen werden; denn ein Mann kann nur eine Zugkraft ausüben, die geringer als sein Gewicht ist. Zur Bedienung von Catos doppelzügigem Flaschenzuge sind also 4 Mann erforderlich. Es ist daher begreiflich, daß Cato, um nicht noch mehr Leute zu brauchen, den starken Flaschenzug mit 4 Paar oberen und 3 Paar unteren Rollen empfiehlt und offenbar selbst angewendet hat.

Wir wenden uns Catos Schlußsätze zu: *si rotas voles facere, tardius ducetur, sed minore labore.* J. Hörle a. a. O. 184f. hält die *rotae* für einfache feste Rollen, die über den Kelterbäumen (über jedem Kelterbaum je eine Rolle) am Gebälk aufgehängt sind. Nun wird aber bekanntlich durch die feste Rolle keine Kraftersparnis, vielmehr nur eine Änderung der Kraftrichtung erreicht. Eine solche feste Rolle wäre weiter nichts als eine Leit- oder Umlenkrolle, bei der Gleichgewicht herrscht, wenn die Kraft gleich der Last ist. Ist am Lasttrumm ein Kelterbaum von rd. 1000 kg zu heben, so würden am Zugtrumm — ohne den Rollenwiderstand einzurechnen — 20 Mann ziehen müssen, die Zugkraft eines Mannes gleich 50 kg gesetzt. Man würde schneller ziehen, aber mit größerem Kraftaufwande als beim Flaschenzuge. Nach Hörles Erklärung tritt also das gerade Gegenteil von dem ein, was Cato sagt.

Cato weist uns den Weg durch seine wohlüberlegte Ausdrucksweise, die die Goldene Regel der Mechanik wiedergibt, wonach an Weg gewonnen wird, was man an Zeit verliert, und umgekehrt. Cato will mit seinen *rotae* Zeit opfern, aber Arbeiter sparen. Folglich müssen die *rotae* eine Vorrichtung sein, mit deren Hilfe man den Kelterbaum zwar langsamer als mit dem griechischen Flaschenzuge, dafür aber mit weniger als 4 Arbeitern heben kann. Wieder ist die nötige Aufklärung bei Vitruv X 1, 2 zu finden: *inter machinas et organa id videtur esse discrimen, quod machinae pluribus operis vel vi maiore coguntur effectus habere, uti ballistae torculariorumque prela; organa autem unius*

*operae prudenti tactu perficiunt, quod est propositum, uti scorpionis seu anisocyclorum versationes.* (‘Zwischen Maschinen und Werkzeugen dürfte der Unterschied bestehen, daß die Maschinen mit mehr Arbeitern oder mit größerem Kraftaufwand gezwungen werden, ihre Wirkung zu tun wie z. B. die Wurfmaschinen [Ballisten] und die Kelterbäume der Keltern; die Werkzeuge aber durch das Zufassen eines einzigen angelernten Arbeiters das bewirken, was man vorhat wie z. B. das Drehen des Skorpions oder der Anisokyklen’).

Über diese von Vitruv als Anisokyklen bezeichneten Vorgelege belehrt uns sehr ausführlich Heron, Mechanik I 1, wofür außer der arabischen Übersetzung des Luka ben Kosta auch die etwas abweichende griechische Fassung des Pappos erhalten ist. Es handelt sich um Kästen oder Läden mit ineinandergreifenden Zahnradern verschiedener Durchmesser. Nach Pappos soll Archimedes der Erfinder und über die Wirkung so sehr erstaunt gewesen sein, daß er das berühmte Wort sprach: ‘Gib mir einen festen Punkt (außerhalb der Erde), und ich werde die Erde bewegen ( $\delta\sigma\varsigma\ \mu\iota\iota\iota$ ,  $\varphi\eta\sigma\iota$ ,  $\pi\sigma\tilde{\nu}$   $\sigma\tau\tilde{\omega}$ ,  $\kappa\alpha\iota\ \kappa\iota\pi\tilde{\omega}$   $\tau\tilde{\nu}\nu$ )<sup>12</sup>).

Herons Darstellung ist rein mathematisch und zieht nicht die in der Wirklichkeit auftretenden Reibungswiderstände in Betracht. Er will eine angenommene Last von 1000 Talenten mit einer angenommenen Kraft von 5 Talenten heben. Da ein Talent rd. 26 kg ist, so ist das das 26fache der bei Catos Kelter zu hebenden Last. Nach dem arabischen Text baut Heron dazu einen Kasten mit 4 Wellen mit Rädern (vgl. Abb. 1 der Ausgabe von L. Nix und W. Schmidt). Die erste Welle dient zum Aufwickeln des Hubtaues und trägt ein Zahnrad mit dem 5fachen Durchmesser der Welle. Das Zahnrad ist daher mit einer Kraft von  $1000:5=200$  Talenten zu drehen. Daneben lagert er eine zweite Welle mit kleinem und großem Zahnrad, deren Durchmesser sich wieder wie 1:5 verhalten. Das kleine Zahnrad der zweiten Welle greift in das große Zahnrad der ersten Welle ein. Um das große Rad der zweiten Welle zu drehen, braucht Heron  $200:5=40$  Talente an Kraft. Um mit einer Kraft von 5 Talenten auszukommen, baut Heron noch eine dritte und vierte Welle ein. Eine Kurbel versetzt die letzte Welle nach der arabischen Übersetzung in Umdrehung, während nach der griechischen Fassung bei Pappos mit der Kurbel eine Schnecke gedreht wird, die in die Zähne des vierten großen Zahnrades eingreift (vgl. Abb. 62 bei L. Nix-W. Schmidt).

Für Catos Kelter genügte eine schwächere Vorrichtung. Genaueres läßt sich nicht sagen. Denn die Gesamtarbeit ist gleich der Nutzarbeit zuzüglich der Reibungsarbeit. Die Reibungsarbeit ist aber nicht zu berechnen, da wir heutzutage eiserne Geräte mit ganz anderen Widerständen haben und Getriebe mit hölzernen Zahnrädern außer Gebrauch gekommen sind. Jedenfalls aber war es möglich, den rd. 1000 kg schweren Kelterbaum durch einen einzigen angelernten Arbeiter heben zu lassen, also die Arbeitsleistung auf den vierten Teil zu vermindern, wobei sich allerdings die Zeit in demselben Verhältnisse verlängern mußte. So stimmt es, was Cato sagt, daß man mit dem Flaschen-

<sup>12)</sup> Pappos, ed. Hultsch 1, VIII S. 1060.

zuge schneller zieht (*citius duces*), daß man aber, wenn man Zahnräder auf Wellen bauen wolle (*si rotas voles facere*), langsamer ziehe (*tardius ducetur*), aber weniger Arbeitskraft brauche (*sed minore labore*).

### 7. Die Tauschlupfe für die Flaschenzüge (*melipontes* oder *mediponti*).

Was die Aufhängung des Flaschenzuges anbelangt, so könnte man daran denken, daß der Flaschenzug am Dachstuhl befestigt war. Aber das ist ausgeschlossen, weil der Flaschenzug das ganze Gewicht des Kelterbaumes (nach unserer Annahme rd. 1000 kg) zu tragen hatte und dem Dachstuhle eine derartige Zusatzbelastung nicht zugemutet werden konnte. Vielmehr ergibt sich die Art der Aufhängung des Flaschenzuges aus der Betrachtung des von Cato nur nebenbei erwähnten Aufbaues über den Flachbalken. Um nämlich die beiden Flachbalken genügend zu belasten, sollen Belastungsmauern darauf aufgemauert werden (vgl. S. 54). Ihre Höhe wird nicht angegeben. Es liegt aber nahe anzunehmen, daß sie so hoch emporgeführt wurden, daß der Flaschenzug genügend Spielraum hatte, um den Kelterbaum in seine Höchstlage emporzuheben. Wie dabei die Aufhängung des Flaschenzuges über den Belastungsmauern geschah, kann man sich beim Mangel irgendwelcher schriftlicher oder bildlicher Darstellungen folgendermaßen vorstellen: Wir nehmen an, daß von der vorderen zur hinteren Belastungsmauer zwei gleichlaufende Balken liefen, die ein hölzernes Querstück trugen, das den offenen Raum zwischen den gleichlaufenden Balken überbrückte und in dessen Mitte die obere Flasche des Flaschenzuges mittels eines sog. Tauschlupfes aufgehängt war.

Hier hilft uns Vitruv weiter: Dieses Aufhängen der oberen Flasche eines Flaschenzuges beschreibt er zweimal: X 2, 1 *alligatur in summo troclea*. ('Oben — an der Spitze der beiden Rüstbäume eines Hebezuges — wird eine Flasche angebunden'). Vitruv spricht hier nur von der Tatsache des Festmachens der oberen Flasche durch Anbinden (*alligare*), ohne den lateinischen oder griechischen Namen des Tauschlupfes zu nennen. — X 2, 4 *troclea in summo capite machinae rudenti contineatur*. ('Die — obere — Flasche soll an der obersten Spitze des Hebezeuges mittels eines Taues festgehalten werden'). Hier wird der Tauschlupf genannt, aber er wird nicht mit einem besonderen Fachausdrucke, sondern mit dem allgemeinen Worte *rudens* ('Tau, Strick') bezeichnet.

Jedenfalls mußte etwa in der von uns angenommenen Weise eine Überbrückung des Raumes zwischen den beiden Belastungsmauern geschaffen werden (eine Überbrückung, die ebenso wie der Flaschenzug selbst das Gewicht der aufgemauerten Belastung noch erhöhte). Eine solche Brücke konnte der lateinische Sprachgebrauch als *pons* bezeichnen; denn unter *pons* wurde nicht nur eine Brücke über einen Fluß, sondern auch ein Gerüst verstanden wie z. B. das Baugerüst beim Bau der Markussäule in Rom auf der Piazza Colonna (vgl. H. Dessau ILS. 5531). Die waagerechten Bohlen eines Baugerüstes ruhen wie die Fahrbahn einer Brücke (durch Querbalken vermittelt)

auf lotrechten Stützen. Der Flaschenzug hing also in der Mitte eines solchen *pons* oder lateinisch ausgedrückt *in medio ponte*.

Nun finden sich bei Catos Schilderungen seiner Keltern dreimal Täue erwähnt, die er c. 3,5 und c. 68 *medipontos* und c. 12 *melipontis* nennt (im Akk. Plur). Das Wort ist eine Adjektivbildung, zusammengesetzt aus dem Adjektiv *medius* und dem Substantiv *pons*. In der Fuge findet sich der für das Lateinische in solchen Fällen übliche Vokal *-i-*. Ähnliche Bildungen sind z. B. *medilunia* und *mediterreus* (*mediterraneus*), wo dasselbe Adjektiv *medius* als erster und ein Substantiv als zweiter Bestandteil erscheint und in der Fuge dasselbe *-i-* steht. Wenn aber bei Cato der erste Bestandteil zweimal *medi-* und einmal *meli-* lautet, so liegt in der Form *meli-* der auch sonst im alten Latein häufige Übergang von *d* in *l* vor. Das bekannteste Beispiel für diesen Lautwandel ist *lacrima* im Vergleich mit dem griechischen *δάζων* und dem deutschen Zähre. Andere Beispiele findet man bei W. M. Lindsay-H. Nohl, Die lateinische Sprache (1897) 236 ff.: *lautia* — *dautia*, *lingua* — *dingua*, *kapitodium* — *kapitolium*, *kadamitas* — *calamitas*, *consilium* neben *praesidium* usw.; vgl. auch Paulus ex Festo S. 64 Lindsay *delicare ponebant pro dedicare*. Es wäre also falsch, das handschriftlich glücklich überlieferte *meli-* zu ändern.

Der zweite Bestandteil ist das Substantiv *pons*, das nach der I-Deklination geht. In der Form *melipontis* ist die I-Deklination denn auch festgehalten; aber die Form *medipontos* zeigt Übergang zur O-Deklination. Es ist das bekannte Hin und Her, das z. B. *inermus* neben *inermis* aufweist.

Da also im ersten Bestandteil nebeneinander *d* und *l* und im zweiten I-Stamm neben O-Stamm möglich ist, so sind an sich im Akk. Plur. vier Formen möglich: *\*medipontis*, *melipontis*, *medipontos* *\*melipontos*, und alle vier mögen in der Umgangssprache auch aufgetreten sein; Cato sind zufällig *melipontis* und *medipontos* in den Sinn gekommen oder von anderen gesagt worden.

Was endlich die Bedeutung des Wortes anbelangt, so handelt es sich um eine Bildung ähnlich wie *mediterreus* = *in media terra*. An der Cato-Kelter war über den Belastungsmauern eine Überbrückung (*pons*) für die Aufhängung des Flaschenzuges erforderlich, und der Flaschenzug mußte in der Mitte der Überbrückung, *in medio ponte*, hängen. Was lag also näher, als die Tauschlupfe, vermittels derer die Flaschenzüge *in medio ponte* hingen, als *medipontos* oder *melipontis* zu bezeichnen?

#### 8. Die Stropfen für die Flaschenzüge (*capistra*).

Zu jedem Flaschenzuge gehört aber außer den Hubtauen (c. 3 *binis funibus sparteis*, c. 68 *subductarios*) und den soeben behandelten Tauschlupfen, die c. 68 unmittelbar vor den *subductarii* stehen, noch eine dritte Art von Tauen, um den Kelterbaum zu fassen und an die untere Flasche anzuschließen. Ein solches nennen wir einen Stropp. Wir glauben, in den c. 12 erwähnten *capistra* diese Stropfen sehen zu dürfen. Das Wort ist von *capere* 'fassen' abgeleitet, und die Stropfen haben den Kelterbaum zu fassen. *capistrum* bedeutet auch die Halfter, und auch diese Nebenbedeutung paßt zu der hier geforderten.

Endlich stehen c. 12 die *capistra* hinter den Flaschenzügen (*troclias X*), vor denen die beiden anderen für die Flaschenzüge benötigten Taue stehen: (für 5 Keltern) *subductarios V*, *meliportos V*, *troclias X*, *capistra V*, und auch die Zahlen stimmen. Es handelt sich nämlich hier in c. 12, wo Ausstattungsstücke für 5 Keltern aufgezählt werden, um 5 einzügige Flaschenzüge. Dazu gehören 5 obere und 5 untere Flaschen, zusammen also 10 (*troclias X*), 5 Hubtaue (*subductarios V*), 5 Tauschlupfe (*meliportos V*) zum Aufhängen der 5 oberen Flaschen, endlich um 5 Stropfen (*capistra V*), um die 5 Kelterbäume an je eine der 5 unteren Flaschen anzuschließen.

Tauschlupfe und Stropfen sind starker Beanspruchung ausgesetzt. Daher sollen die Tauschlupfe aus Leder sein (wie die Keltertaue.). Bezuglich der Stropfen hören wir nicht, woraus sie gefertigt waren.

Schauen wir nun noch einmal zurück, dann sind für die Keltern vier Arten von Tauen erforderlich: 1) *funes torculi* 'Keltertaue' zum Niederziehen des Kelterbaumes mittels der Haspel, 2) *funes subductarii* 'Hubtaue' zum Heben des Kelterbaumes mittels des Flaschenzuges, 3) *mediponti* oder *meliportes* 'Tauschlupfe' zum Aufhängen der Oberflasche über der Mitte der Kelter, 4) *capistra* 'Stropfen' zum Anschließen des Kelterbaumes an die Unterflasche. Cato nennt sie an drei Stellen, einmal alle vier: c. 12 (a) *funes loreos V*, (b) *subductarios V*, (c) *meliportos V*, (d) *capistra V*, das zweite und dritte Mal nur die ersten drei Arten: c. 3, 5 (a) *funes loreos privos*, (c) *medipontos privos* *loreos*, (b) ... *binis funibus sparteis ducantur* und c. 68 (a) *funes torculos*, (c) *meliportis*, (b) *subductarios*. Für die Hubtaue genügte Spartgras. Wenn man für die Tauschlupfe Leder nahm wie für die Keltertaue, dann vermutlich deshalb, weil Ledertaue bei geringerem Querschnitt die gleiche Festigkeit haben wie dickere Spartgrastaue. Die Tauschlupfe mußten aber durch die Öse der oberen Flasche etwa dreimal hindurchgeführt werden (so wenigstens auf dem Haterierrelief des Laterans). Bezuglich der Stropfen hören wir, wie gesagt, nicht, woraus sie gefertigt waren.

#### 9. Die Kelterbeutel (*fiscinae*).

Um das Keltergut (zermahlene und entkernte Oliven und ausgetretene Weintrauben) beim Keltern unter dem Kelterbaum zusammenzuhalten, muß es in Kelterbeutel gefüllt werden. Diese Kelterbeutel heißen bei Cato ausschließlich *fiscinae*; bei anderen Schriftstellern finden sich daneben auch das Grundwort *fiscus* und die Weiterbildung *fiscella* und *fiscellus*. Alle vier Formen haben die gleiche Bedeutung. Das Grundwort *fiscus* ist etymologisch nicht weiter zu erklären; *fiscina* ist ein davon abgeleitetes Adjektiv, das in der weiblichen Form substantiviert worden ist; *fiscella* und *fiscellus* sind Deminutivformen zu *fiscina*.

In den lateinisch-deutschen Wörterbüchern findet sich bei allen vier Formen fälschlich die Bedeutung Korb angegeben. 'Korb' ist das lateinische Wort *corbis* und bezeichnet einen aus Weidenruten oder dgl. geflochtenen Behälter, der ziemlich sperrig und zerbrechlich ist, wenn man einen starken Druck darauf ausübt. Wenn nun die Wörterbücher die Wortfamilie *fiscus* als 'Korb'

ausgeben, dann setzen sie lat. *fiscus* und lat. *corbis* einander gleich, was falsch ist. Dieser verbreitete und eingewurzelte Irrtum ist dadurch möglich geworden, daß man auf den Werkstoff für *fiscus* und auf die Verwendungsart nicht geachtet hat. Wenn man nämlich im Altertume so töricht gewesen wäre, das Olivenfleisch oder die Weintrester in einen aus Ruten geflochtenen, also starren Korb zu tun und dann den Korb unter den 20 Zentner schweren Kelterbaum zu stellen, dann wäre der Korb durch den ungeheuren Druck im Augenblick plattgedrückt worden. Er hätte nicht ein einziges Mal seinen Zweck erfüllt, und seine zerquetschten und aufgerissenen Reste wären zu nichts mehr zu brauchen gewesen. Man sollte den Alten doch solche Torheit nicht zu trauen! Vielmehr sind als Behälter für das Keltergut nur zähe, elastische Beutel aus kräftigen, widerstandsfähigen Werkstoffen brauchbar, die man nach Gebrauch reinigen und immer wieder verwenden kann.

Was den Werkstoff für diese 'Körbe' anbelangt, so ist am eindeutigsten die Leinwand überliefert. Myrtenbeeren soll man auspressen: Columella XII 38, 6 *fiscello lineo inclusas*, und XII 38, 7 *per lineum fiscum*. Ferner werden Spartgras und Palmen genannt. Aus Spartgras werden bei Cato die Zugtaue für Flaschenzüge hergestellt, die kräftig und zugleich elastisch sein müssen: c. 3, 5 *binis funibus sparteis*. Bei den Palmen ist an Palmenbast zu denken: Columella XI 2, 90 *sive palmae spartive fecunda est (sc. regio), fiscinae sportaeque; seu virgultorum, corbes ex vimine*. (Wenn man die Werkstoffe habe, könne man vieles selber machen, z. B. 'wenn die Gegend an Palmen oder Spartgras fruchtbar ist, Beutel und Säckchen; wenn an Gebüschen, Körbe aus Weidenruten'). Über den Unterschied von *fiscina* und *sporta* läßt sich nichts sagen; es waren den Zeitgenossen geläufige Beutelformen. Sie stehen zu den Körben aus Ruten in einem deutlichen Gegensatz, wie aus den Werkstoffen hervorgeht, die man nicht tauschen kann: hier Bast und Spartgras, dort Ruten von Weiden.

Columella XII 18, 2—3 *si ager amplus aut vineta aut arbusta grandia sunt, perenne fabricandae decemmodiae et trimodiae; et fiscellae texendae et picanuae . . . funiculi quoque fiscellis aptandi sunt*. ('Wenn das Gut umfangreich oder die Weinpflanzungen oder die Buschwälder groß sind, sind das ganze Jahr hindurch Körbe von 10 und 3 Scheffeln herzustellen; und es sind Kelterbeutel zu weben und zu teeren . . . und es sind auch Bindfäden an den Kelterbeuteln anzubringen'). Bindfaden zum Zubinden näht man an Säcke und Beutel, nicht an Körbe aus Ruten.

Neben Leinwand, Spartgras und Palmbast finden wir als Werkstoff auch *iuncus*, was gewöhnlich mit 'Binse' übersetzt wird. Das muß falsch sein; denn was man in Deutschland als Binse bezeichnet, ist ein so leicht zerreißbares Gewächs, daß sich die Kinder davon nur Spielzeug herstellen können. Es läßt sich nicht sagen, was in Wahrheit mit *iuncus* gemeint ist. Columella XII 17, 2 in *iunceis fiscellis vel sparteis saccis*. Wie hier Beutel und Säcke als gleichwertig behandelt werden, so auch ihre Werkstoffe 'Binse' und Spartgras, woraus folgt, daß es sich eben nicht um unsere Binse handeln kann.

Auch bei der Käsebereitung werden *fiscinae* usw. verwendet. Nachdem man die frisch gemolkene Milch mit einem Stückchen Kälbermagen (Lab, lat.

*coagulum*) in käsigen Zustand versetzt hat, kommt sie in Beutel, um die Molke unter Druck zu entfernen und den Käse trocknen zu lassen. Auch hier kommen nur kräftige, engmaschige Beutel in Frage.

Der junge Gott Apoll diente dem Könige Admetos als Kuhjunge oder Stall-schweizer und versah dabei die Milchwirtschaft und die Käsebereitung: Tibull II 3, 15—16 *tum fiscella levi detexta est vimine iunci raraque per nexus est via facta sero.* ('Damals wurden von dem Gotte Käsebeutel geknüpft aus den Fasern der Binse, und es wurden spärliche Durchlässe durch das Gewebe für die Molke gelassen'). Mißverständnis dieser Stelle hat das Unheil verschuldet; denn *vimen* ist sonst in der Prosa die Rute, nicht, wie hier beim Dichter notwendigerweise, die Faser. Wenn man also von 'Ruten' zu lesen vermeinte, so vermeinte man, daß es sich um einen Korb handeln müsse, ohne zu bedenken, daß man dicke Milch kaum vernünftigerweise in einen Korb aus Ruten schütten würde! Das wäre nicht weniger töricht als einen Korb aus Weidenruten unter den 50 Zentner schweren Kelterbaum zu stellen. Auch heißt *texere* nicht flechten, sondern weben oder knüpfen, wie *nexus*. Vergil, Buc. 10, 70 *dum... gracili fiscellam textit hibisco.* ('Während er einen Beutel aus schlankem Eibisch webt'). Aber unser Eibisch (*Althaea*), eine Malvenart, kann hier nicht gemeint sein. Vergil, Georg. I 266 *nunc facilis rubea texatur fiscina virga.* ('Jetzt [bei schlechtem Wetter] möge ein geschmeidiger Beutel aus Brombeerranken gewebt werden'). Es muß dahingestellt bleiben, ob der hier gemeinte *rubus* etwas mit unserer Brombeere zu tun hat.

In übertragener Bedeutung ist *fiscus* die kaiserliche Kasse im Gegensatz zur Kasse des Senats, dem *aerarium*. Man konnte natürlich die Münzen in Körbe aus Weidenruten tun, aber kleinere Münzen konnten darin leicht verloren gehen. Für das Geld sind die Geldsäcke am geeignetsten.

Die kurze Übersicht zeigt, daß die *fisci*, *fiscinae*, *fiscelli* und *fiscellae* den verschiedensten Zwecken dienen konnten, aus verschiedenen Werkstoffen hergestellt wurden und etwas anderes waren als Körbe, nämlich Säckchen oder Beutel. Aus Cato ist über die Werkstoffe seiner Kelterbeutel nichts zu entnehmen.

Cato hat mindestens vier verschiedene Arten von Kelterbeuteln gehabt: c. 135, 2 *fiscinae Campanicae* und c. 135, 3 *fiscinas Romanicas*. Außer den kampanischen und römischen unterscheidet er ferner zwischen Kelterbeuteln für Öl und Wein: c. 153 *vinum faecatum sic facito: fiscinas olearias Campanicas duas illae rei habeto. eas faecis inpleto sub prelumque subdito exprimitoque.* ('Wein aus der Weinhefe mache folgendermaßen: Nimm zu diesem Zwecke zwei kampanische Kelterbeutel für die Ölkelterung. Fülle sie mit der Weinhefe und lege sie unter den Kelterbaum und keltiere').

Die Kelterbeutel für das Öl, die kampanischen wie die römischen, werden engmaschiger gewesen sein als die für den Wein. Für die Weinhefe mußte man die engmaschigeren Beutel nehmen, die eigentlich für das Öl gemacht waren. Es gab somit: 1) *fiscinae Campanicae oleariae*, 2) *fiscinae Campanicae vinariae*, 3) *fiscinae Romanicae oleariae*, 4) *fiscinae Romanicae vinariae*.

Mit Hilfe dieser Übersicht läßt sich eine verderbte Cato-Stelle verbessern: c. 135, 2 *fiscinae Campanicae † eame utiles sunt.* Das in den Ausgaben mit dem

Kreuze der Verzweiflung gezeichnete Wort, ausgehend auf *e*, ist hinter *fiscinae Campanicae* offenbar ebenfalls auf *ae* ausgegangen, nur daß in den Handschriften ein *e* geschrieben worden ist, weil man im Mittelalter ja gern für *ae* einfaches *e* oder *e* mit Haken schrieb. Nimmt man an, daß das vorhergehende *m* für *ri* verschrieben ist, dann kommt man zu *-eariae*, was ohne Zweifel zu *<ol>eariae* zu ergänzen ist. Diese eigentlich wohl selbstverständliche, von Pontedera vorgeschlagene Lesung haben Keil und Goetz nicht in den Text zu setzen gewagt! Cato sagt also: 'Von den kampanischen Kelterbeuteln sind die für Öl brauchbar'. Die kampanischen für Wein waren also nicht zu empfehlen. c. 135, 3 *fiscinas Romanicas Suessae, Casino, optimae erunt Romae*. ('Römische Kelterbeutel [kaufe man] in Suessa und aus Casingnum. Am besten werden sie in Rom sein'). Bei den römischen Kelterbeuteln waren also die für Wein und Öl gleich gut.

Schon während des Kelterns soll der *custos* die Kelterbeutel reinigen: c. 67, 2 *fiscinas spongia effingat*. ('Er soll die Kelterbeutel mit einem Schwamme auswischen'). Die Kelterbeutel wurden also im nächsten Jahre wieder verwendet; daher zählt Cato bei der Ausstattung des Fünfkelterhauses auf: c. 12 *fiscinas novas veteres*.

*fiscella* bezeichnet bei Cato ein Beutelchen c. 23, 3 und c. 24, wo einmal Harz und das andere Mal Salz hineingetan und in ein Weinfäß hineingehängt wird, um im ersten Falle geharzten (= rezinierten) und im anderen Falle 'griechischen' Wein herzustellen. Bekanntlich ist es heutzutage für den griechischen Wein bezeichnend, daß er reziniert oder geharzt ist.

Beim Keltern denken wir uns die Kelterbeutel zugebunden und waagerecht unter den Kelterbaum gelegt. Unter dem Druck des Kelterdeckels nahmen sie dann immer mehr die Form von flacher werdenden Kissen an.

## 10. Das Bauholz.

### a. Die Holzarten.

Eine Zusammenstellung der Holzarten, aus denen gewisse Geräte und Teile der Kelter hergestellt werden sollen, enthält c. 31, 1; c. 31, 2 bringt Hinweise auf die beste Zeit für die Nutzholzgewinnung. Von der besten Zeit für die Nutzholzgewinnung handelt auch c. 17.

c. 17 ist also eine Parallele zu c. 31, 2. Eine Parallele zu c. 31, 1 fehlt. Außerdem ist über die Holzart, aus der die Keilbolzen gemacht werden sollen, in c. 12 ein Hinweis enthalten, wenn unsere Verbesserung *<i>ligneas* für handschriftliches *ligeas* richtig ist.

c. 31, 1

*ad oleam cogendam quae opus erunt parentur vimina matura.*

*salix per tempus legatur, uti siet, unde corbulae fiant et veteres sarciantur.*

'Ausgewachsene (einjährige) Ruten, die für die Olivenernte nötig sind, sollen bereit liegen.

Weide soll rechtzeitig geschnitten werden, damit ein Vorrat da ist, woraus man Tragkörbe machen und alte ausbessern kann.

*fibulae unde stant aridae: iligneae, ulmeae, nuceae, ficulneae, fac in stercus aut in aquam conificantur; inde, ubi opus erit, fibulas facito.*

*vectes iligneos, acrufolios, laureos, ulmeos facito uti sient parati.*

*prelum ex carpino atra potissimum facito.*

Am wichtigsten und schwierigsten ist die Bestimmung der Holzart, aus der der Kelterbaum vorzugsweise hergestellt werden soll. Cato nennt den Baum *carpinus atra*. Nach dem Handwörterbuch von K. E. Georges soll *carpinus* die Hagebuche, Hainbuche sein, *Carpinus Betulus Linné*<sup>13)</sup>. Aus den einschlägigen Werken zur Baustofflehre oder zur Pflanzenkunde ergibt sich aber, daß diese Gleichsetzung unmöglich ist.

R. Krüger, Handbuch der Baustofflehre I (1899) sagt über das Vorkommen von *Carpinus Betulus Linné*: 'In ganz Europa bis zum 56. Grad nördlicher Breite, jedoch nicht in Griechenland und Italien'. Nach den pflanzenkundlichen Werken heißt unsere Hainbuche oder *Carpinus Betulus Linné* in Italien *carpino bianco*: G. Hegi, Illustrierte Flora von Mittel-Europa III (München o. J. 1909) 65: 'Da das Holz im trockenen Zustand stark unter Wurmfraß leidet, können die Stämme . . . nicht als Bauholz verwendet werden'. Die Hainbuche kommt also doch in Italien vor, ist aber als Nutzholz ungeeignet, und es ist unwahrscheinlich, daß Catos *carpinus atra* heute *carpino bianco* heißen sollte. Damit scheint uns bewiesen zu sein, daß Catos *carpinus atra* nicht die Hainbuche, *Carpinus Betulus Linné*, sein kann. Dagegen spricht alles dafür, daß Catos *carpinus atra* dasselbe ist wie der im heutigen Italien *carpino nero* oder *carpinella* genannte Baum; vgl. A. Fiori, Nuova flora analitica d'Italia I (1923) 359: 'Arbusto od albero (sino a 20 m), a tronco più regolare che nel *Carpinus* (d. h. als bei der Hainbuche) ed a corteccia rossastra (più tardi cenerina per sviluppo di licheni) e legno rossigno'. ('Strauch oder Baum [bis 20 m] mit geraderem Stämme als bei der Hainbuche und mit rötlicher Rinde [später grau wegen der Entwicklung von Flechten] und rötlichem Holze'). Über die vorkommenden Namen dieses Baumes sagt J. von Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs II<sup>2</sup> (1903) 1340: 'Ostrya vulgaris Willd., *Carpinus Ostrya* L. (1753), *Ostrya italica* Steud (1840) Spach (1942), O. *Ostrya Mac Mill.* (1892). Richtig: *Ostrya carpinifolia* Scopoli. Nomenklatur: Schwarzbuche, südeuropäische Hopfenbuche, *Ostrya à feuilles*, O. de charme, O. d'Italie, Hopbeam, Hornbeam'. Zu den Eigenschaften und zur Brauchbarkeit der Hopfenbuche bemerkt J. v. Wiesner: 'Dicht, hart, schwer, sehr zäh, fast glanzlos. Spez. Lufttrockengewicht bis 0,910 (55, 2)'. Und schließlich lesen wir bei O. v. Kirchner, E. Loew, C. Schröder, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen

Für die Herstellung trockener Keilbolzen: aus Steineiche, Rüster, Nußbaum, Feigenbaum, laß (das Holz) unter den Mist oder in Wasser legen; daraus mache die Keilbolzen, wenn es nötig ist. Sorge dafür, daß Haspelarme aus Steineiche, Stechpalme, Lorbeer, Rüster bereit liegen.

Den Kelterbaum mache vorzugsweise aus der Hopfenbuche'.

<sup>13)</sup> Über *carpinus* bei Vitruv II 9, 12 p. 58, 6 steht in der Handschrift von Schlettstadt i. E. s. X die deutsche Übersetzung haginbuocha; vgl. V. Rose<sup>2</sup> (1899) praef. p. IV.

Mitteleuropas II (1911) 191 ff.: 'Die Hopfenbuche ist ein 10—15 m, unter besonders günstigen Umständen 16 und selbst 20 m Höhe erreichender Baum, der in Wuchs und Beblätterung Ähnlichkeit mit der Hainbuche hat.... Bis zum 30. Jahre wächst die junge Pflanze sehr rasch (17), im 20. erreicht sie ihre Mannbarkeit, mit dem 50. hat sie ihren Hauptwuchs beendet und selten wird sie über 100 Jahre alt. Erwachsene Bäume erreichen in Brusthöhe eine Stärke von 25—30 cm'. Der Baum gedeihe 'durch ganz Italien bis Sizilien', er liebe 'sonnige buschige steinige Hügel', und es ergebe sich, 'daß er Kalk gut erträgt'. Wichtig ist noch die Bemerkung: 'Es scheint, daß die früher sicherlich größere Verbreitung des Baumes, dessen Holz als Werkholz und zur Herstellung von Holzkohle sehr gesucht wird, durch Nutzung stark eingeschränkt worden ist'.

Bei der Hainbuche ist das Hüllblatt dreilappig und in der Farbe laubartig grün; das Samenkorn liegt frei. Bei der Hopfenbuche dagegen ist das Hüllblatt ganzrandig, gelblich gefärbt und häutig; das Samenkorn ist eingehüllt; der ganze Fruchtstand hat Ähnlichkeit mit dem des Hopfens.

Die richtige Folgerung hat schon L. Reinhardt, Kulturgeschichte der Nutzpflanzen IV 2 (1911) 635 gezogen: 'Die Hainbuche war den alten Griechen und Römern nicht bekannt, wohl aber die bei ihnen wachsende Hopfenbuche (*carpinus ostrya*) — *ostrya* von den Griechen und *carpinus* von den Römern genannt. Cato preist deren Holz als das beste zur Herstellung von Ölpressen'. Übrigens empfiehlt Cato die Hopfenbuche nicht für die Kelter überhaupt, sondern nur für den Kelterbaum (*prelum*).

Aus dem Stämme einer Hopfenbuche also soll Catos Kelterbaum geschnitten werden: *prelum longum P. XXV, inibi lingulam P. IIS.* ('Den Kelterbaum 25' lang, daran eine Zunge 2 $\frac{1}{2}$ ' lang'). Da die Hopfenbuche bis zu 20 m lang wird, so kann man daraus einen Kelterbaum von 25' (7,40 m) gewinnen. Über 100 Jahre alte Bäume werden bei 25' Länge den von uns angenommenen mittleren Durchmesser von 1 $\frac{1}{2}$ ' erreicht haben; denn man wird wie bei den deutschen Torkeln auch in der Antike die mächtigsten Bäume ausgesucht haben.

#### b. Rundholz oder Kantholz?

Wenn man Flachbalken (*trabes planae*) von 2'  $\times$  1' Querschnitt oder Querbalken (*trabeculae*) von 1 $\frac{1}{2}$ '  $\times$  1 $\frac{1}{2}$ ' Querschnitt nicht habe, solle man zwei Hölzer kuppeln, und wenn man Flachbalken von 37' Länge nicht habe, könne man auch anders bauen, so daß man mit Flachbalken von 22' Länge auskomme. Aus diesen drei Ratschlägen folgt, daß die Beschaffung genügend starker und genügend langer Bauhölzer Schwierigkeiten machte. Man wird daher die Holzstärken, die die Natur bot, möglichst ausgenutzt haben, d. h. Rundhölzer verwendet haben, wo es anging, und es vermieden haben, durch unnötiges Beschlagen der Rundstämme zu Kanthölzern das vorhandene, als Rundstamm gewachsene Bauholz unnötig zu schwächen.

Sicherlich hat man den Kelterbaum (*prelum*) rund gelassen und nur an zwei Stellen bearbeitet: man mußte am Stammende die Zunge und die Schul-

tern herausarbeiten und über der Keltertenne für den Kelterdeckel eine ebene Druckfläche abschlagen. Dagegen mußten die Flachbalken und die Querbalken als Verbandhölzer fast allseitig Kanthölzer sein, ganz sicher die Flachbalken an den oberen Flächen, wo sie die Belastungsmauern (*parietes*) aufnehmen mußten.

Die lotrechten Ständer oder Pfosten, vorn als Pfähle (*stipites*), hinten als Bäume (*arbores*), zusammen als *columna* bezeichnet, sollen einen Querschnitt von  $2' \times 2'$  haben. Gerade gewachsene Bäume von dieser Stärke und der erforderlichen Länge von  $10'$  bzw.  $9'$  (bei der Weinkelter gar von  $12'$ ) werden nicht leicht zu beschaffen gewesen sein. Für einen vollkantigen quadratischen Querschnitt von  $2' \times 2'$  Kantenlänge ist der Durchmesser des erforderlichen Baumstammes  $d=83,7$  cm; denn es ist

$$d^2 = 59,2^2 + 59,2^2 = 350464 + 350464 = 700928$$

$$d = \sqrt{700928} = 83,7 \text{ cm.}$$

Und doch mußten die Bäume innen zur Führung der Zunge und außen als Widerlager gegen die Köpfe und Keile der Bolzen ebenflächig sein. Ange- sichts dieser Umstände ist es wahrscheinlich, daß man Bäume und Pfähle mit Waldkanten gelassen hat, deren Breite zwischen  $\frac{1}{4}'$  und  $\frac{1}{2}'$  angenommen werden kann. Dabei wird man die Bäume so aufgestellt haben, daß ihre inneren Seiten vorn, wo sich die Schultern des Kelterbaums anlehnten, im geringsten Maße waldkantig waren. In unseren Zeichnungen haben wir zur Vereinfachung der Darstellung die Bäume und Pfähle in Querschnitt und Ansicht immer scharfkantig wiedergegeben.