

- 28) Grab M-25-73
Zerstörtes Pithosgrab; keine Knochenreste dokumentiert.
- 29) Grab M-26-73
Zerstörtes Pithosgrab; keine Knochenreste dokumentiert.
- 30) Grab M-30-73
O-W orientiert; keine Knochenreste dokumentiert.

JÜRGEN SEEHER

Sägen wie die Hethiter: Rekonstruktion einer Steinschneidetechnik im bronzezeitlichen Bauhandwerk

Schlüsselwörter: Bautechnik, Bronzezeit, Experimentelle Archäologie, Hethiter, Säge

Keywords: Building Technique, Bronze Age, Experimental Archaeology, Hittites, Saw

Anahtar sözcükler: Yapı teknigi, Tunç Çağı, Deneysel arkeoloji, Hititler, Testere

Für die Errichtung von Fundament- und Sockelmauerwerk für ihre Lehmziegelbauten haben die Hethiter große Mengen von Steinen verarbeitet. Die grobe Zurichtung erfolgte zunächst durch Schlagen und Brechen, möglicherweise auch unter Zuhilfenahme von Feuer und Wasser. Dabei wie auch bei der späteren feineren Bearbeitung wurden geschäftete Hammersteine eingesetzt. Waren glatte Oberflächen gewünscht, so wurden sie durch flächiges Beklopfen mit Hammersteinen verschiedener Größe erzeugt; vor allem an Kalkstein ist dies gut erkennbar an den dicht an dicht liegenden weißen Schlagmarken (s. Abb. 2): Man »verletzte« die Oberfläche durch beständiges Schlagen, das zur Pulverisierung des Gesteins und zu kleinflächigen Abplatzungen führte. An einigen Werksteinblöcken gibt es auch Spuren von Spitzhämmern aus Metall, während Metallmeißel nur bei der Bauskulptur (Bauplastik) zum Einsatz gekommen zu sein scheinen¹.

Aus Metall waren auch die von den Steinmetzen verwendeten Hohlbohrer und Sägen, deren Spuren vor allem in der Hauptstadt Hattuša gut zu beobachten sind, aber auch andernorts nicht fehlen. Diese Spuren sind schon lange bekannt² und von verschiedenen Autoren beschrieben worden. Es fehlte jedoch der Versuch, die entsprechenden Arbeitstechniken im Experiment anzuwenden. Dies haben wir getan und dabei viele neue Erkenntnisse gewinnen können. Eine ausführliche Beschreibung der hethitischen Hohlbohrtechnik und der Erfahrungen mit Nachbauten von entsprechenden Maschinen ist bereits erschienen³. Der vorliegende Beitrag bildet die Fortsetzung, indem diesmal die Beobachtungen und Erfahrungen vom Sägen von Steinblöcken vorgelegt werden. Gerade dabei hat sich gezeigt, daß die hypothetische Rekonstruktion einer

Abbildungsnachweis: Abb. 1 = nach P. Neve, Eine hethitische Bronzesäge aus Hattuša-Boğazköy, IstMitt 39, 1989, Abb. 1. – Abb. 2. 3. 5–19 = Archiv Boğazköy-Hattuša Projekt, DAI. – Abb. 4 = nach E.-L. Schwandner, Der Schnitt im Stein, in: A. Hoffmann – E.-L. Schwandner – W. Hoepfner – G. Brands (Hrsg.) Bautechnik der Antike, DiskAB 5 (Mainz 1991) Abb. 4.

¹ P. Neve, Eine hethitische Bronzesäge aus Hattuša-Boğazköy, IstMitt 39, 1989, 399–400.

² O. Puchstein, Boghasköi. Die Bauwerke (Leipzig 1912) 113–114.

³ J. Seeher, Bohren wie die Hethiter: Rekonstruktion von Bohrmaschinen der Spätbronzezeit und Beispiele ihrer Verwendung, IstMitt 55, 2005, 13–32.

Arbeitstechnik anhand der Spuren nicht immer mit der Realität übereinstimmt und in die Irre führen kann.

SÄGEN IN STEIN

Genauso, wie das Bohren von Steinen sicher auf den Erfahrungen beim Bohren in Holz beruht, ist auch die Technik des Sägens sicher im Umgang mit Holz entwickelt worden. Daß die Hethiter Holzsägen kannten, ist eindrucksvoll belegt durch ein noch 67,5 cm langes und 0,4 bis 0,45 cm dickes Fragment eines großen Sägeblatts aus Bronze, das in Hattuša in der Unterstadt Schicht 1a gefunden worden ist (Abb. 1)⁴. Solche Sägen eigneten sich nicht nur zum Zerteilen von Holzstämmen durch Sägen quer zum Stamm, sondern auch zur Herstellung von Balken und Brettern durch das Sägen in Längsrichtung des Stamms.

Später, als man begann, für die Sockelbereiche der Gebäude Werksteine herzustellen, hat man die Sägetechnik auch bei diesem sehr viel härteren Werkstoff angewendet. Allerdings war das Sägen von Steinen etwas Spezielles, denn die Belege sind sehr viel seltener als für die Hohlohrtechnik, mit der Tausende von Löchern in Felsen, Architekturblöcken und Hammersteinen hergestellt worden sind. Dabei lassen sich zwei Arten unterscheiden: Es gibt zum einen hier und da Steinblöcke mit geraden Sägespuren, die vom Arbeiten mit geraden Sägeblättern herrühren⁵. Vor allem an den Seiten mancher Schwellenblöcke zwischen den Magazinräumen im Großen Tempel sind sie gut erkennbar (Abb. 2). Und zum anderen gibt es konkav gebogene Sägeschnitte, deren Herstellungsprozeß in diesem Artikel neu rekonstruiert wird.

Zunächst aber noch einige Worte zu den geraden Sägeschnitten: Analog zu modernen Steinsägen ist anzunehmen, daß auch bei den bronzezeitlichen Steinsägen ungezähnte Bronzeblechstreifen zum Einsatz kamen. Da es beim Stein noch mehr als beim Holz darauf ankommt, möglichst schmale Schnitte zu erzeugen, weil die Arbeit wegen der Härte des Materials wesentlich aufwendiger ist, waren die Steinsägeblätter sicher recht dünn. Sie müssen durch das Einspannen in einen Rahmen aus Holz als sog. Gestellsägen stabilisiert gewesen sein. Für diese spezialisierte Arbeit hat man möglicherweise auch das noch recht seltene Eisen eingesetzt, falls man in der Lage war, entsprechend stabile dünne Bleche daraus zu schmieden. Diese bandförmigen Sägeblätter schnitten den Stein nicht selber, sondern dienten dazu, ein Schneidmittel wie Quarzsand oder Schmirgel im Sägeschnitt hin und her zu bewegen. Diverse Kerben im Sägeblatt dürften dabei sicher nützlich gewesen sein, um ein Festsetzen des Schleifmittels im Schlamm am Grund des Schnitts zu verhindern – diese Wirkung konnte bei unseren Bohrexperimenten mit Bronze- und Eisenrohren beobachtet werden. Und nützlich könnte auch der Effekt gewesen sein, daß sich manche der harten Körner des Schleifmittels in das weichere Metall des Sägeblatts eindrückten und dort zumindest einige Zeit festsaßen und ihre Schneidwirkung besser entfalten konnten.

Leider gibt es bisher kaum Funde von solchen Steinsägeblättern⁶; das liegt u. a. daran, daß bandförmige Bleche und Blechfragmente kaum als Sägeblätter zu identifizieren sind, wenn keine zusätzlichen Merkmale vorhanden sind.

⁴ Neve a. O. (Anm. 1) 401–402.

⁵ Neve a. O. (Anm. 1) 400 Anm. 14: »Gerade Schnittspuren von Bandsägen sind in Tempel 1 in den Südwest-Magazinen (Raum 63, 64) und in den Südmagazinen (Raum 76, 77, 78), außerdem an einzelnen Sockelquadern in den Tempeln 2 und 3 in der Oberstadt belegt.«

⁶ Zwei Beispiele aus minoischem Fundzusammenhang: J. W. Shaw, Minoan Architecture: Materials and Techniques. Annuario della Scuola Archeologica di Atene XLIX (Roma 1973) Abb. 44, 45; M. Küpper, Mykenische Architektur:

Abb. 1 Fragment einer bronzernen Holzsäge aus der Unterstadt von Hattuša. Länge 67,5 cm

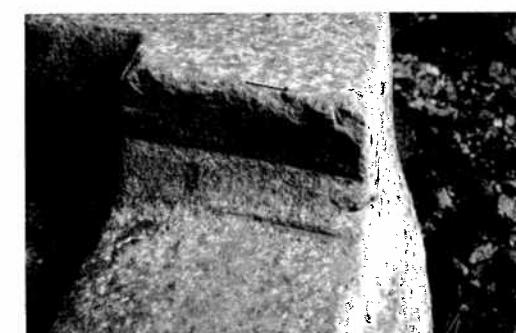


Abb. 2 Schwellen aus Kalkstein in den Magazinräumen des Großen Tempels in Hattuša mit Spuren einer geraden Säge an den Laibungsansätzen

Die Größe der Steinblöcke, die mit solchen von Hand bewegten geraden Sägen mit Metallblättern geschnitten werden konnten, ist beschränkt: Einerseits dürfen Sägeblatt und Rahmen nicht zu lang werden, da sie sonst zu schwer und unhandlich sind, und andererseits muß genügend Spielraum bleiben für das Hin- und Herbewegen der Säge, deren Griff- bzw. Rahmenenden ja mit dem Fortschritt der Arbeiten neben dem Stein nach unten wandern⁷. Eine Lösung dieses Problems wurde in späteren Zeiten z. B. darin gefunden, groß dimensionierte Gestellsägen mittig oder an beiden Enden pendelnd aufzuhängen⁸. Auf diese Weise sind auch mehrere Meter lange gerade Schnitte machbar. Mit einfachen langen Sägeblättern mit Griffen an den Enden, die den im Holzschnitt verwendeten Schrotsägen entsprechen, kann man dagegen nur relativ kurze Schnitte, d. h. schmale Steinblöcke, sägen. In einem langen Schnitt würde das flexible Blatt dagegen bald festsitzen – genauso, wie man aus einem Holzstamm lange Bretter auch nicht durch Sägen in Faserrichtung parallel zum Stamm, sondern nur senkrecht dazu herstellen kann.

Die Länge der geraden Sägeschnitte in Hattuša liegt im Bereich von wenigen Dezimetern. Sägen diente auch nicht zur eigentlichen Formung der Werksteinblöcke, dazu wurden, wie erwähnt, Hammer- und Klopfsteine eingesetzt, mit denen man sich »von außen nach innen« arbeitete. Dementsprechend ist die gerade Säge nicht zum Zerteilen der Steine benutzt worden, sondern eher zur flächigen Reduzierung der Oberfläche. Am Besten ist das erkennbar bei den Schwellen in den

Material, Bearbeitungstechnik, Konstruktion und Erscheinungsbild (Espinckamp 1996) 15 beschreibt ein Beispiel aus Kalapodi.

⁷ Shaw a. O. (Anm. 6) 68 Abb. 60 a zeigt eine solche große von zwei Männern betriebene Gestellsäge im Einsatz beim Abtrennen von Gipsplatten vom Block.

⁸ J. Röder, Marmor Phrygium. Die antiken Marmorbrüche von Ischisar in Westanatolien, JdI 86, 1971, 307–311.

Magazinen des großen Tempels, wo einige an den Seitenflächen Sägespuren zeigen (s. Abb. 2). Hier hat man durch Sägen eine glatte Oberfläche erzeugt, an die die Oberfläche des Türlaibungsblocks angepaßt wurde, oder man hat sogar Laibungsblock und Schwellsteinrand in einem Zug gesägt, um einen glatten Anschluß zu erhalten.

Diese Schwellenblöcke sind aus dem in Hattuša meist verbauten lokalen Kalkstein. Daß aber auch Hartgestein mit einer geraden Säge bearbeitet werden konnte, zeigt z. B. ein Fragment aus kristallinem Hartgestein (wohl Gabbro), das in einer Schwemmschicht in der Siedlungsgrabung in der westlichen Oberstadt gefunden wurde (Abb. 3). Es ist noch 26 cm lang und trägt zwei gesägte Flächen, die in einem stumpfen Winkel von etwa 100° aufeinander stoßen. Auf einer der Flächen reicht der Schnitt nur bis zur Mitte; daran schließt sich eine relativ gerade Bruchfläche an – vermutlich hat man hier durch das Einschlagen von Keilen in den Schnitt einen gezielten Bruch erzeugt. Beide Sägeflächen sind sehr glatt, ein Ergebnis des bei diesem harten Gestein recht langwierigen Schneideprozesses.

Wie unsere Experimente mit Hohlbohrern gezeigt haben, ist Quarz bei Kalkstein als Schneidmittel gut geeignet, aber bei dem im wesentlichen aus Feldspat und Augit / Hornblende bestehenden Gabbro erreicht man nur sehr langsam Fortschritte, weil Quarz nur wenig härter ist. Hier ist Schmiegel, der in der Westtürkei und auf den ägäischen Inseln vorkommt, weit besser geeignet. Allerdings ist bisher die Verwendung von Schmiegel bei den Hethitern nicht nachgewiesen, was durchaus daran liegen kann, daß dieser unscheinbare graue Schleifsand in Grabungen nicht erkannt wird / werden kann. Falls man Schmiegel tatsächlich verwendet hat, so würde das ein besseres Licht auf die Handelskontakte Zentralanatoliens werfen – entweder direkt auf der Landroute nach Westen, oder aber auf dem Umweg über die Häfen am Nordende der Levante, die an den spätbronzezeitlichen Warenkreislauf im östlichen Mittelmeer angeschlossen waren⁹.

Ebenfalls aus Gabbro ist ein Block im Nordost-Adyton des Großen Tempels, der jedoch eine andere Art der Bearbeitung zeigt. Hier hat man an den Seiten mehrere Sägeschnitte hintereinander gesetzt, die zwischen 50 und 85 cm lang sind. Die Sohle dieser Schnitte ist konkav gebogen, ein Befund, der ähnlich auch in mykenischen Fundzusammenhängen, vor allem in Mykene und in Tiryns, begegnet¹⁰. W. Dörpfeld hatte dort vermutet, daß diese Spuren nicht von einer hin- und hergezogenen gewöhnlichen Steinsäge stammen, »denn dann müßten die erhaltenen Spuren gerade Linien oder konvexe Kurven sein. Vielmehr muß die Säge die Form eines gewöhnlichen Messers gehabt haben, welches ein einzelner Arbeiter am Griffe festhielt und mit dessen Spalte

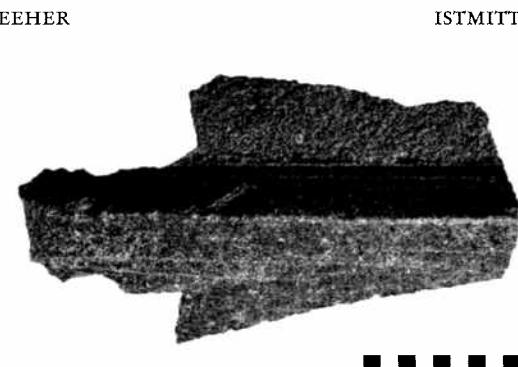


Abb. 3 Fragment aus kristallinem Hartgestein (Gabbro?) aus Hattuša mit Spuren einer geraden Säge

⁹ Das Thema Schmiegelvorkommen und -import wird ausführlicher in Seeher a. O. (Anm. 3) 26f. und J. Seeher, Innovation im Bauwesen als Indikator für Kulturkontakt – Hethiter und Mykener als Fallbeispiel, in: U. Wulf-Rheidt – F. Pirson (Hrsg.), Austausch und Inspiration. Kulturkontakt als Impuls architektonischer Innovation, DiskAB 9 (im Druck) besprochen.

¹⁰ Zusammenfassend: Küpper a. O. (Anm. 6) 16–25.

er den Einschnitt machte«¹¹. In ihren knappen Beschreibungen der Belege aus Hattuša schlossen sich später Puchstein und Naumann Dörpfelds Interpretation an¹².

DIE PENDELSÄGENHYPOTHESE

Diese Parallelen wurden in der Folge mehrfach zitiert, schienen sich mit einer solchen exotischen Arbeitstechnik doch Kulturverbindungen nachweisen zu lassen. E.-L. Schwandner wies dann auf die Unmöglichkeit der ›Messersäge‹ hin und legte die Rekonstruktion einer Pendelsäge vor¹³: Hierbei ist ein an der Unterseite konvex gebogenes Sägeblatt an einer pendelförmig aufgehängten Tragekonstruktion befestigt. Bei Bedarf wird der Aufhängepunkt nach oben oder unten verlagert, was zu unterschiedlichen Radien der Sägeschnitte führt. Das Pendel selbst ist in einer Öse aufgehängt und kann so bei zunehmendem Arbeitsfortschritt nach unten wandern. Dies ist zwingend notwendig, denn das Sägen funktioniert genau wie das Bohren nur, wenn das Sägeblatt kontinuierlich nachgeführt und ein permanenter Druck auf die Schnittstelle ausgeübt wird¹⁴.

Daß die Pendelsäge von Schwandner im Prinzip funktioniert, konnte im April 2006 mit einem Nachbau unter Beweis gestellt werden¹⁵. Daß dies aber dennoch nicht der Apparat ist, mit dem die konkaven Sägeschnitte in der Spätbronzezeit erzeugt worden sind, ergibt sich aus einem anderen Befund: Schwandner ging davon aus, daß die Radien der Sägeschnitte bei knapp 140 cm liegen¹⁶. Küpper stellte jedoch fest, daß die Radien sehr stark variieren. In Tiryns ermittelte er bei den Antenblöcken und Basen Radien zwischen 100 und 260 cm und bei den Schwällen zwischen 350 und 550 cm; in Mykene liegt der Radius des Kreisbogens auf einer Schwelle sogar bei 750 cm¹⁷.

¹¹ W. Dörpfeld, Die Bauwerke von Tiryns, in: H. Schliemann, Tiryns. Der prähistorische Palast der Könige von Tiryns (Leipzig 1886) 300–301.

¹² Puchstein a. O. (Anm. 2) 113; bei R. Naumann, Architektur Kleinasiens (Tübingen 1971) 43 heißt es: »Die Granitorthostaten« (gemeint ist Gabbro) »im Großen Tempel besitzen glatte, fast polierte Flächen; sie röhren von messerförmigen Sägen mit glatter gebogener Schneide her, die an den Schnittflächen konkave Spuren hinterlassen« – das stimmt so nicht, da außer diesem einen die Gabbro-Blöcke keine konkaven Sägespuren aufweisen (s. u.).

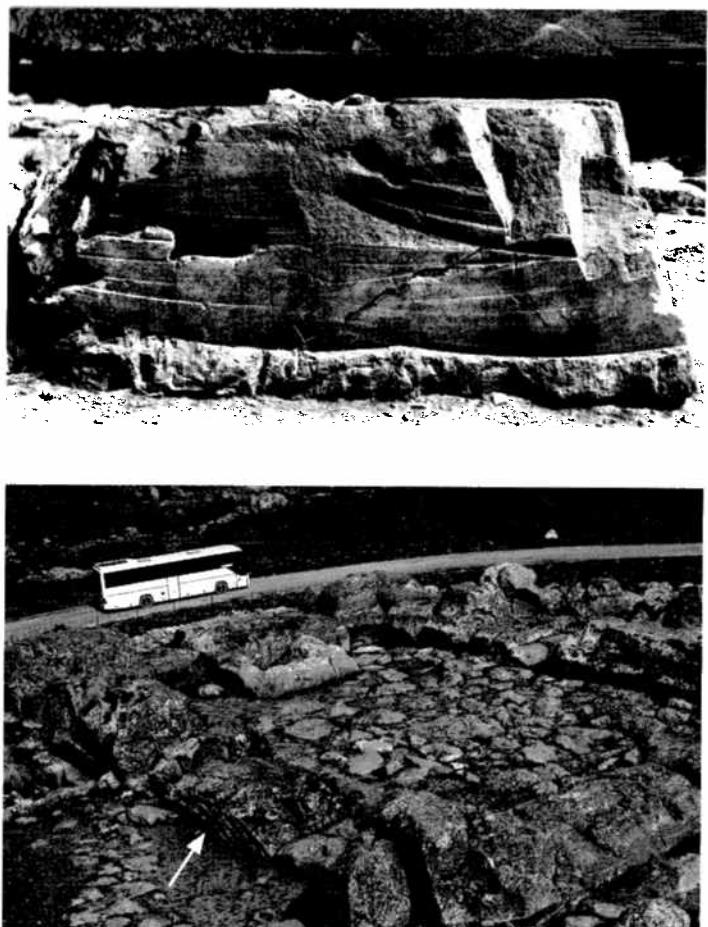
¹³ Zusammenstellung verschiedener Vorschläge bei E.-L. Schwandner, Der Schnitt im Stein, in: A. Hoffmann – E.-L. Schwandner – W. Hoepfner – G. Brands (Hrsg.), Bautechnik der Antike, DiskAB 5 (Mainz 1991) 216–223. Darauf beruhend etwas andere Rekonstruktionen bei Küpper a. O. (Anm. 6) 21 Taf. 12.2 und bei E. French, Mycenae. Agamemnon's Capital (Stroud 2002) 53.

¹⁴ Dieses Art der Aufhängung scheint Küpper nicht bedacht zu haben, denn er hielt »Ein stufenloses Absenken der Schneide... für die technischen Möglichkeiten der mykenischen Zeit weit außerhalb des Vorstellbaren. Die Lösung muß vielmehr von der anderen Seite her zu suchen sein, in der Anhebung des Werkstücks selbst« (Küpper a. O. [Anm. 6] 18). Die von ihm favorisierte Rekonstruktion (ebenda Taf. 12.2) zeigt eine schiefe Ebene, auf der der Block dem Fortschritt des Sägevorgangs entsprechend bewegt werden kann, der Schnitt sozusagen dem fest aufgehängten Sägependel hinterher geschoben wird. Abgesehen davon, daß dies ein enormer Aufwand ist, würde es sicher nicht funktionieren: Beim Bewegen eines tonnenschweren Blocks auf der schießen Ebene ist eine Verschwenkung in horizontaler Richtung nicht zu verhindern – schon bei einer Abweichung im Millimeterbereich läuft sich das Sägeblatt im Sägeschnitt fest, vor allem dann, wenn es an einem starren Pendelbalken wie in der Rekonstruktion von Küpper befestigt ist.

¹⁵ J. Seeher, Innovation im Bauwesen als Indikator für Kulturkontakt – Hethiter und Mykener als Fallbeispiel, in: U. Wulf-Rheidt – F. Pirson (Hrsg.), Austausch und Inspiration. Kulturkontakt als Impuls architektonischer Innovation, DiskAB 9 (im Druck) Abb. 5. Dieses und die weiteren Sägeexperimente konnten dank der Hilfe von A. Demirtaş und seinen Mitarbeitern realisiert werden.

¹⁶ Schwandner a. O. (Anm. 13) 219.

¹⁷ Küpper a. O. (Anm. 6) 17–23.



Wie Küpper selbst bemerkt, gehören zu solchen Pendelradien teilweise gigantische Trägerkonstruktionen – »ein Pendel dieser Länge erfordert einen Gerüstaufbau von 8,00–8,50 m Höhe, was – zur Veranschaulichung – einem wenigstens zweigeschossigen Wohnhaus entspricht«¹⁸.

Das ist der erste Ansatzpunkt für die Frage, ob es nicht auch anders gegangen sein kann, denn der Aufwand steht in keinem Verhältnis zum Ergebnis – Handwerker, die daran gewöhnt sind, mit relativ einfaches Werkzeug zu arbeiten, erfinden keine haushohen Apparaturen, um damit solche banalen Arbeiten zu erledigen. Außerdem kommen unterschiedliche Radien am selben Steinblock vor, was eine sehr variable Konstruktion des Pendelgestells voraussetzen würde: in Tiryns wurden z. B. an einem Block der SW-Ante des Großen Propylons (Abb. 4) bei sechzehn Schnitten Radien von 100–170 cm ermittelt¹⁹, und in Hattuša an ein- und demselben Block gar Radien zwischen 45 und 315 cm (s. u.). Warum arbeitete man nicht mit einer Standardeinstellung, bei der alle Schnitte etwa den gleichen Radius hatten, sondern machte sich die Mühe, nicht nur das Pendelgestell bei jedem neuen Schnittansatz horizontal zu versetzen, sondern gleichzeitig

¹⁸ Küpper a. O. (Anm. 6) 23.

¹⁹ Küpper a. O. (Anm. 6) 17 und Abb. 132–134.

Abb. 4 Tiryns, Oberburg. Antensockel des Propylons mit konkav verlaufenden Sägespuren



Abb. 7 Detailansicht der Südostseite des Blocks mit konkaven Sägespuren



auch die Pendelaufhängung dauernd zu ändern? Sowohl in Tiryns als auch in Hattuša ist jeder angenommene Neuansatz der Säge verbunden mit einer Verschiebung der vertikalen Achse (= Pendelaufhängung) und einer Änderung des Radius. Dabei werden die Radien der Sägeschnitte nicht etwa automatisch bei zunehmender Tiefe am Block größer, was einer Verlängerung des Pendels entspräche, sondern es gibt auch Schnitte, die tiefer liegen, aber kleinere Radien haben.

Bevor nun der Frage nach der Entstehung der konkaven Sägespuren weiter nachgegangen wird, soll zunächst eine Beschreibung des Steinblocks mit konkaven Sägespuren aus Hattuša folgen. Gleichzeitig werden dabei auch die Unterschiede zu den Beispielen aus mykenischen Zusammenhängen deutlich.

Der gesägte Block aus dem Großen Tempel

Die betreffenden Sägeschnitte finden sich auf den Seiten eines Sockelblocks des Nordost-Adytons im Großen Tempel in der Unterstadt (Abb. 5–7)²⁰. Auf den ersten Blick unterscheidet sich dieser Block nicht von den anderen Sockelblöcken der beiden Adyta dieses Haupt-Heiligtums der Stadt,

²⁰ Andere Belege für diese Sägetechnik fehlen bis auf eine mögliche Ausnahme: Puchstein a. O. (Anm. 2) 154 erwähnt noch einen »vielfach geborstenen Granitquader« (gemeint ist ein Gabbro-Block) südlich des Adytons von Tempel 2, bei dem an einer Schmalseite »ein etwas konkaver Sägerand« erhalten war. Ebenso Naumann a. O. (Anm. 12) 43.

deren Gesteinsart als Mikro-Gabbro identifiziert worden ist²¹. Aber warum ist nur hier die Säge eingesetzt worden? Die Erklärung scheint darin zu liegen, daß es sich hier um eine andere Gesteinsvarietät handelt – wie Abb. 8 zeigt, ist das Material dieses Blocks sehr viel feinkristalliner. Und damit bei gleicher Härte sehr viel spröder als bei den anderen Blöcken, was bei der sonst üblichen Bearbeitung mit schweren Hämtern zu ungewollten Brüchen und Abplatzungen führen konnte. Daß man daher kein Risiko einging und hier die Säge einsetzte, scheint nahe liegend.

Der Steinblock ist etwa 410 cm lang und 210 cm breit. Die Oberseite ist stark zerstört und an keiner Stelle ist die ursprüngliche Höhe erhalten. Er ragt max. 93 cm über das heutige Bodenniveau hinaus, war aber nach Aussage der besser erhaltenen Sockelblöcke des Adytons ursprünglich einige Dezimeter höher. Das heutige Bodenniveau entspricht jedoch nicht den einstigen Gegebenheiten: Im Adyton ist 35 cm über dem Boden ein umlaufender bankartiger Absatz zu erkennen, der das einstige Bodenniveau angibt. Daraus erklärt sich auch, daß die konkaven Sägeschnitte überhaupt erhalten geblieben sind – sie lagen unsichtbar unterhalb des Bodenniveaus, denn sonst hätte man sie vermutlich überarbeitet und den Block weitgehend geglättet, zumal an dieser Stelle, im Allerheiligsten des Tempels²².

Der Block trägt auf allen vier Seiten Sägespuren. Daraus läßt sich allerdings nicht ableiten, daß er vor dem Versetzen so hergerichtet worden ist, denn die Schmalseiten können auch *in situ*, vor dem Versetzen der anschließenden Blöcke, gesägt worden sein. Auf der Außenseite (= Nordwestseite) sind Spuren von mindestens zwölf Sägeschnitten erhalten, die – von oben gesehen – teilweise leicht versetzt nebeneinander liegen (Abb. 9–10): Manche der höher ansetzenden, d. h. früheren Schnitte liegen etwas weiter zur Steinmitte hin. Außerdem sind die Schnitte vor allem im unteren Bereich schräg nach innen gerichtet, d. h. man sägte in den Stein hinein, um dann möglichst große Stücke abzusprengen zu können. Das spricht dafür, daß man eine gewisse Bewegungsfreiheit für die Säge brauchte und daher nicht bei jedem neuen Ansetzen in der Flucht des vorhergehenden Schnitts weiterarbeiten konnte. Auf der Innenseite des Blocks (= Südostseite) sind Reste von mindestens sieben Sägeschnittflächen erkennbar (Abb. 7). Außerdem sind dort noch mindestens vier Spuren von Sägeschnitten auf dem bankartigen Absatz erhalten (Abb. 11) – sie dienten zur Abtragung des überschüssigen Gesteins an dieser Stelle.

Einige Sägeschnitte wurden 1994 von H. P. Birk vermessen. Er ermittelte auf der Nordwestseite des Blockes »Radien« von 106, 143, 148, 244 und 315 cm und auf der Südostseite 45 und 153 cm.

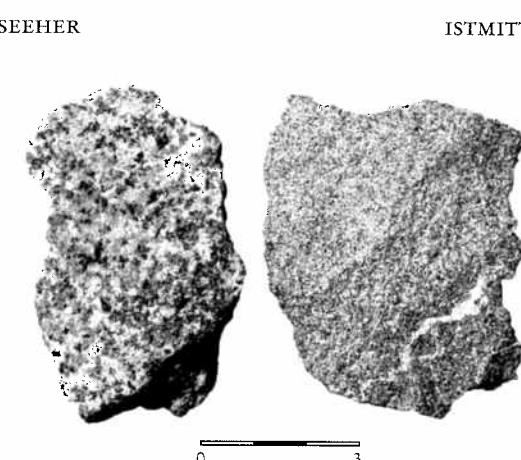


Abb. 8 Rechts feinkristalliner Gabbro von dem gesägten Block; links grobkristalliner Gabbro der übrigen Blöcke

Abb. 9 Nordwestseite des Blocks mit Kennzeichnung der Profile in Abb. 10

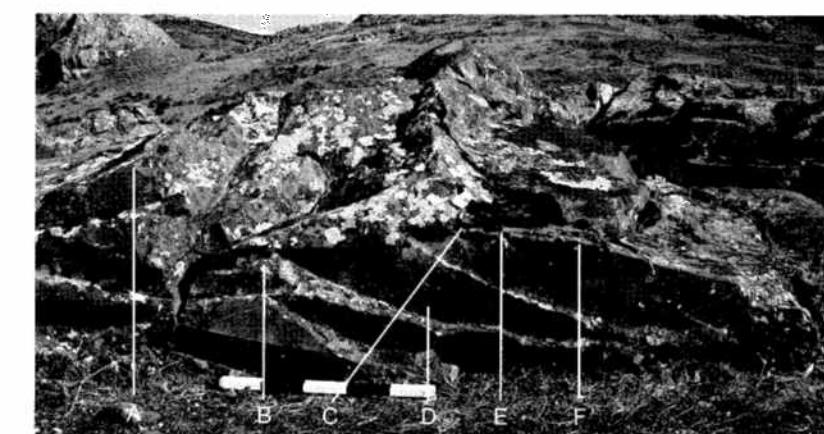
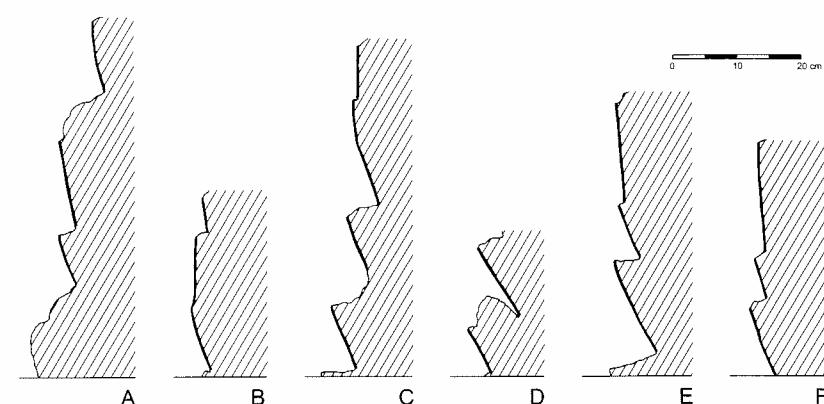


Abb. 10 Einige Schnittprofile geben einen Eindruck von der Anordnung der Sägeschnitte (zur Lage der Profile s. Abb. 9)



KONKAVE SCHNITTE ENTSTEHEN AUCH MIT DER RÜCKENSÄGE

Schwandners Hypothese von der Pendelsäge gab eine Antwort auf die Frage »Welches Verfahren erzeugt konkave Sägeschnitte?« Genauso fragten auch Forscher, die im 19. Jahrhundert konkave Schnitte an neolithischen Steinbeilrohlingen in Mitteleuropa zu erklären versuchten, und auch hier war die Antwort die Rekonstruktion von Pendelsägen²³. Da diese



Abb. 11 Einer der Schnitte auf dem bankartigen oberen Absatz an der Innenseite (= Südostseite) des Blocks

²¹ B. Damm, Yazılıkaya, geologisch gesehen, in: K. Bittel (Hrsg.), Das hethitische Felsheiligtum Yazılıkaya, Boğazköy-Hattuša 9 (Berlin 1975) 24.

²² Es wurden allerdings an einem Orthostaten-Block im Großen Tempel Verputzreste beobachtet – möglicherweise waren die glatten Steinflächen doch keine Sichtflächen: Puchstein a. O. (Anm. 2) 113.

²³ Zusammenfassend J. Weiner, Zur Technologie bandkeramischer Dechselklingen aus Felsgestein und Knochen. Ein Beitrag zur Forschungsgeschichte, AAustr 80, 1996, 131.



Abb. 12 Für die Versuche gebaute Rückensäge mit einem halbkreisförmigen Blatt aus Bronzeblech



Abb. 13 Die Rückensäge in Aktion bei Sägen in einer Kalksteinplatte, mit zwei 1 kg-Gewichten beschwert

Sägemethode zwar möglich, aber arbeitstechnisch doch sehr aufwendig ist (s. o.), soll die Frage anders, aus dem Blickwinkel der damaligen Handwerker gestellt werden: »Wie kann man lange Steinblöcke durch Sägen zurichten, wenn man keine lange Säge zur Verfügung hat?« Eine Antwort darauf ist, mehrere kurze Schnitte hintereinander zu setzen – Schnitte, die von oben in den Steinblock eindringen müssen. Hierbei muß die schneidende Kante deutlich tiefer liegen als die Ebene der Griffe, also z. B. bei einem konvex geformten Sägeblatt. Schwandner erwog das auch, kam jedoch zu dem Schluß »daß jede erdenkliche Blattform, die sich der Kurve der Sägespuren anpaßt, unpraktikabel ist und doch nach kurzer Arbeitszeit schon wieder zu konvexen Sägespuren führen muß²⁴. Diese Annahme stimmt so nicht, vor allem dann, wenn man ein kurzes Sägeblatt mit starker Krümmung der Schneidkante verwendet. Dann sieht das Ergebnis völlig anders aus, wie unsere Versuche gezeigt haben:

²⁴ Schwandner a. O. (Anm. 13) 219.



Abb. 14 Das Hinzufügen von Schmirgel (und Wasser) beschleunigt den Säevorgang, erhöht aber auch den Abrieb an der Kante und den Flächen des Sägeblattes

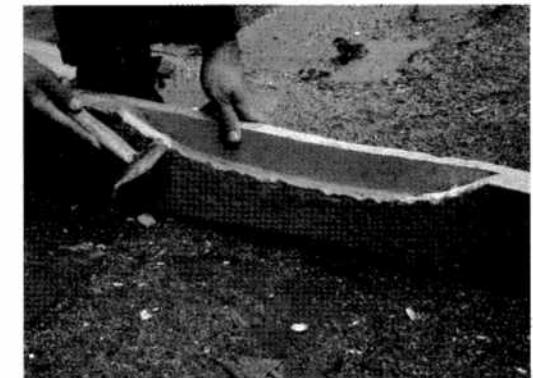


Abb. 15 Nach dem Sägen wurde der Schnitt durch Abschlagen der einen Seite der Kalksteinplatte geöffnet

Nach einigen Probeschnitten in weichem Kunststein wurde die in Abb. 12 gezeigte Rückensäge gebaut. Sie besteht aus einem 0,25 cm starken handelsüblichen Bronzeblech von 35 cm Länge und 18 cm Breite. Nach Augenmaß wurde es auf einer Seite rund geschnitten, so daß ein Halbkreis mit einem Durchmesser von 35 cm entstand. Dieses Blech wurde zwischen zwei 150 cm langen, 2 cm dicken und 7 cm breiten Holzstangen befestigt, so daß es auf einer Seite etwa 11 cm herausragte²⁵.

Als zu sägendes Objekt diente eine Platte aus Kalkstein. Die Schmalseite der Platte war nicht glatt, sondern bruchrauh. Um einen Ansatz für das Sägeblatt zu erzeugen wurde hier eine schwache, nur wenige Zentimeter lange Spur mit einem Meißel geschlagen. Die Säge wurde in dieser Rille anfangs in entsprechend kurzen Schüben hin und her bewegt. Auf diese Weise entstand sehr schnell ein kurzer Schnitt, der sogleich als Führung für das Sägeblatt fungierte.

Zu Beginn wurde die Säge ohne Beschwerung geführt, da ihr Eigengewicht ausreichend erschien. Später wurden dann zwei Gewichte à 1 kg befestigt, was den Fortschritt beschleunigte und für die beiden Männer, die die Säge hin und her zogen, keine Belastung war (Abb. 13). Erst das Hinzufügen von weiteren 2 kg Gewicht machte die Säge unhandlich und zu schwer für ein dauerhaftes Bewegen. Von Anfang an wurde Schmirgel als Schleifmittel hinzugefügt, was zu einem relativ schnellen Fortschritt führte (Abb. 14). Von Zeit zu Zeit wurde Wasser in den Schnitt geschüttet, auch während die Säge in Betrieb war. Dadurch wurde der Abrieb entfernt und neuer Schmirgelsand in den Schnitt gespült bzw. der noch vorhandene Schmirgelsand anders verteilt. Die Sägetiefe betrug etwa 1,5 cm pro 10 Minuten, ein Wert, der natürlich abhängig ist von Schnittlänge (hier 40–50 cm), Härte des Gesteins und zur Verfügung stehendem Schleifsand und daher nur als ungefährer Anhaltspunkt dienen kann.

Beim Fortschritt der Arbeit zeigte sich, daß der Sägeschnitt automatisch eine konkave Form annimmt (Abb. 15). Das liegt zum einen daran, daß der Schnitt zu Beginn sehr kurz ist und erst

²⁵ Wie die Verschraubung des Blechs oder die Befestigung von Eisengewichten mittels Schraubzwinge zeigen, wurde bei diesem Versuch kein besonderer Wert darauf gelegt, möglichst jedes Detail mit auch den Hethitern zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu gestalten. Es ging um die Erprobung des Prinzips.

langsam ausgedehnt wird, das Sägeblatt also im mittleren Bereich sehr viel häufiger schneidet. Zum anderen erhöht sich der Druck durch das Eigengewicht der Säge im mittleren Bereich des Sägeschnitts dadurch, daß das Sägeblatt jeweils von den Enden des Schnitts zur Mitte hin nach unten läuft. Dies ist dem Effekt in einer Schiffsschaukel vergleichbar, wo der Anpreßdruck am tiefsten Punkt des Schaukelbogens am höchsten ist – nicht nur, weil dort die Geschwindigkeit am höchsten ist, sondern auch wegen der Erdanziehungskraft. Sehr deutlich wurde dieser Effekt im Experiment bei großer Schnitttiefe, als die Säge von den steilen Enden des Schnittes her öfters mit einem hörbaren Schlag in die tiefste Stelle fuhr.

Das Sägeblatt ist durch die Beigabe von Schmirgel erhöhtem Verschleiß ausgesetzt, und zwar nicht nur an der Kante, sondern auch auf den Flächen, da der Schmirgelsand durch die Bewegung auch seitlich neben das Sägeblatt gerät. Dadurch wird das Blatt in Kantennähe deutlich dünner, was zu einem ziemlich spitzen Querschnitt an der Sohle des Sägeschnittes führt. Dies entspricht den Befunden an dem hier beschriebenen Steinblock.

Für die Länge der Sägeschnitte gibt der Bewegungsspielraum des Arms bzw. des Oberkörpers des Sägearbeiters einen bestimmten Rahmen vor – 60–80 cm sind in Tiryns und Hattuša die Norm, längere Schnitte sind nur in Tiryns in Ausnahmefällen belegt²⁶. Aus dem Bewegungsablauf ergibt sich ein gewisser Standard für die Form der Sägeschnitte, die Kreisbogenabschnitten ähneln – daher die frühere Annahme einer starren Sägevorrichtung. Trotzdem entstehen nicht immer automatisch Schnitte mit gleichartiger Krümmung. Im Gegenteil, durch unterschiedliche Führung und Belastung der Säge können stark unterschiedliche Schnitte erzeugt werden: So kann man durch möglichst gleichmäßiges Ziehen gezielt lange, schwächer konkav gebogene Schnitte herstellen wie z. B. bei den Schwellensteinen im mykenischen Bereich, wo nur geringe Eindringtiefen gewünscht waren. Eine stärkere Konzentration der Sägebewegung auf den mittleren Abschnitt führt dagegen schneller zu tieferen Schnitten mit engeren ›Radien‹ (der Begriff ›Radius‹ wird hier benutzt, weil er griffiger ist; gemeint ist eigentlich die Krümmung des Sägeschnitts). Unterstützen kann man dies noch dadurch, daß man die Säge beim Hin- und Herziehen in die Mitte der Kurve ›hineindrückt‹. Wichtig ist auf jeden Fall, dauerhaft ungleichmäßiges Sägen zu vermeiden, denn das kann zum ›Eingraben‹ des Blattes und damit zur Entstehung von behindernden Absätzen in Längsrichtung des Sägeschnitts führen. Der in Abb. 15 gezeigte Schnitt ist ebenfalls nicht ganz regelmäßig; der durchschnittliche ›Radius‹ liegt bei 50–55 cm.

Es liegt also ganz in der Hand der Arbeiter, nach den Erfordernissen vor Ort Schnittlänge und -form zu gestalten, wobei da sicher nicht immer nur die Absicht, sondern auch der Zufall eine Rolle spielen wird: Bedingt durch unterschiedliche Arbeiter, unterschiedliche Arbeitspositio-

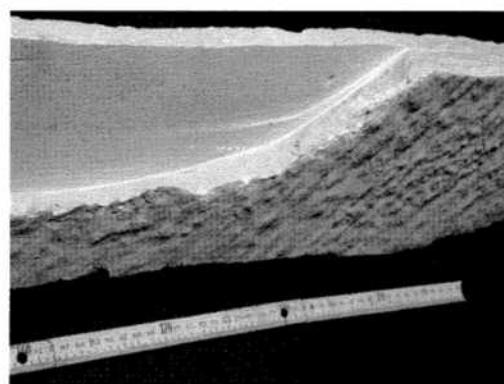
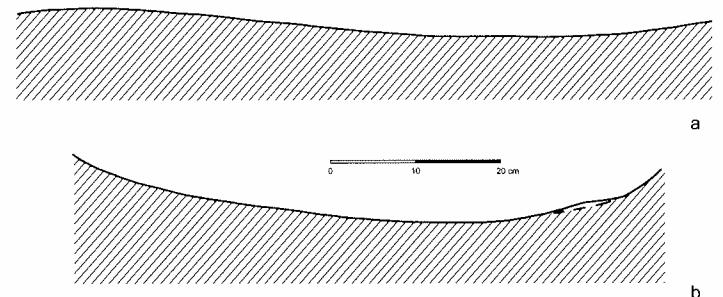


Abb. 16 Detail des Sägeschnitts: Die oben erkennbare Spur eines früheren Schnittstadiums verläuft deutlich flacher als das Endstadium dieses Schnittes

Abb. 17 Zwei Sägeschnitte von der Nordostseite des Blocks im Großen Tempel in Hattuša: Während Schnitt a links eine Umkehr der Sägespur von konvex zu konkav zeigt, ist bei Schnitt b die Kurve an den Enden deutlich stärker konkav gebogen als im mittleren Bereich.



nen, unterschiedliche Sägen oder unterschiedliche Formen der Blöcke können unterschiedliche Schnittformen entstehen. Genau das ist das Bild, das die Steinblöcke mit konkaven Sägespuren im mykenischen Bereich und in Hattuša zeigen. Dabei ist es auch möglich, die Form desselben Schnittes während der Arbeit zu verändern, indem man die Säge ab einem gewissen Punkt weiter zieht oder schneller in den Stein eindringen läßt. Die Abb. 16 zeigt, daß ein anfänglicher Schnitt mit flacherem ›Radius‹ nach dem Neuansatz mit einem Schnitt mit engerem ›Radius‹ fortgesetzt wurde. So entstehen Schnittbilder mit zahlreichen unterschiedlichen Bögen wie auf den Blöcken in Tiryns. Und schließlich sind sowohl in Tiryns²⁷ wie auch an dem Block in Hattuša Unregelmäßigkeiten an den ›Radien‹ der Schnitte zu erkennen: Es gibt Schnitte, die nicht vollständig konkav sind, sondern an einem oder beiden Enden leicht konvex auslaufen (Abb. 17 a) – hier ist die Säge aus dem eigentlichen Schnitt herausgegliitten und hat dessen Enden abgerundet. Andere Schnitte sind zu den Seiten hin stärker gebogen als in der Mitte (Abb. 17 b), und wieder andere Schnittspuren sind ›schief‹, d. h. auf der einen Seite flacher gebogen als auf der anderen. Aber auch bei den anscheinend regelmäßigen Schnittspuren würden Präzisionsmessungen sicher ergeben, daß sie nicht über die ganze Länge denselben ›Radius‹ haben.

Die bronzezeitlichen Steinmetze hatten es also nicht nötig, zum Sägen an großen Steinblöcken ein kompliziertes Gerüst mit aufgehängtem Sägeblatt zu entwickeln. Sie haben ihre täglichen Erfahrungen umgesetzt und eine der üblichen von Hand geführten Sägen so modifiziert, daß eine konvexe Schneidkante deutlich unterhalb der Griffebene lag: Auf diese Weise kann das Sägeblatt in den Stein eindringen und trotzdem sauber geführt werden. Dieses Prinzip findet man z. B. auch bei Intarsiensägen, die dazu dienen, kurze Schnitte in Holz- oder Furnierflächen zu schneiden. Die bei dieser Arbeit verwendeten Sägeblätter müssen im übrigen nicht genau dem in unseren Versuchen verwendeten Beispiel entsprechen, ähnliche Ergebnisse sind auch mit etwas längeren, weniger gebogenen oder aber kürzeren, stärker gebogenen Blättern, die also entweder liegenden oder stehenden Ellipsenhälften entsprechen, zu erzielen²⁸. Allerdings ist die Führungswirkung des entstehenden Sägeschnitts umso geringer, je kürzer das Blatt in horizontaler Richtung ist. Was dann durchaus dazu führen kann, daß der Sägeschnitt von oben her gesehen bogenförmig verläuft als Resultat einer zu einseitigen Belastung der Säge durch die Arbeiter, die sie führten.

²⁷ z. B. Küpper a. O. (Anm. 6) Taf. 6.

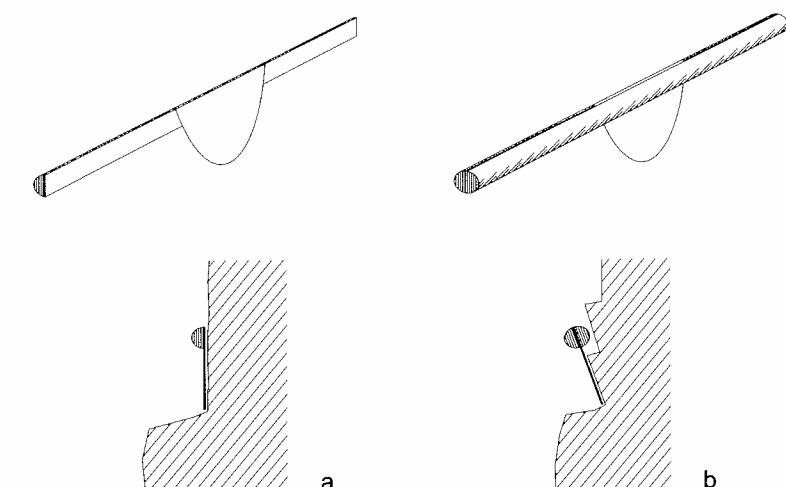
²⁸ S. Casson, The Technique of Early Greek Sculpture (London 1933) 221 rekonstruiert eine ähnliche Säge für die Herstellung von Baudekoration und das Einschneiden von tiefen Gewandfalten bei Skulpturen: »... a gently curved or semi-lunar blade of metal fastened into a strong wooden back which could be held by one man with one or two hands« (freundlicher Hinweis J. Becker).

²⁶ Dabei ist nicht sicher, ob diese bis 100 cm langen Schnitte Ergebnis eines einzigen Sägevorgangs sind, oder ob der Schnitt während der Arbeit seitlich ausgedehnt worden ist: Küpper a. O. (Anm. 6) 152 Abb. 4 Taf. 6.



Abb. 18 Aufsicht von oben auf einen auch in horizontaler Richtung bogenförmig verlaufenden Sägeschnitt (oberhalb des Maßstabs erkennbar)

Abb. 19 Schematische Rekonstruktion der Schäftung der Rückensäge mit bogenförmigem Blatt: In Tiryns war das Blatt seitlich an einer Halterung angebracht (a), womit relativ glatte Sägeflächen erzeugt wurden. In Hattuša war das Blatt an einer zu beiden Seiten ausladenden Halterung befestigt (b), wodurch sich ein Abstand zum Stein ergab und zwangsläufig gestufte Sägeflächen entstanden



Das ist auch an einigen Schnitten an dem Block in Hattuša zu erkennen (Abb. 18) und ein weiteres Argument gegen die Rekonstruktion einer starren Pendelkonstruktion.

HETHITISCHE UND MYKENISCHE SÄGEN

Unabhängig davon, daß die Idee von der Pendelsäge *ad acta* zu legen ist, bleibt das Phänomen der konkaven Sägeschnitte in der hethitischen Hauptstadt und in einigen mykenischen Städten bestehen – ist diese seltene Technik ein Beleg für weitreichende Kulturverbindungen in der späten Bronzezeit? Ich habe dieses Thema in einem Aufsatz ausführlicher behandelt²⁹, so daß hier eine Zusammenfassung genügt. Ich bin der Meinung, daß diese Technik nicht geeignet ist, Verbindungen zu belegen, denn bei genauerem Hinsehen zeigen sich deutliche Unterschiede: So ist in Mykene und Tiryns der Sägevorgang jeweils nach nur wenigen Zentimetern Tiefe abgebrochen und das Steinstück abgesprengt worden, vermutlich durch das Einschlagen von Keilen in den Sägeschnitt³⁰. Danach wurde die Säge seitlich (= in der Achse des Sägeschnitts) versetzt neu angesetzt. In Hattuša sind die Sägeschnitte dagegen mehrfach zwischen 15 und 21 cm tief. Man erkennt sogar in manchen Schnitten nach einer gewissen Tiefe einen schwachen Absatz, was auf das Einführen eines anderen – längeren? dünnener? – Sägeblatts in den Schnitt hinzudeuten scheint.

Der zweite Unterschied zwischen den hier und dort verwendeten Sägen liegt in der Schäftung. Nach Aussage der Spuren muß das Sägeblatt in Tiryns einseitig an einem Träger befestigt gewesen sein, denn man war in der Lage, trotz wiederholtem Neuansatz in einer Ebene an den Steinblöcken herabzusägen. Zu denken ist an einen Holzträger nur an der dem Stein abgewandten Seite des Blattes, an dem das Blatt mit Stiften o. ä. befestigt war (Abb. 19 a). Seitliche Griffe können

zusätzlich für die leichtere Handhabung angebracht gewesen sein. Das Sägeblatt in Hattuša war dagegen offensichtlich an einem Träger befestigt, der zu beiden Seiten hin auslud (Abb. 19 b), ähnlich dem in unseren Versuchen verwendeten Holzgriff – dadurch ergibt sich automatisch eine Stufung der Sägeschnitte von innen nach außen, da das Sägeblatt bei einem neuen Ansatz nicht glatt an die bereits gesägte Wandung des Blockes angelegt werden konnte (wie die Profilschnitte in Abb. 10 zeigen).

Zu diesen beiden Unterschieden ist dann auch noch der Umstand zu berücksichtigen, daß diese Säge z. B. in Tiryns recht häufig benutzt worden ist, in Hattuša jedoch nur an einem oder zwei Blöcken. Dies ist ein weiteres Argument dafür, daß es sich nicht um Belege für eine weit gewanderte Technik handelt – in beiden Regionen ist lokales know-how in Form der altbekannten Sägetechnik in Holz und Stein abgewandelt und für neue Bedürfnisse in prinzipiell gleicher, im Detail aber abweichender Weise genutzt worden. Während diese Technik im mykenischen Raum weiter verbreitet war, ist sie in Hattuša offensichtlich nur einmal *ad hoc*, als Antwort auf ein technisches Problem, entwickelt und angewendet worden. Man darf hier den Erfundungsreichtum der Handwerker nicht unterschätzen: Sie hatten nicht nur lange Erfahrungen mit den Werkstoffen und Arbeitsgeräten, sie waren auch ständig bestrebt, Arbeitsprozesse zu vereinfachen und zu vervollkommen. Handwerker sind Techniker, die mit offenen Augen durch die Welt gehen und auch immer interessiert zusehen, wenn irgendwo eine Arbeit geleistet wird – jederzeit bereit, zu lernen und Gesehenes in ihrem eigenen Bereich umzusetzen. Von daher ist der Schritt von einer Säge mit gerader Schneidkante zu einer Rückensäge mit gebogener Schneidkante nur ein kleiner, der an verschiedenen Orten und unabhängig voneinander geschehen sein dürfte.

BENUTZTEN DIE HETHITER SCHON SEILSÄGEN?

Bislang ungeklärt ist die Frage, ob in Hattuša auch Seilsägen zum Einsatz gekommen sind und wie sie gehandhabt worden sein können. Von P. Neve stammt der Hinweis, daß im Großen Tempel manche der benachbarten Orthostatenblöcke durchaus leicht unregelmäßige, aber dennoch genau

²⁹ J. Seeher a. O. (Anm. 15).

³⁰ Küpper a. O. (Anm. 6) 17 beobachtete 3–6 cm tiefe Sägeschnitte am südlichen Block der SW-Ante des großen Propylons in Tiryns. Schwandner a. O. (Anm. 13) 220 Anm. 25 spricht allgemein von 4–5 cm.

zueinander passende Seitenflächen haben – wenn z. B. die Seitenfläche des einen Blocks leicht konvex gebogen ist, so ist die Anschlußfläche des Nachbarblocks passend leicht konkav. Diese Seitenflächen mit Klopfsteinen herzurichten ist zwar nicht unmöglich, aber angesichts des Gewichts der Blöcke, die ja mehrfach hin- und herbewegt werden müssen, um die Paßgenauigkeit zu überprüfen, doch ein großer Aufwand. Aus späterer Zeit ist folgende Technik bekannt³¹: Nachdem die benachbarten Blöcke vorbereitet worden sind, schiebt man sie zusammen; die unregelmäßigen Seitenflächen berühren sich nur an einer oder wenigen Stellen. Wenn man nun in dem Spalt nach unten sägt, entstehen auf beiden Blöcken kleine glatte Flächen, die genau aneinander passen. Dann schiebt man die Blöcke weiter zusammen (um die durch den Sägeschnitt entstandene Distanz) und sägt erneut. Wiederholt man das oft genug, erreicht man einen perfekten Fugenschluß mit zwei völlig glatt aneinander passenden Flächen, die aber keineswegs plan sein müssen – die eine Seite bildet ein Positiv und die andere ein Negativ.

In der Eisenzeit hat man so etwas mit Eisensägen oder Stahlseilen machen können. Ob man aus Kupfer oder Bronze dafür geeignete Sägeblätter / -bänder herstellen konnte, ist fraglich. Aber geht das auch mit einfachen Seilen aus einem organischen Material wie z. B. Hanf? Das Seil dient dabei wie die Metallblätter als ‚Transporteur‘ des Schleifmittels, d. h. man streut das Schleifmittel in den Sägeschnitt und auf das Seil, das von zwei Leuten hin- und hergezogen wird. Ein Anfeuchten des Seils könnte nützlich sein, um dem Schleifmittel einen Halt zu geben. Möglicherweise ist auch ein anderes Medium wie Wachs oder Pech geeignet, die Schleifkörner besser am Seil zu fixieren. Im Prinzip könnte dies funktionieren, aber ohne einen Versuch in der Praxis lässt sich nicht sagen, ob und wie lange solche Seile die Belastung aushalten können. Verräterisch wäre in diesem Fall auch wieder die Form des Sägeschnitts: Da die beiden Leute, die das Seil führen, dieses jeweils nach unten ziehen müssen, um einen Druck zu erzeugen, wären die Sägeschnitte vor allem zu den Seiten hin mehr oder weniger stark konvex. Und außerdem wäre der Grund des Sägeschnitts im Querschnitt nicht V-förmig wie bei den Spuren der Metallsägen, sondern U-förmig. Es lohnt sich, diesem Thema einmal intensiver nachzugehen.

Zusammenfassung: Die Hethiter haben für die Zurichtung der im Bau benötigten Steinblöcke hin und wieder Sägen benutzt. Es gibt Spuren von geraden Sägen, aber interessanter sind konkav gebogene Sägespuren, die ganz ähnlich auch im mykenischen Bereich vorkommen. Diese Parallele wurde verschiedentlich als Beleg für eine Kulturverbindung genannt, da sie auf einen komplizierteren Arbeitsgang mittels einer pendelförmig aufgehängten Säge zurückzugehen schien. In diesem Beitrag wird gezeigt, daß die konkaven Sägeschnitte nicht von einer Pendelsäge stammen können. Die Analyse der Spuren und Versuche haben ergeben, daß sie das Resultat der Arbeit mit einer Rückensäge mit einem kurzen, weit vorspringenden Blatt sind. Mit solch einem Gerät lassen sich die Seitenflächen von großen Steinblöcken auch ohne lange Rahmensägen zuschneiden und begradigen, da man mehrere Schnitte hintereinander setzen kann – das Sägeblatt dringt von oben in die Fläche ein und muß nicht den ganzen Block in einem Arbeitsgang schneiden.

³¹ Schwandner a. O. (Anm. 13) 217.

SAWING LIKE THE HITTITES: RECONSTRUCTION OF A STONECUTTING TECHNIQUE USED IN THE HANDCRAFTSMANSHIP OF BRONZE AGE CONSTRUCTION.

Abstract: Now and again the Hittites employed saws in the preparation of the stone blocks necessary in the structures they built. There remain traces left by straight-edged saws, but more interesting are other traces, very similar to evidence found in the Mycenaean region, indicating the employment of a saw with a convex cutting edge. Interpreted as evidence for a rather complex process employing a blade suspended above the stone and swung like a pendulum, the parallel has been variously cited as a cultural connection between the two civilizations. This article demonstrates that the curved saw-marks could not have resulted from a suspended device. Analysis of the traces and experimentation has shown that the scars more likely indicate the use of a hand saw with a relatively short, pronouncedly convex blade. Such a saw can cut and trim the surfaces of large stone blocks, eliminating the necessity of long unwieldy frame saws. The blade cuts repeatedly into the upper surface – the entire block does not need to be cut in a single operation.

HİTİTLER GİBİ TESTERE İLE KESMEK: TUNÇ ÇAĞI İNŞA SANATINDA KULLANILAN BİR TAŞ KESME TEKNİĞİNİN REKONSTRÜKSİYONU

Özet: Hititler yapılarında gerekli olan taş blokların biçimlendirilmesinde zaman zaman testere kullanmışlardır. Düz testerelere ait izler bulunmakla birlikte ilginç olanlar, benzerleri Miken bölgesinde görülen içbükey kıvrımlı testere izleridir. Bu izlerin sarkaç gibi asılı bir testere yardımıyla yapılan karmaşık bir işlemden kaynaklandığı düşünüldüğünden, bu paralellik sıkılıkla bir kültür ilişkisinin kanıtı olarak anılmıştır. Bu makalede içbükey testere kesiklerinin sarkaç testededen kaynaklanamayacağı gösterilmektedir. İzlerin analizi ve deneylerin sonuçları bu kesiklerin kısa ve iyice geniş bir el testeresinin işi olduğunu kanıtlamıştır. Böyle bir aletle birbiri ardına birden fazla kesik oluşturulabildiğinden, büyük taş blokların yan yüzeyleri, çerçeveli uzun testereler olmadan da kesilerek düzleştirilebilir. Testere taşıın yüzeyine üstten girer ve bloğun tümü tek işlemde kesilmek zorunda değildir.

DEUTSCHES ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT
ABTEILUNG ISTANBUL

ISTANBULER MITTEILUNGEN

BAND 57, 2007

Research Archives-Director's Library
The Oriental Institute
The University of Chicago

ERNST WASMUTH VERLAG
TÜBINGEN

HERAUSGEBER

PD Dr. Felix Pirson, Dr.-Ing. Martin Bachmann

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT

Prof. Dr. Haluk Abbasoglu (Istanbul), Prof. Dr. Franz Alto Bauer (München), Prof. Dr. Albrecht Berger (München), Prof. Dr. François Bertemes (Halle), Doç. Dr. Yaşar Ersoy (Ankara), Prof. Dr. Ralf von den Hoff (Freiburg), Prof. Dr. Mehmet Özdogan (Istanbul), Prof. Dr. Peter Pfälzner (Tübingen), Prof. Dr. Christopher Ratté (Ann Arbor), Prof. Dr.-Ing. Klaus Rheidi (Cottbus), Prof. Dr.-Ing. Dorothée Sack (Berlin), Prof. Dr. Martin Zimmermann (München)

Herausgeber und Redaktion:
Deutsches Archäologisches Institut, Abteilung Istanbul
Ayazpaşa Camii Sok. 46, TR – 34437 İSTANBUL – Gümüşsuyu

© 2007 by Verlag Ernst Wasmuth Tübingen

Alle Rechte vom Deutschen Archäologischen Institut, Abteilung Istanbul, vorbehalten.
Wiedergaben, auch von Teilen des Inhalts, nur mit dessen ausdrücklicher Genehmigung.

Satz, Gestaltung u. Reprographie: Linden Soft Verlag e.K., Aichwald.
Druck und Einband: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten.
Printed in Germany

ISBN 978-3-8030-1648-5 ISSN 0341-9142

INHALT

Peter BAUMEISTER – Dorothea Roos – Turgut SANER, Die Keloş Kale. Ein spätantiker Gebäudekomplex im türkischen Euphratbogen	623
Hüseyin CEVİZOĞLU, Becken und Ständer der klassischen Zeit in Klazomenai: Ein Zwischenbericht	235
Alessandra GILIBERT, Fünf Quadersteine aus Karkemisch. Eine unbekannte eisenzeitliche Bestattung an der Herald's Wall?.....	45
Adolf HOFFMANN – Mustafa H. SAYAR, Vorbericht zu den in den Jahren 2003 bis 2005 auf dem Berg Karasis (bei Kozan/Adana) und in seiner Umgebung durchgeföhrten Untersuchungen	365
Elife KIRAZ, Aphrodite-Statuetten aus Kleinasien: Zu Ikonographie, Funktion und Bedeutung	505
Lorenz KORN, Einige abbasidische Inschriften aus der Gazira	675
Hans LOHMANN u. a., Forschungen und Ausgrabungen in der Mykale 2001–2006.....	59
Semra MÄGELE – Julian RICHARD – Marc WAELKENS, Ein späthadrianisches Nymphäum in Sagalassos (Pisidien, Türkei): Ein Zwischenbericht.....	469
Erhan ÖZTEPE, Zu den Formen der Liegefalten und eingeritzten Linien in der griechischen Plastik	251
Aenne OHNESORG – Mustafa BÜYÜKKOLANCI, Ein ionisches Kapitell mit glatten Voluten aus Ephesos	209
Cornelie PIOK-ZANON, Dank an Demeter. Neue Gedanken zu Architektur und Bedeutung des Demeter-Kultes in Pergamon im späten 3. Jh. v. Chr.	323
Richard POSAMENTIR – Sergey SOLOVYOV, Zur Herkunftsbestimmung archaisch- ostgriechischer Keramik: die Funde aus Berezan in der Eremitage von St. Petersburg.....	179
Ulrich RUPPE, Neue Forschungen an der Stadtmauer von Priene – erste Ergebnisse	271
Jürgen SEEHER, Sägen wie die Hethiter: Rekonstruktion einer Steinschneidetechnik im bronzezeitlichen Bauhandwerk	27
Karl STROBEL – Christoph GERBER, Tavium (Büyüknefes, Provinz Yozgat) – Bericht über die Kampagnen 2003–2005.....	547

Thomas ZIMMERMANN, Kalinkaya-Toptaştepe, eine chalkolithisch-frühbronzezeitliche Siedlung mit Nekropole im nördlichen Zentralanatolien: Die Grabfunde der Kampagnen von 1971 und 1973.....	7
--	---

KURZMITTEILUNGEN

Christoph GERBER, Zur Datierung der Frühbronzezeit I in Hassek Höyük. Nachtrag zu IstForsch 47.....	707
Martin SEYER, Ein neu entdecktes Felskammergrab in der Kibyrratis	715
Anschriften der Autoren	723
Hinweise für Autoren.....	726

TABLE OF CONTENTS

Peter BAUMEISTER – Dorothea ROOS – Turgut SANER, Keloş Kale, a Building Complex from Late Antiquity within the Turkish Arc of the Euphrates: Studies on Osrhoene in Late Antiquity I	623
Hüseyin CEVİZOĞLU, Basins and Stands of the Classical Period at Klazomenai: A Preliminary Study	235
Alessandra GILIBERT, Five Drums at Carchemish. An Unrecognized Iron Age Burial along the Herald's Wall?	45
Adolf HOFFMANN – Mustafa H. SAYAR, Preliminary Report of the 2003–2005 Investigations on Mount Karasis (near Kozan/Adana) and the Surroundings	365
Elife KIRAZ, Statuettes of Aphrodite from Asia Minor: Their Iconography, Function, and Significance	505
Lorenz KORN, Some Abbaside Inscriptions from the Jazira	675
Hans LOHMANN u. a., Research and Excavation in Mycale 2001–2006	59
Semra MÄGELE – Julian RICHARD – Marc WAELKENS, A Late-Hadrianic Nymphaeum at Sagalassos (Pisidia, Turkey)	469
Erhan ÖZTEPE, On the Form of Drapery Folds and Incised Lines in Greek Sculpture	251
Aenne OHNESORG – Mustafa BÜYÜKKOLANCI, Ionic Capital with Plain Volutes in Ephesos	209
Cornelie PIOK-ZANON, Thanks to Demeter: New Thoughts on the Architecture and Meaning of the Cult of Demeter in Pergamon in the Late Third Century BCE	323
Richard POSAMENTIR – Sergey SOLOVYOV, Determining the Origins of Archaic Ionian Pottery: The Finds from Berezan in the Hermitage of St. Petersburg II ...	179
Ulrich RUPPE, New Investigations of the Priene City Walls: The First Results.....	271
Jürgen SEEHER, Sawing Like the Hittites: Reconstruction of a Stonecutting Technique Used in the Handcraftsmanship of Bronze Age Construction.....	27
Karl STROBEL – Christoph GERBER, Tavium (Büyükknefes in the Province of Yozgat): Report on the Campaigns of 2003–2005	547

Thomas ZIMMERMANN, Kalinkaya-Toptaştepe, a Chalcolithic through Early Bronze Age Settlement and Necropolis in Northern Central Anatolia: Burial Finds from the 1971 and 1973 Campaigns	7
--	---

NOTES

Christoph GERBER, Dating Early Bronze I in Hassek Höyük. Addendum to IstForsch 47	707
Martin SEYER, A Newly Discovered Rock Chamber Tomb in the Kibyratis.....	715
Adresses	723

Information for authors	726
-------------------------------	-----



THOMAS ZIMMERMANN

**Kalinkaya-Toptaştepe, eine chalkolithisch-frühbronzezeitliche Siedlung mit Nekropole im nördlichen Zentralanatolien:
Die Grabfunde der Kampagnen von 1971 und 1973**

Schlüsselwörter: Zentralanatolien, Chalkolithikum, Frühe Bronzezeit, Siedlung, Nekropole
Keywords: Central Anatolia, Chalcolithic, Early Bronze Age, Settlement, Necropolis
Anahtar sözcükler: İç Anadolu, Kalkolitik, İlk Tunç Çağı, Yerleşim, Nekropol

Nach den frühen Pionierleistungen des späten 19. und 20. Jahrhunderts wird das frühbronzezeitliche Anatolien der prähistorischen Forschung dank zahlreicher türkischer wie ausländischer Geländebegehungen und Grabungsmissionen wieder in verstärktem Maße erschlossen¹. Mit Hilfe der Publikation des in der Eskişehir-Ebene gelegenen Demircihüyük konnte beispielsweise in jüngerer Zeit dem chronologisch-typologischen Grundgerüst für die anatolische Frühbronzezeit eine weitere Referenzstation hinzugefügt werden², nachdem das dritte vorchristliche Jahrtausend über viele Jahrzehnte nur von einschlägigen »traditionellen« Siedlungsplätzen wie beispielsweise

Die 2005 begonnene Aufarbeitung der Siedlungs- und Grabfunde aus Kalinkaya-Toptaştepe wurde durch eine Mittelbewilligung aus dem Forschungsfond der Bilkent Universität, Ankara, ermöglicht, wofür ich Herrn Prof. Dr. Zeki Kuruoğlu sowie dem Evaluierungskomitee der Universität zu besonderem Dank verpflichtet bin. Mein aufrichtiger Dank geht zudem an Frau Prof. Dr. Aliye Öztan, Ankara Universität, an Herrn Direktor Hikmet Denizli, Museum für Anatolische Zivilisationen Ankara und an den Antikendienst der Republik Türkei für die Genehmigung der Fundbearbeitung, außerdem an Herrn Ben Claasz Coockson, Bilkent Universität Ankara für die Anfertigung der Zeichnungen und Photographien. Frau PD Dr. İlknur Özgen, Bilkent Universität sowie Herrn PD Dr. Tayfun Yıldırım, Ankara Universität sei sehr herzlich für ihre Diskussionsbereitschaft und wertvollen Anregungen gedankt. Mein abschließender Dank ergeht an die Redaktion des Deutschen Archäologischen Institutes, Abteilung Istanbul, für die sorgfältige Betreuung des Publikationsprozesses.

Abbildungsnachweis: Sämtliche Vorlagen stammen vom Autor und B. C. Coockson, Bilkent University; Abb. 2 a = Originalvorlage M. Akok.

¹ Vgl. die Zusammenstellung der bis 1994 durch Oberflächenbegehungen und Grabungen erschlossenen früh- und mittelbronzezeitlichen Fundplätze Anatoliens (M. Korfmann – A. Baykal-Seeher – S. Kılıç, Anatolien in der Frühen und Mittleren Bronzezeit. I. Bibliographie zur Frühbronzezeit, TAVO Beih. 73 (Wiesbaden 1994)).

² M. Korfmann, Demircihüyük I. Architektur, Stratigraphie und Befunde (Mainz 1983); M. Korfmann, Demircihüyük II. Naturwissenschaftliche Untersuchungen (Mainz 1987); J. Seeher, Demircihüyük III 2. Die Keramik 1 (Mainz 1987); T. Efe, Demircihüyük III 2. Die Keramik 2 (Mainz 1988).