

WAS AßEN KELTEN UND RÖMER?

Umwelt, Landwirtschaft und
Ernährung westlich des Rheins

INHALTSVERZEICHIS

GELEITWORT

Prof. Dr. Michael Jäckel

7

ARCHÄOBOTANIK – POLLENKÖRNER UND MAKRORESTE VON DER GRABUNG INS LABOR: UNTERSUCHUNGSMETHODEN UND ARBEITSWEISE

Nadja Haßlinger und Julian Wiethold

9

ZUR VEGETATIONS- UND UMWELTGESCHICHTE IM MITTELGEBIRGSRaum VON HUNSRÜCK UND EIFEL MIT EINEM SCHWERPUNKT IN *BELGINUM*

Walter Dörfler

15

POLLENPROFILE AUS DEM NATIONALPARK HUNSRÜCK-HOCHWALD ZUR VEGETATIONS- UND UMWELTGESCHICHTE IN EINER KLEINREGION IM SÜDLICHEN IDARWALD

Siegfried Schloß und Lucia Wick

27

ARCHÄOBOTANIK DER KELTISCHEN UND RÖMISCHEN ZEIT IM LINKSRHEINISCHEN GEBIET

Julian Wiethold und Nadja Haßlinger

33

DAS KELTISCH-RÖMISCHE GRÄBERFELD VON WEDERATH-BELGINUM PFLANZENRESTE ALS ZEUGEN DER LEBENSWEISE UNSERER VORFAHREN

Margarethe König

61

BROT ODER NICHT BROT – KEINE EINFACHE FRAGE METHODISCHE ÜBERLEGUNGEN ZU VERKOHLTEN ARCHÄOLOGISCHEN SPEISERESTEN UND DIE NEUBEARBEITUNG VON FUNDEN AUS DEM KELTISCH- RÖMISCHEN GRÄBERFELD VON WEDERATH-BELGINUM

Andreas G. Heiss und Niki Gail

73

NAHRUNGSMITTEL UND OPFERGABEN ARCHÄOBOTANISCHE UNTERSUCHUNGEN IM VICUS UND DEN TEMPELBEZIRKEN VON WEDERATH-BELGINUM

Nadja Haßlinger

89

ARCHÄOBOTANISCHE FUNDE AUS ZWEI ZISTERNEN IM VICUS VON *BELGINUM*

Jana Weber

97

ÄPFEL, KIRSCHEN, PFLAUMEN UND WEITERE NEUE KULTURPFLANZEN

NEU EINGEFÜHRTE UND IMPORTIERTE KULTURPFLANZEN IM
GEBIET WESTLICH DES RHEINS BIS LOTHRINGEN

Nadja Haßlinger und Barbara Zach

103

SCHRIFT UND BILD ZU RÖMISCHEM ESSEN UND TRINKEN IM TREVERERLAND – ALLTAG UND LUXUS

Lothar Schwinden

115

BROT BACKEN UND EINE KÄSEPASTE ZUBEREITEN.

DIE SPEISE EINES ARMEN BAUERN ENDE DES 1. JAHRH. V. CHR. IN ITALIEN
(*APPENDIX VERGILIANA, MORETUM*)

Lothar Schwinden

127

TIERISCHE NAHRUNGSMITTEL BEI KELTEN UND RÖMERN IM TREVERER-GEBIET

Wolf-Rüdiger Teegen

131

FISCHKNOCHEN ALS ARCHÄOLOGISCHE QUELLE AUS DEM VICUS VON *BELGINUM*

Dirk Heinrich

139

AUSSAGEN ZUR ERNÄHRUNGSWEISE IM TREVERER-GEBIET AUF DER BASIS VON MENSCHLICHEN ZÄHNEN UND KNOCHEN

Wolf-Rüdiger Teegen

143

TAFEL-, KOCH- UND VORRATSGESCHIRR IN KELTISCHER UND RÖMISCHER ZEIT

Rosemarie Cordie

151

MÜHLSTEINE AUS DEN GRABUNGEN DES JAHRES 2014 IN WEDERATH-BELGINUM

Stefan Wenzel

161

RÖMER, WEIN UND AMPHOREN PRODUKTION, TRANSPORT UND GESCHMACK

Roman Auler und Vigilia Romana Vindriacum

169

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR HERSTELLUNG VON BIER IM ALTERTUM

Gianna Schober, Jens Voigt, Christoph Schäfer, Erasmus Gaß, Georg Stettner, Stefan Hanke und Holger Grawe

179

TEXTILHERSTELLUNG IN *BELGINUM*

ZWEI EISENKÄMME AUS DEM KELTSCH-RÖMISCHEN GRÄBERFELD VON
WEDERATH-BELGINUM UND DER RÖMISCHEN SIEDLUNG *BELGINUM* – EINE
DISKUSSION ZUR MÖGLICHEN VERWENDUNG DIESER FUNDE

Enrico Lehnhardt und Sabine Karg

189

AUTORINNEN UND AUTOREN

199

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR HERSTELLUNG VON BIER IM ALTERTUM

Gianna Schober, Jens Voigt, Christoph Schäfer, Erasmus Gaß, Georg Stettner, Stefan Hanke und Holger Grawe

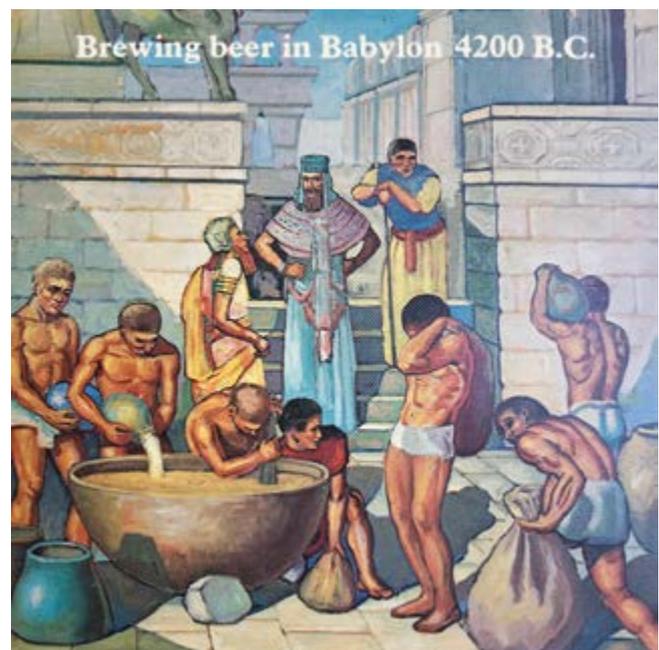
Vorwort

Die Forschungen über die Geschichte des Bieres sind heute bei weitem nicht abgeschlossen. Die Wissenschaftler sind sich noch nicht ganz im Klaren, wo überall, in welchen Kulturen und mit welchen Methoden Bier hergestellt wurde (Trum 2002; eigene Darstellung). Unzweifelhaft ist es, dass sowohl die Sumerer im Zweistromland und die Ägypter, aber auch Hochkulturen im Yangtze-Gebiet im heutigen China Getränke hergestellt haben, die zumindest Ähnlichkeiten mit dem hatten, was wir heute Bier nennen. Gemeinsam ist allen historisch belegten Bierherstellungen, dass sie sich im Bereich von Getreideanbaugebieten abgespielt haben und eine gewisse Sesshaftigkeit der Bewohner höchst wahrscheinlich war (Dornbusch 2017; eigene Darstellung). Die bisher ältesten Schriftzeugnisse stammen aus Mesopotamien und sind in Keilschrift verfasst: Das Gilgamesch-Epos und der Kodex Hammurabi. Die Hymne von Ninkasi im Gilgamesch Epos erwähnt die wilde Kreatur Enkidu, die durch den Genuss von Bier zum Menschen werden soll (Civil 1964; Röllig 1970; Stol 1971).

Vorliegender Text orientiert sich an den Forschungen von Zarnkow u.a. (2006) und richtet sich nach dem Tall Bazi-Experiment, bei dem sich einige Brauereitechnologen in den Jahren 2004 und 2005 während der Grabung von Tall Bazi in Nordsyrien nahe der türkischen Grenze einfanden. Dort wurde bereits auf experimentellem Wege versucht, der antiken Brautechnologie und Bierbereitung nachzugehen. Während der Ausgrabung in der so genannten Weststadt von Tall Bazi fand man zahlreiche Gegenstände, die als Gegenstände des täglichen Lebens galten (Zarnkow u.a. 2006). Zudem wurden in den ausgegrabenen Häusern immer wieder ähnlich große Gefäße gefunden, die nach chemischen und mikroskopischen Untersuchungen am Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I der Technischen Universität München Hinweise auf eine mögliche Verwendung zum Bierbrauen ergaben (Zarnkow u.a. 2006). Unter anderem konnten nämlich Oxalat (Salz der Oxalsäure und Bestandteil von Bier) und Hefen nachgewiesen werden (Zarnkow u.a. 2006, 7). Es wurde auch belegt, dass Malz in der Bronzezeit ein Hauptbestandteil der Bierbereitung war. Allerdings gibt es kaum verlässliche schriftliche Zeugnisse, welche ein Nachvollziehen der Methoden

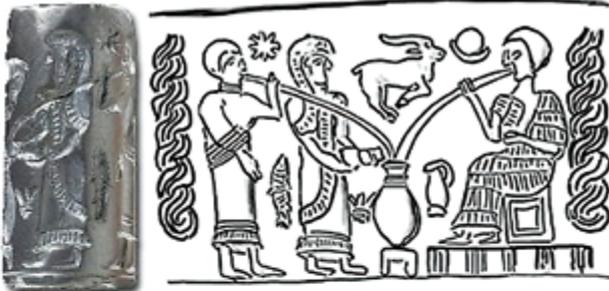
gesichert und reproduzierbar erlauben würden. Trotz vieler Aufzeichnungen auf Keilschrift Dokumenten über Brauereien und Biergenuss finden sich kaum Informationen über den genauen Herstellungsprozess oder gar Rezepte zum Nachbrauen (Zarnkow u.a. 2006).

Bier stellte also schon im Alten Orient über viele Jahrtausende neben Wasser das wohl häufigste Getränk dar und gehörte zu den „Hauptnahrungsmitteln“ (gute Zusammenfassungen über die Literatur zu Bier anhand von Keilschriftquellen finden sich beispielsweise bei Curtis 2001). Bier wurde auf den Keilschrifttafeln in Form von gefüllten Krügen dargestellt (Green/Nissen 1987, 229f.; Zeichen 286: KAS; Damerow/Englund/Nissen 1991, 2). Es enthält, damals wie heute, viele Nährstoffe, Vitamine und Aminosäuren wie zum Beispiel Kalium, Magnesium, Calcium, B-Vitamine, Biotin, Niacin, Folsäure und Pantothensäure und konnte so einer Mangelernährung vorbeugen. Der Extrakt bestand hauptsächlich aus unvergorenen Kohlehydraten, die eine wichtige Rolle für die Ernährung spielten. Außerdem bot es durch den niedrigen pH-Wert einen weitgehenden Schutz vor mikrobiellem Verderb, pathogene Keime konnten sich nicht ausbreiten. Es war um einiges „sicherer“ als das



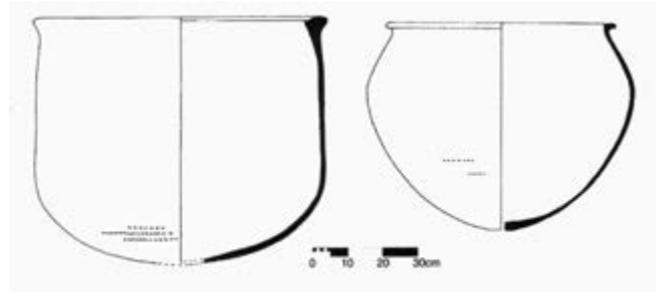
1 Bierdeckel aus den USA, ca. 1985. Darstellung Bierbrauen in Babylon, 4200 v. Chr.

verfügbare Trinkwasser. Dies ist eine Tatsache, die auch heute noch für modernes Bier zutrifft. Alte Darstellungen aus dem sumerischen Bereich zeigen, dass Bierbrauen ohne ein Erhitzen der Maische, also nur durch Mischen von Schrot und Wasser, bewerkstelligt wurde (Abb. 1).



2 Oben links: Rollsiegel aus Stein-Hämatit, Höhe 2,1 cm. Mit Trinkrohr trinkende Personen; oben rechts: Umzeichnung; unten: Positiv-Abrollung in Wachs. Altassyrische Zeit (1. Hälfte 2. Jahrtausend v. Chr.)

Nach den Überlieferungen wurde Bier schon damals in großen Mengen für den öffentlichen und privaten Bedarf produziert und wurde nicht nur von Männern, sondern auch von Frauen und Kindern konsumiert (Abb. 2). Nach unseren Erkenntnissen lässt sich auch erklären, wieso alle Alters- und Geschlechtsgruppen zu den Konsumenten gezählt werden dürfen. Der Alkoholgehalt lag sehr niedrig in der Größenordnung von unter 1 Volumenprozent, je nach Verfahren und Verdünnung. Eine berauschende Wirkung hat sich also in Grenzen gehalten. Damit lässt sich auch die Größe der Gefäße recht gut erklären. Geht man von einem Tagesbedarf an Getränken von ca. 4 Liter pro Person und Tag aus, ergibt sich bei etwa 10 Personen pro Haushalt ein Tagesverbrauch von 40 Litern. Die größten gefundenen Gefäße hatten ein Fassungsvermögen von 200 Litern (Abb. 3). Mit diesem Inhalt konnten also mehrere Haushalte zeitgleich oder ein Haushalt über einige Tage versorgt werden. Entgegen den meisten Quellen (z.B. Zarnkow u.a. 2006) ist das Getränk nur einige wenige Tage stabil und genießbar. Es war also sehr sinnvoll entsprechend dem unmittelbaren Verbrauch zu produzieren. Dies war ohne weiteres möglich und kann zur Versorgung mehrerer Haushalte untereinander im Wechsel geschehen sein.

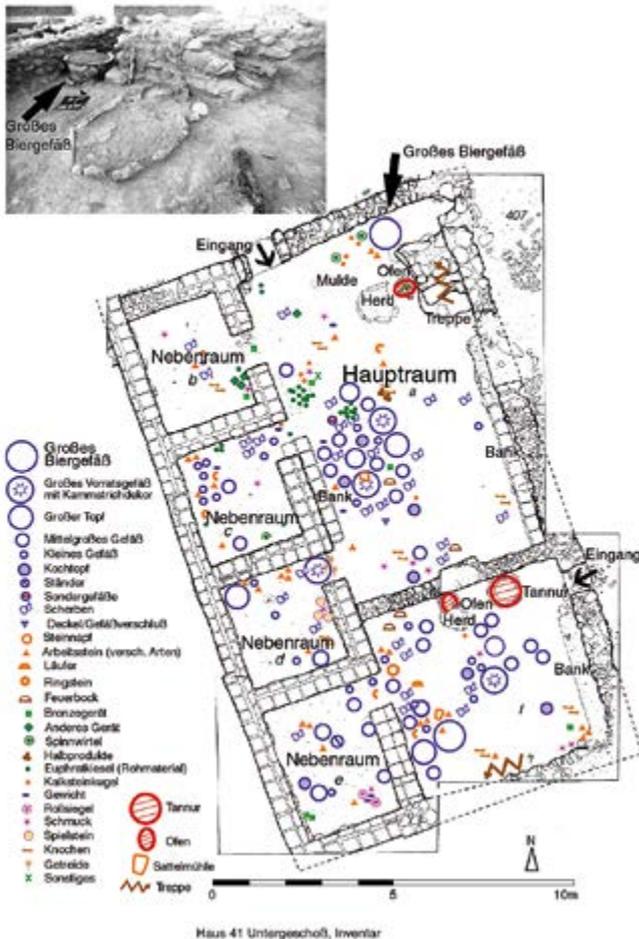


3 Tall Bazi (Syrien), 200 Liter fassendes Biergefäß (links) und Lochbodengefäß (rechts).

Dies wiederum passt zu den Erkenntnissen über die Herstellung, die im Experiment nachvollzogen wurde. Eine Gärung kam bei ca. 20-25°C Raum- oder Außentemperatur innerhalb von einem Tag recht gut in Schwung. Das Getränk veränderte sich zwar, war aber innerhalb einiger Tage gut verwendbar.

Der Fall Tall Bazi

Bei Ausgrabungen wollte man archäologische Belege für das Bierbrauen finden. Tall Bazi liegt in Nordsyrien, ungefähr 60 km südlich zur Grenze der Türkei und am östlichen Ufer des Euphrat auf einer leichten Anhöhe über dem Fluss. Die Gegend ist damals wie heute sehr fruchtbar und siedelgünstig. Hier kam eine Stadtanlage aus ehemals etwa 50 Häusern zu Tage, deren Einrichtung noch fast vollständig erhalten war (Zarnkow u.a. 2006). Sie dienten demnach nicht nur dem Wohnen, sondern auch handwerklicher Produktionen. Nach Zarnkow ist davon auszugehen, dass Wohnen und Arbeiten unter einem Dach stattgefunden hat. In fast jedem Haus wurde ein großes, tonnenförmiges Gefäß mit einer weiten Mündung gefunden. Sie bestanden aus Ton, also einem sehr porösen Material. Die Gefäße waren stets in den Boden eingelassen und eingemauert, also kaum transportabel und nur schwer zu reinigen. In ihnen wurde oftmals ein weißlicher Belag gefunden, der auf einen Inhalt von Flüssigkeiten hinwies (Zarnkow u.a. 2006, 6). Aufgrund der oben genannten Eigenschaften der Gefäße konnte die Lagerung von Milch und Öl ausgeschlossen werden (Zarnkow u.a. 2006, 7). Die Lagerung von Wein ist ebenfalls unwahrscheinlich, da keine Rückstände von Tartrat (das Salz der Weinsäure) in den Gefäßen, die mit Bier in Verbindung gebracht wurden, gefunden wurde (Zarnkow u.a. 2006, 11). Als Möglichkeit blieb Bier. Die Frage war nun ob sich dies nachweisen lassen konnte. Dieser Fragestellung ging Zarnkow von der Technischen Universität München nach. Er berichtete, dass die Archäologen Otto und Einwag Scherben der genannten Gefäße analysieren ließen und die Untersuchungen Oxalat-positive Befunde lieferten (Zarnkow u.a. 2006, 7). Der Zusammenhang mit Bier war dadurch wahrscheinlich. Die Position der Gefäße in den Häusern deutete auf Vorgänge hin, die einer guten Belüftung bedurften, wie dies zum Beispiel beim Bierbrauen der Fall war. Um diese Ver-



4 Tall Bazi (Syrien), Weststadt, Haus 41, Grundriss. Mit den Fundorten der Einrichtungsgegenstände und Keramik.

mutungen zu bestätigen, startete Zarnkow ein Projekt zur Rekonstruktion des antiken Bierbrauens im Alten Orient im Sommer 2004 und Frühjahr 2005 (Zarnkow u.a. 2006).

Abbildung 3 zeigt beispielhaft ein solches Gefäß, das offensichtlich zum Bierbrauen diente. Durch chemische Analysen in Form von Tüpfeltests, die an einigen gefundenen Scherben durchgeführt wurden, konnten Rückstände von Oxalat nachgewiesen werden. Dies wies auf den Inhalt eines Getreide-Wasser-Gemischs, da dabei im Überschuss grundsätzlich Oxalatkristalle entstehen. Dennoch ist das kein eindeutiger Beweis für die Verwendung der Gefäße in Zusammenhang mit Bier, da auch andere Pflanzen wie Rhabarber sehr oxalathaltig sind (Zarnkow u.a. 2006, 11). Auch Hefezellen, die gefunden wurden, sind kein zwangsläufiger Beweis, da sie überall in der Umgebung vorhanden waren (Zarnkow u.a. 2006, 12).

Weitere Untersuchungen brachten einen Fund von Stärkekörnern auf einzelnen Scherben (Zarnkow u.a. 2006, 12). Von größerer Bedeutung sind jedoch Funde auf dem Läufer einer so genannten Sattelmühle. Solche Sattelmühlen wurden ebenfalls in fast allen ausgegrabenen Häusern gefunden und dienten dem häus-

lichen Getreidemahlen. Andere wichtige Gerätschaften wie z.B. Rührlöffel und Filtriermaterialien wurden zwar nicht gefunden, dürfen aber aufgrund Keilschriftüberlieferungen vorhanden gewesen sein (Zarnkow u.a. 2006, 12). Als geeignete Filtrationsutensilien könnten zum Beispiel Stroh, Textilien oder Schilfmatten verwendet worden sein.

Die Tongefäße einer Brauerei

In einem Haus wurden mehrere große Tongefäße entdeckt, die offensichtlich zur Grundausrüstung einer Brauerei gehörten (Abb. 4). Diese lag im westlichen Teil der Siedlung. Die Gefäße mit einer relativ großen Öffnung waren teils auf einer Töpferscheibe gefertigt, teils per Hand aufgebaut. Der Rand wurde separat hinzugefügt (Otto 2014). Diese außergewöhnliche Fertigung beruht sicherlich auf der Gefäßgröße, denn für gewöhnlich wurden die Gefäße in einem Zuge hergestellt. Außerdem wurden im gleichen Fundkomplex ein Bierbottich und ein großes Vorratsgefäß für die Aufbewahrung unterschiedlicher Nahrungsmittel entdeckt, so dass man hier von einer bronzezeitlichen Brauerei ausgehen kann.

Eines dieser Gefäße (Typ 20) (Abb. 5) gibt hinsichtlich seiner Funktion gewisse Rätsel auf. Mit einer Höhe von 50 bis 64 cm und einem Durchmesser von 55 bis 78 cm verfügt es über ein Fassungsvermögen von 80 bis 110 Liter und besaß einen Lochboden! Dadurch konnte man offenbar Flüssigkeit abzapfen. Dies hatte mit einem Verfahren zum Bierbrauen zu tun, denn in dem Gefäß konnte Bierstein (Calciumoxalat) nachgewiesen werden, der während des Brauprozesses entstanden war. Ungeklärt ist die Art des Verschlusses des Lochs im Gefäßboden. Dieser müsste in jedem Fall flüssigkeitsdicht gewesen sein.

Ein weiteres großes Biergefäß gehört zum Typ 22 (Abb. 6). Es war 70 bis 78 cm hoch und hatte einen Durchmesser von 68 bis 80 cm mit einem Fassungsvermögen von maximal 200 Liter. Es war offenbar ganz oder teilweise in den Boden eingelassen, was eine gründliche Reinigung während der Nutzung sicher erschwerte. In nahezu jedem Haus in Tall Bazi konnte ein Gefäß dieses Typs in gleicher Lage nachgewiesen werden (Zarnkow u.a. 2006, 6.9). Daher liegt die Annahme nahe, dass hier praktisch jeder Haushalt sein eigenes Bier braute.

Versuche

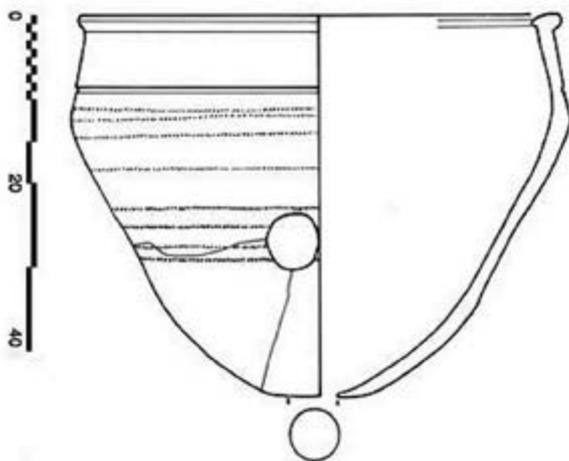
Herstellung von Malz ohne moderne Technik

In Anlehnung an die Literaturquellen wurde Malz aus Gerste hergestellt. Malz ist künstlich zum Keimen gebrachtes Getreide, wobei bei der Keimung Enzyme gebildet werden, die in der Lage sind, die Inhaltsstoffe aus

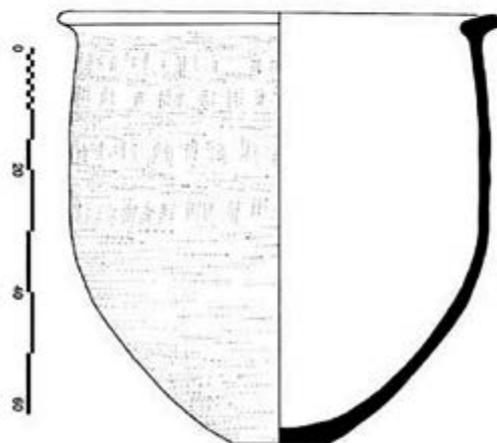
dem Mehlkörper des Getreides abzubauen. Dabei wird hochmolekulare Stärke zu niedrigeren Zuckern abgebaut und höher molekulares Eiweiß zu Peptiden abgebaut.

Im Versuch an der Hochschule Trier wurde Gerste bei Raumtemperatur für sechs Stunden eingeweicht, also vollkommen unter Wasser gehalten. Der Wassergehalt stieg dabei von anfänglich 8% auf 38,5%. Danach wurde für 18 Stunden eine sogenannte Trockenweiche durchgeführt, d.h. das Wasser wurde abgelassen. Es wurde zwar keines der Tongefäße verwendet, da sie für die Versuche noch nicht zur Verfügung standen, jedoch würde sich ein Lochbodengefäß hier sicher ausgezeichnet eignen, da das Loch im Gefäßboden sehr gut geeignet ist, das Wasser abzulassen. Nach der Trockenweiche wurde das Malz nochmal für zwei Stunden geweicht bis auf einen Wassergehalt von 42,5% nach dem Ablassen des Wassers.

Die Keimung fand bei Raumtemperaturen von 22-25°C statt, indem die gewechte Gerste auf einer Strohmatten ausgebreitet wurde auf eine Schichthöhe von ca. 3 cm. Bereits nach 22 Stunden konnte ein intensives Wurzelkeimwachstum beobachtet werden bei gleichzeitigem Abtrocknen des Malzes. Deshalb wurde das Malz gewendet, um das Verwachsen der Keimlinge möglichst zu verhindern und es wurde zusätzlich befeuchtet. Bereits nach 48 Stunden zeigte sich ein starkes Wachstum, so dass man zum nächsten Schritt übergehen konnte: dem Trocknen. Dies geschah im Freien bei hochsommerlichen Temperaturen (35°C Außentemperatur im Schatten). Die Trocknung fand auf Betonboden statt (Abb. 7), um Verhältnisse zu simulieren, wie sie etwa auf einem Hausdach in Tall Bazi geherrscht haben könnten. In der Sonne wurden so ca. 45°C im Malz erreicht, das gut abtrocknete. Höhere Temperaturen, wie sie beim modernen Mälzungsprozess auf einer beheizten



Bz 27/36:15



Bz 25/37:14

5 Tall Bazi (Syrien), Lochbodengefäß vom Typ 20. Umzeichnung und Foto.

6 Tall Bazi (Syrien), Großes Biergefäß Typ 22..Umzeichnung und Foto.



7 Malzherstellung an der Sonne.



8 An der Sonne getrocknete Malzkörner.

Darre angewendet werden, wurden nicht gebraucht um Keimung und Wachstum abzubrechen. Nach einem Trocknungsprozess von weiteren fünf Stunden bei 65°C in einem modernen Ofen, war das Malz soweit fertig, dass es dauerhaft lagerfähig und verwendbar war (Abb. 8).

Das erhaltene Malz ähnelt sehr dem mit modernen Methoden hergestellten, bis auf einen deutlich niedrigeren Stickstoffgehalt und die bei höheren Trocknungstemperaturen entstehenden typischen Aromen und Farbkomponenten. Jedenfalls konnte gezeigt werden, dass auch mit einfachsten Mitteln eine Mälzung durchgeführt werden kann. Das hergestellte Malz ist haltbar und stabil. Es konnte also trocken aufbewahrt werden.

Analyse des hergestellten Malzes (Abb. 9):

Parameter	Einheit	Messwert
Extrakt Feinschrot lfr.	%	77,9
Extrakt Feinschrot TrS.	%	83,0
Kochfarbe	EBC	4,5
pH-Wert		5,96
löslicher Stickstoff in Malz -TrS	%	0,636
Kolbach-Zahl	%	42,7
Mürbigkeit	%	66,9
Glasiigkeit	%	4,4
Ausputz	%	0,2
2. Sorte	%	0,6
Verzuckerung		< 10 min
Geruch der Maische		normal
Ablauf der Würze		opal
Anz. roter Koerner	in 200 g	4
H2O-Gehalt	%	6,18
Eiweiß-Gehalt	%	9,3

9 Messwerte der Malzzusammensetzung.

Schroten des Malzes

In Tall Bazi wurden Mahlsteine gefunden, wie sie noch viele Jahrhunderte später auch in keltischen Kulturen verwendet wurden. Für das Experiment wurde eine Sattelmühle, ein sogenannter „Napoleonshut“ aus einem lokalen Fund an der Mosel aus Vulkangestein verwendet (Abb. 10 bis 12). Das grobporige Gestein ist gut geeignet das Malz unter kreisenden Bewegungen ohne großen Kraftaufwand bis zu einem beliebig gewünschten Grad zu mahlen. Lediglich die Menge ist mit ca. 1,2kg pro Stunde nicht sehr hoch. Für eine Ansatzmenge Bier von 100 Litern musste man also etwa zehn Stunden Malz schroten. Dieser Aufwand erscheint hoch, bedenkt man jedoch, dass ein großer Teil der Tagesarbeit zur Herstellung oder Beschaffung von Lebensmitteln verbracht wurde, erscheint das vertretbar. Ein Vergleichsversuch



10 Napoleonshut mit Mahlstein. Leihgabe Götz Wagner, Traben-Trarbach.

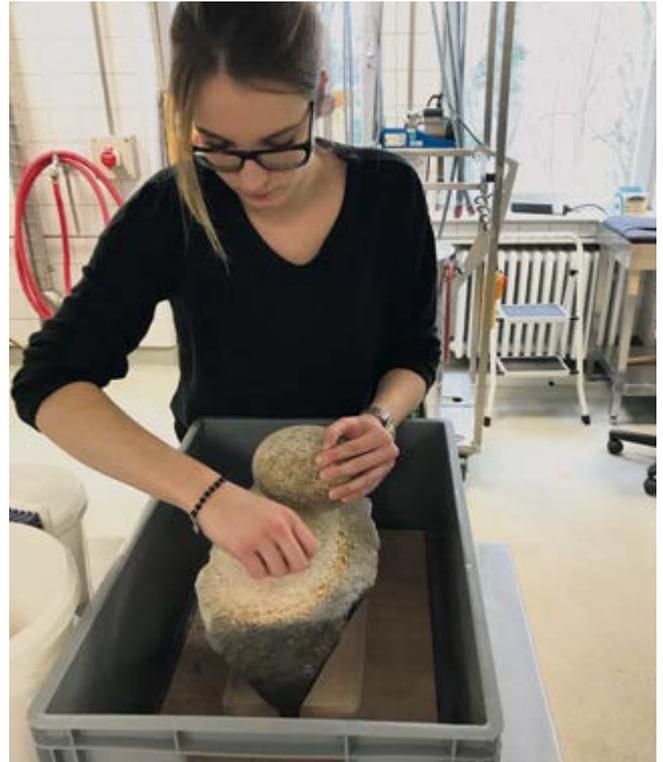


11 Napoleonshut mit Mahlstein. Leihgabe Götz Wagner, Traben-Trarbach.

hat gezeigt, dass diese Menge durchaus realistisch ist. Er zeigte auch, dass eine nahezu beliebig feine Vermahlung von Getreide, insbesondere dem durch den Mälzungsprozess mürbem Malz mit einer Sattelmühle, sehr gut zu bewerkstelligen ist.

Funktionsweise des Lochbodengefäßes

Der wesentliche Versuch widmete sich der Fragestellung, wie das oben vorgestellte Lochbodengefäß in der damaligen Zeit eingesetzt worden sein könnte. Zuerst wurde nach einer Möglichkeit gesucht, das Loch



12 Mahlvorgang.

so zu verschließen, dass es dicht ist, es aber jederzeit von außen zum Ablassen der Flüssigkeit geöffnet werden kann. Hierbei taucht die archäologisch noch nicht ganz geklärte Frage auf, wie das Loch ursprünglich in den Boden des Gefäßes kam. Es musste jedenfalls so gestaltet werden, dass es leicht zu verschließen war.

Im Experiment brachte die Lösung ein Gummistopfen, der mit Laborfilm umwickelt wurde. Diese Variante brachte eine vollkommene Dichtheit, womit gewährleistet war, dass die Maische mehrere Tage in dem Gefäß verweilen konnte, ohne herauszutropfen. Der Stopfen kann jederzeit gezogen werden um Flüssigkeit abzulassen. Der Gummi ist für das poröse Gefäß am besten geeignet, da er sich durch seine Flexibilität sehr gut in das Loch einfügt. Es wurde helles Gerstenmalz mit einer Schrotmühle geschrotet und im Verhältnis 1:4 mit kaltem Wasser bei 17°C eingemaischt. Diese sogenannte Kaltmaische wurde nach einem Tag mit einer Trockenhefe versetzt und mehrere Tage bei gleichbleibender Raumtemperatur stehen gelassen.

Es konnte festgestellt werden, dass das Gefäß über die Poren des gebrannten Tons Flüssigkeit abgibt, die an der äußeren Oberfläche verdunstet. Dadurch ergab sich ein gewisser Kühleffekt aber auch ein kleiner, jedoch unwesentlicher Volumenverlust. Aus anderen Quellen wird berichtet, dass Tongefäße mit einer Wachso- oder Harzschicht beschichtet gewesen sein könnten. Für die Verwendung als Braugefäß ist eine solche Beschichtung in Kenntnis der durchgeführten Versuche nicht notwendig.

Eine offene Frage ist, wie und ob die oben offenen Gefäße beim Gebrauch abgedeckt oder verschlossen worden sind. Es wäre zumindest sinnvoll, dies zu tun um ungewollte Zusätze zu vermeiden. Da Deckel vermutlich aus Holz waren sind keine Funde dazu erhalten.

Bei der Gärung entsteht eine zunehmend säuerlich aber nicht unangenehm saure Flüssigkeit. Im Gefäß setzen sich Feststoffe aus den Spelzen der Körner und Partikel am Boden ab, ein Teil schwimmt durch die Gärungskohlensäure getrieben oben auf (Abb. 13). Dazwischen befindet sich eine flüssige Phase. Dies erklärt bekannte Darstellungen auf der Personen mit Trinkhalmen aus der Flüssigkeit trinken (Zarnkow u.a. 2006, 24). Bei entsprechender Eintauchtiefe des Trinkhalms konnte so verhindert werden, die Feststoffe aufzunehmen.

Im nächsten Schritt sollte ermittelt werden, ob die Flüssigkeit durch den Treber nach Entfernung des Stopfens herauslaufen kann (Abb. 14). Damit wäre die Trennfunktion gegeben, vergleichbar mit einem modernen Läuterbottich oder Maischefilter. Es lief zunächst nur sehr wenig Flüssigkeit aus dem Loch heraus. Mit Hilfe eines Strohhalmes konnte sie letztendlich einwandfrei ablaufen. Damit konnte gezeigt werden, dass sich das Lochbodengefäß gut als Möglichkeit eignet, Feststoffanteile der Maische zurückzuhalten. Daneben hat ein Loch im Boden den zusätzlichen Nutzen, dass das Gefäß trotz dessen Immobilität entleert und auch gereinigt werden kann. So konnte die Flüssigkeit einfach in kleinere Trinkgefäße abgefüllt werden. Die abgelassene Flüssigkeit wurde mehrere Tage kalt gelagert.

Herstellung eines Sauerteigs

Ein Teil des im Gefäß zurückgebliebenen Trebers wurde anschließend mit Mehl zu einem Sauerteig angemischt.

Im zweiten Versuch wurde getestet, ob dieser Sauerteig als Starterkultur einsetzbar ist. Und ob das so genannte „Bappir“ (sumerisch für „Bierbrot“, vgl. B.F/H.R 2012), anstelle von Malzschrot, wie bei Zarnkow (2006, 15) beschrieben, als Vorlage zum Bierbrauen eingesetzt werden sein könnte. Dazu wurden wie in Versuch 1 Malz und Wasser im gleichen Verhältnis kalt eingemaischt und anschließend dieser Sauerteig eingelegt. Eine weitere Gärung kommt spontan zustande. Der Sauerteig stellt also eine gute Starterkultur zur Vergärung dar. Statt zur Vergärung für Bier kann das Gärsubstrat auch zu Brot verarbeitet werden. Bei Zugabe von Mehl oder Schrot lässt sich ein schmackhaftes, leicht säuerliches Brot backen (Abb. 15). Wie wir selbst feststellen konnten, ist dieses erstaunlich stabil gegen Schimmelbefall. Lässt man dieses Brot an der Luft durchtrocknen, ergibt sich ein gut transportables und haltbares Dauernahrungsmittel.



13 Gärung im Lochbodengefäß. Zu erkennen ist die aufschwimmende Mikroflora aus Milchsäure-bildenden Organismen und Hefen.



14 Lochbodengefäß als Läutergefäß.

Ergebnisse und Ausblick

Die Versuche haben gezeigt, dass das Lochbodengefäß durchaus als Einmischgefäß geeignet ist und die anschließende Trennung der flüssigen Phase von den Feststoffen durchführbar ist. Dies steht in gewissem Gegensatz zu der häufig zu findenden Darstellung, dass mehrere Trinker über Saugröhren, denkbar wären Schilfröhren, gemeinsam aus einem einer Amphore ähnelnden Gefäß Flüssigkeit zu sich nehmen. Es war mittels des



15 aus Sauerteig gebackenes Treberbrot.



16 geschrotetes Malz beim Einmaischen im Lochbodengefäß.

Lochbodens also problemlos möglich Flüssigkeit von Feststoffen zu trennen, ohne das Gefäß bewegen zu müssen.

Durch Einführung eines Strohhalmes durch den Treber konnte die Flüssigkeit einwandfrei ablaufen und das feste, breiartige Malztreber-Hefe-Gemisch ist in dem Gefäß zurück geblieben. Die Flüssigkeit ist gelblich und trüb. Die Trübung ist vermutlich auf die Hefe und Mikroorganismen zurückzuführen. Jedoch ist die interessantere Beobachtung die Geruchsentwicklung. Es roch intensiv säuerlich aber auch leicht malzig. Dies könnte eine Erklärung dafür sein, dass sich die Gefäße in den ausgegrabenen Häusern an gut belüfteten Positionen befanden. Der Geschmack dieser Flüssigkeit war sehr ungewohnt im Vergleich zu dem erwarteten Geschmack eines heutigen Bieres und ebenfalls sauer. Geruch und Geschmack deuten auf eine Milchsäuregärung hin. Die Säure ist dabei für heutige Verhältnisse eines Bieres nicht typisch, jedoch ist das Getränk bei entsprechender Verdünnung durchaus trinkbar.

Außerdem ist ein weißer „Teppich“ auf der Flüssigkeitsoberfläche gewachsen. Mikroskopische Untersuchungen einer Probe dieses „Teppichs“ und auch der Flüssigkeit zeigte Milchsäurebakterien, einige Schimmelpilze und auch einzelne Hefezellen waren zu erkennen. Neben den mikroskopischen Untersuchungen wurde ebenfalls eine PCR-Analyse des vergorenen Getreidesaftes durchgeführt. Folgende Keime konnten darin identifiziert werden:

- *Enterobacteriaceae* (Enterobakterien, auch Darmbakterien genannt)

Einige Arten können krankheitserregend sein (Enterobakterien sind ubiquitär, jedenfalls im menschlichen Körper vorhanden). Sie können zu einer Gärung, der so genannten gemischten Säuregärung, beitragen. Bei der gemischten Säuregärung entstehen als Neben- und Endprodukte zum Beispiel Essigsäure und Milchsäure (N.N. 2001).

- *Lactobacillus brevis* (Lactobazillen, so genannte Milchsäurebakterien)

Es handelt sich um nicht-pathogene Keime, die bei Gärung Milchsäure produzieren. Sie werden heute in der Brauereitechnologie als Schädlinge in der Bierproduktion angesehen, da sie zu einer unerwünschten Säuerung und Geschmacksveränderung beitragen.

- *Pediococcus pentosaceus/parvulus/inopinatus* oder *acidilactici* (Pediokokken)

Eine genaue Bestimmung ist durch die PCR-Methode nicht möglich. Pediokokken gehören zu der Gruppe der Lactobazillen und verhalten sich somit ähnlich der *Lactobacillus brevis*.

- *Saccharomyces diastaticus* (Hefe, einzellige Pilze, die Zucker zu Kohlendioxid und Wasser oder bei Abwesenheit von Sauerstoff zu Ethanol abbauen)

Sie ist eine natürliche Variante der Bierhefe *Saccharomyces cerevisiae*, wird aber als Fremdhefe bewertet, da sie in der modernen Bierproduktion unerwünscht ist. Diese Hefe setzt nach der Hauptgärung eine zweite Gärung in Gang, die zu Trübungen, Fehlgerüchen, erhöhte Alkoholbildung, verstärkte CO₂-Bildung und dadurch schließlich zum Bierverderb führt.

- *Saccharomyces spp.* (das können verschiedene oder unbestimmte Hefen sein)

Die PCR-Analyse zeigt also wie die mikroskopische Untersuchung ebenfalls Milchsäurebakterien und ist ein Beleg für eine Milchsäuregärung. Es konnte kaum Alko-

hol gemessen werden. Das lässt den Schluss zu, dass die Milchsäuregärung die alkoholische Gärung unterdrückt hat.

Die Schimmelpilze, die unter dem Mikroskop zu erkennen waren, könnten durch das Malz oder die Umgebung in die Maische eingetragen worden sein. Anders als in modernen Maischverfahren wurde die Maische nicht erhitzt. Dadurch wurden keine Keime abgetötet und können sich weiter vermehren. Die PCR-Analyse ergab keinen Aufschluss darüber, dass Schimmelpilze enthalten sind. Eine mögliche Erklärung kann sein, dass bei dem niedrigen pH-Wert keine Schimmelpilze überleben konnten. Nach einer Lagerungszeit von circa sieben Tagen fand ein Farbumschlag von zuvor gelblich nach rosa-violett statt. Daraufhin wurde wieder eine Probe der PCR-Analyse unterzogen. Folgende Keime konnten darin nachgewiesen werden:

- *Enterobacteriaceae*
- *Lactobacillus brevis/parabrevis/brevisimilis* (Lactobazillen, so genannte Milchsäurebakterien)

Lactobacillus parabrevis/brevisimilis sind Spezies der *Lactobacillus brevis*.

- *L. plantarum/paraplantarum* (Milchsäurebakterien)

Lactobacillus plantarum/paraplantarum sind Milchsäurebakterien, die ein natürlicher Bestandteil vergorener/fermentierter Lebensmittel sind.

- *Pediococcus pentosaceus/parvulus/inopinatus* oder *acidilactici*
- *Saccharomyces diastaticus*

Nach einigen Tagen konnte ein vermehrtes Schimmelpilzwachstum beobachtet werden. Der Geruch war sehr unangenehm. Auch hier wurde eine Probe mittels PCR-Verfahren analysiert. Darin wurde Folgendes gefunden:

- *Lactobacillus brevis/parabrevis/brevisimilis*
- *L. plantarum/paraplantarum*
- *L. perolens/harbinensis*

Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine Art der Lactobazillen.

- *Saccharomyces diastaticus*

In dieser Probe konnten in mikroskopischen Untersuchungen keine Schimmelpilze mehr gefunden werden,

trotz des wie in der Abbildung 13 deutlich erkennbaren Schimmels. Dies ist ebenfalls ein Indiz dafür, dass das Milieu mit einem pH-Wert unter 4,0 so sauer ist, dass kein Schimmelpilzwachstum mehr möglich ist.

Erkenntnisse und Fazit

Insgesamt ist die im Versuch hergestellte und vergorene Flüssigkeit nicht mit unserem heute bekannten Bier zu vergleichen. Ein wesentlicher Grund ist, dass kein Hopfen verwendet wurde. Ob und wie Hopfen oder andere Würzmittel damals schon eingesetzt wurden, ist nicht durch Funde oder Quellen belegt. In den Versuchen wurde ein Kaltmaisverfahren, ohne Zufuhr von Wärme angewendet. Dieses Verfahren gewährleistet keine Sterilität. Die natürlich vorhandene Mikroflora aus der Umgebung ist also bestimmend. Der Geschmack und Geruch der Flüssigkeit ist sauer und hat einen sehr niedrigen Alkoholgehalt. So wie Damerow schon äußerte, stellt sich aber auch generell die Frage, inwieweit das antike Bier mit dem heutigen vergleichbar ist (Damerow 2012).

Der Schrotversuch (Abb. 16) mit der Sattelmühle lieferte ein viel feineres Mehl als die moderne Schrotmühle. Es ist anzunehmen, dass bei der Verwendung des feineren Mehles viel mehr Malzzucker enzymatisch freigesetzt werden konnte, und somit die Hefen mehr Malzzucker zu Alkohol vergären können, was zu einem höheren Alkoholgehalt führt. Erkennbar war, dass neben dem feinen Mehl auch ein Anteil der stabilen Spelze zurückgeblieben ist. Sie dient als natürliche Filterschicht bei der Bierherstellung. Im Versuch konnte bewiesen werden, dass die Spelze als Filterschicht dient. Weitere Versuche sollen zeigen, ob man somit ein mehr nach Malz schmeckendes „Bier“ produzieren kann. Um den Prozess zu optimieren, sollen dann einige Prozessparameter, wie zum Beispiel die Wassertemperatur zum Einmaischen, verändert werden. Das Malzschrot soll mit heißem Wasser aufgegossen werden, um herauszufinden, inwiefern das Produkt schimmelfrei bleibt. So soll ein unangenehmer Geschmack des Bieres vermeiden werden. Des Weiteren ist eine Erhöhung des Einmaischverhältnisses vorgesehen, um einen höheren enzymatischen Aufschluss des Malzes zu erreichen. Es hat sich herausgestellt, dass hier im Bezug auf die Sensorik ein mikrobiologisches Hindernis vorliegt.

Die durch Funde belegten Gefäße eignen sich zur Herstellung einer Art von Bier, allerdings mit natürlich vorkommender Milchsäuregärung, die so für moderne Bierherstellung nicht angewandt wird. Die Säure in der Flüssigkeit war damals vermutlich sogar erwünscht, da dies das Getränk mikrobiell unbedenklicher machte als verfügbares Oberflächentrinkwasser. Das Lochbodengefäß eignet sich nach diesen Erkenntnissen tatsächlich als Läuterbottich.

Bibliographie

B.F./H.R. 2012 = B.F. und H.R., Vergorener Getreidesaft der Sumerer war möglicherweise kein Bier. 4000 Jahre alte Keilschriften aus Mesopotamien verraten wenig über die damalige Brautechnologie. 12. Januar 2012. <https://www.mpg.de/4777555/sumerer_brautechnologie?fbclid=IwAR0FoDU_n_G2M2PM-Dm6UzoJs26nCDIJ3Dg4F30p7_UpT-1k-hNj9vxz6Tao> [Stand 17.11.2018].

Civil 1964 = Miguel Civil, A Hymn to the Beer Goddess and a Drinking Song. In: Studies Presented to A. Leo Oppenheim (Chicago 1964) 67-89.

Curtis 2001 = Robert I. Curtis, Ancient Food Technology (Leiden 2001).

Damerow/Englund/Nissen 1991 = Peter Damerow/Robert K. Englund/Hans J. Nissen, Frühe Schrift und Techniken der Wirtschaftsverwaltung im alten Vorderen Orient. Informationsspeicherung und -verarbeitung vor 5000 Jahren (Bad Salzdetfurth 1991).

Damerow 2012 = Peter Damerow, Sumerian Beer: The Origins of Brewing Technology in Ancient Mesopotamia. Cuneiform Digital Library Journal 2012/2 (Berlin 2012). <http://www.cdli.ucla.edu/pubs/cdlj/2012/cdlj2012_002.html> [Stand 25.02.2019].

Dornbusch 2017 = Horst Dornbusch, Das große Brauwelt Lexikon der Biersorten (Nürnberg 2017).

Green/Nissen 1987 = Margaret W Green und Hans J. Nissen, Zeichenliste der archaischen Texte aus Uruk. Unter Mitwirkung von Peter Damerow und Robert K. Englund. Archaische Texte aus Uruk II. Ausgrabungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Uruk-Warka 11 (Berlin 1987) 169-345.

Maier 2011 = Elke Maier, Die Bierbrauer von Babylonien. MaxPlanck Forschung 4/2011, 94-95. <https://www.mpg.de/5021358/S005_Rueckblende_094-095.pdf> [Stand 12.03.2019].

Meußdorfer/Zarnkow 2014 = Franz Meußdorfer und Martin Zarnkow, Das Bier. Eine Geschichte von Hopfen und Malz (München 2014).

N.N. 1998 = N.N. s.v. gemischte Säuregärung. <<https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/gemischte-saeuregaerung/3644>> [Stand 20.12.2018].

N.N. 2001 = N.N. s.v. Enterobacteriaceae. <<https://www.spektrum.de/lexikon/ernaehrung/enterobacteriaceae/2534>> [Stand 12.03.2019].

Otto 2014 = Adelheid Otto, The Late Bronze Age Pottery of the Weststadt of Tall Bazi (North Syria). In: Marta Luciani und Arnulf Hausleitner (Hrsg.), Recent Trends in the Study of Late Bronze Age Ceramics in Syro-Mesopotamia and Neighbouring Regions. OrA 32 (Rahden/Westf. 2014) 85-117.

Röllig 1970 = Wolfgang Röllig, Das Bier im Alten Mesopotamien (Berlin 1970).

Sallaberger 2012 = Walther Sallaberger, Bierbrauen in Versen: Eine neue Edition und Interpretation der Ninkasi Hymne. In: Catherine Mittermayer und Sabine Ecklin, Altorientalische Studien zu Ehren von Pascal Attinger. Orbis Biblicus et Orientalis 256, (Göttingen 2012), 291-328.

Sollee 2012 = Alexander Sollee, Zur Verteilung und Verbreitung der Lochbodengefäße im syro-mesopotamischen Kulturraum. In: Heather Baker/Kai Kaniuth/Adelheid Otto (Hrsg.), Stories of long ago. Festschrift für Michael D. Roaf. Alter Orient und Altes Testament (Münster 2012).

Stol 1971 = Marten Stol, Zur altmesopotamischen Bierbereitung. Bibliotheca Orientalis 28, 1971, 167-171.

Zarnkow u.a. 2006 = Martin Zarnkow/Elmar Spieleder/Werner Back/Bertram Sacher/Adelheid Otto/Berthold Einwag, Interdisziplinäre Untersuchungen zum altorientalischen Bierbrauen in der Siedlung von Tall Bazi/Nordsyrien vor rund 3200 Jahren. Technikgeschichte 73/1, 2006, 3-25.

Zarnkow u.a. 2008 = Martin Zarnkow/Elmar Spieleder/Werner Back/Bertram Sacher/Adelheid Otto/Bertram Einwag, Kaltmaischverfahren – eine Basistechnologie zum altorientalischen Bierbrauen. Interdisziplinäre Untersuchungen in der Siedlung Tall Bazi/Nordsyrien vor rund 3200 Jahren. Jahrbuch Geschichte des Brauwesens e.V. (Berlin, 2008).

Abbildungsnachweise

Abb. 1 = Sammlung Voigt, Hochschule Trier. Quelle: Museum of Beer & Brewing, Milwaukee, USA.

Abb. 2 = nach Zarnkow u.a. 2008, 77. Umzeichnung Voigt, Hochschule Trier; Fotos Olaf M. Teßmer, Vorderasiatisches Museum der Staatlichen Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz.

Abb. 3 = nach Zarnkow u.a. 2006, 8.

Abb. 4 = nach Zarnkow u.a. 2006, 10.

Abb. 5 = nach Otto 2014 Taf. 14.

Abb. 6 = nach Otto 2014 Taf. 16.

Abb. 7 = Sammlung Voigt, Hochschule Trier.

Abb. 8 = Sammlung Voigt, Hochschule Trier.

Abb. 9 = Hochschule Trier/Bitburger Brauerei.

Abb. 10 = Sammlung Voigt, Hochschule Trier.

Abb. 11 = Sammlung Voigt, Hochschule Trier.

Abb. 12 = Sammlung Voigt, Hochschule Trier.

Abb. 13 = Schober, Hochschule Trier.

Abb. 14 = Schober, Hochschule Trier.

Abb. 15 = Sammlung Voigt, Hochschule Trier.

Abb. 16 = Schober, Hochschule Trier.