

# Römisches Handwerk in Oberwinterthur / Vitudurum

Autor(en): **Jauch, Verena / Roth, Markus**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **as. : Archäologie Schweiz : Mitteilungsblatt von Archäologie Schweiz = Archéologie Suisse : bulletin d'Archéologie Suisse = Archeologia Svizzera : bollettino di Archeologia Svizzera**

Band (Jahr): **27 (2004)**

Heft 1: **Kanton Zürich : die letzten 3000 Jahre**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

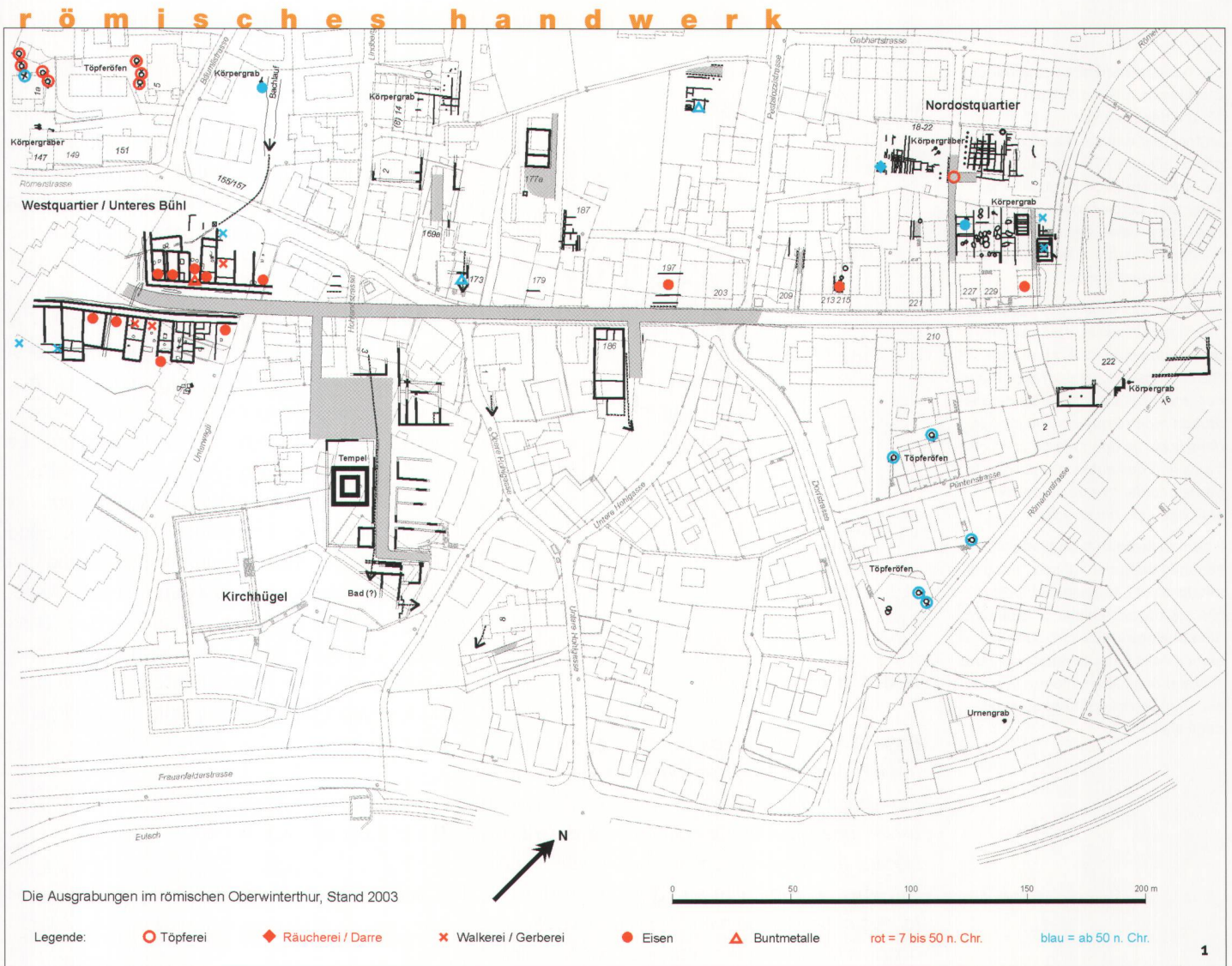
Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-20473>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



# Römisches Handwerk in Oberwinterthur / Vitudurum

— Verena Jauch, Markus Roth

Abb. 1  
Oberwinterthur. Gesamtplan von Vitudurum mit Werkstätten.  
*Oberwinterthur. Plan général de Vitudurum avec les ateliers.*  
Oberwinterthur. Piano generale di Vitudurum con le officine d'artigiani.

Im Vicus von Vitudurum waren verschiedene Handwerker ansässig. Es wurden Eisen, Buntmetall, Holz und Knochen bearbeitet, aber auch Keramik, Stoff und Leder hergestellt sowie Nahrungsmittel konserviert.





Abb. 2  
Oberwinterthur. Einer der zwei  
Eisenöfen an der Römerstrasse  
155/157.

*Oberwinterthour. L'un des deux fours  
destinés au travail du fer à la  
Römerstrasse 155/157.*

*Oberwinterthur. L'uno dei due  
fornaci per la lavorazione del ferro in  
località Römerstrasse 155/157.*

## Der Vicus und sein Umland

Vitodurum lag an einer wichtigen Fernstrasse, die von Gallien kommend über Vindonissa weiter nach Rätien führte. Wahrscheinlich gab es eine Abzweigung nordwärts zum Rheinübergang bei Eschenz. Im Umfeld entstanden seit dem mittleren 1. Jh. mehrere Gutshöfe. Städtische Siedlungen wie Turicum (Zürich) und Tasgetium (Eschenz) befanden sich in 18 bis 25 km Entfernung. Die Gutshöfe versorgten mittels Überschussproduktion den Vicus mit landwirtschaftlichen Gütern aller Art (Nahrungsmittel, Rohstoffe). Im Gegenzug produzierten die im Vicus ansässigen Handwerker verschiedenste Erzeugnisse, die sie auf dem lokalen Markt im Zentrum auf dem Kirchhügel anboten. Voraussetzung waren neben dem technischen Knowhow ausreichende Rohstofflager (Wasser, Tonlagerstätten, Waldbestände etc.), gute Strassenverbindungen und natürlich Absatzmöglichkeiten ohne allzu lange Transportwege. Wenden wir uns nun den konkreten Befunden zu, wobei zu berücksichtigen ist, dass unser Bild von dem im Vicus ansässigen Handwerk durch selektive Befunde und deren Interpretationen entstanden ist. Schwer bzw. gar nicht nachweisbar sind zudem die Wanderhandwerker, die nicht dauerhaft vor Ort waren, sondern ihr Erscheinen von der Nachfrage abhängig machten.

Die gewerblich genutzten Räume liegen an der Front- und Rückseite der Vicushäuser. Bis um 50 n.Chr. befanden sich die Handwerkerbetriebe im strassenseitigen Hausteil. Danach vollzog sich ein Wechsel: Gewerbliche Aktivitäten fanden nunmehr im Hinterhof statt, wozu die Häuser teilweise nach hinten verlängert wurden. Die vormals strassenseitigen Werkstatt Räume wurden als Verkaufsfläche benutzt und gelegentlich durch Holzwände vom Wohnraum abgetrennt. Die dichte reihenhausartige Bauweise bot ideale Verkaufsbedingungen: Unter den Portiken liess es sich, geschützt vor Wind und Wetter, von einem Händler zum nächsten schlendern und dabei die Einkäufe oder Bestellungen erledigen. Bei angenehmen Temperaturen wurden die laubenartigen Gänge sicher

auch von den Handwerkern als Arbeitsplatz oder zusätzliche Verkaufsfläche benutzt. Seit der Gründung des Vicus bis etwa 30 n.Chr. sind zahlreiche Werkstätten nachzuweisen, die danach entweder ganz aufgelassen oder an andere nicht lokalisierte Plätze verlegt wurden. Mindestens zweimal ist eine veränderte Nutzung der Werkstatt Räume zu erkennen, wobei in der Folge unterschiedliche Handwerke ausgeübt wurden.

## Eisenverarbeitendes Handwerk

Zur Gewinnung von Roheisen wurde das Eisenerz vorwiegend in der Nähe der Lagerstätten selbst verhüttet. In der Regel gelangte erst das Roheisen, die Luppe, oder das Halbfabrikat in Form von Barren in die Schmiedewerkstätten, wo es weiterbearbeitet wurde. Die Kriterien für die Identifizierung von Schmiedewerkstätten sind eng miteinander verbunden: Schlackenansammlungen oder Werkzeugfunde allein ohne zugehörige Befunde in Form von Gruben, Gräben und Feuerstellen lassen keine Interpretation zu. Als Schmiedeessen identifizierbar sind bodenebene Feuerstellen mit freistehenden Lehmwänden als Hitzeschild zum Schutz des Blasebalgs vor zu grosser Hitze und zur Regelung des Luftstroms. In ihrer Auffüllung finden sich mitunter verziegelte Reste von kreisrunden Düsenöffnungen. Tauchbecken, Wasserbehälter, in denen das glühende Eisen abgeschreckt wurde, waren holzverschaltete Gruben, die mit Asche, Holzkohle, Schlacken und auch Hammerschlag (beim Schmieden abgesprungene Eisenplättchen oder -kügelchen) verfüllt sein können. Eine Hammerschlagkonzentration im Raum ist als Ambossstandort zu interpretieren.

In Vitodurum waren bis um 30 n.Chr. mindestens 11 Schmieden aktiv, davon allein 8 Betriebe im Unteren Bühl. In dieser Zeit befand sich in nahezu allen Gebäuden strassenseitig ein Gewerbebetrieb. In Haus 5 lag am Rand der Esse der steinere Amboss noch in situ. In Haus 10 sind zwei Feuerstellen mit einem Holzkasten mit Flechtwerkstruktur zu erkennen. Auf Parzelle 16



weisen einige Gruben im Hinterhofbereich auf eine vorübergehende Bauinstallation hin, vielleicht in Zusammenhang mit der Errichtung der ersten Häuser. Um 30 n.Chr. waren die meisten Betriebe bereits wieder geschlossen; nur in Haus 8 war weiterhin eine Schmiede eingerichtet. Auch im übrigen Teil des Vicus gibt es Hinweise auf Wohnbauten mit integrierten Werkstätten: An der Römerstrasse 197 barg eine Grube (12-20 n.Chr.) die Ausstattung eines Blechschmieds: Blechschere, Meissel, Amboss, Feile, Punzkissen. Der zugehörige Arbeitsplatz ist nicht genau lokalisierbar. An der Römerstrasse 213/215 befand sich während der frühen Kaiserzeit im strassenseitigen Gebäudeteil eine Schmiede. Einzig an der Römerstrasse 227/229 war in rückwärtigen Wohnbauten von 50 bis 150 n.Chr. ein Schmiedebetrieb integriert. Dass nach 50 n.Chr. mit weiteren Werkstätten zu rechnen ist, ist anzunehmen, der Nachweis dafür steht allerdings noch aus. Deutlich wird ein grosser Bedarf an Eisenerzeugnissen während der systematischen Bebauung des Vicus, die im Unteren Bühl dendrochronologisch ab 7 n.Chr. nachgewiesen werden konnte. Nach dem Ende dieses «Baubooms», brach die Nachfrage an Werkzeugen und Gerä-

ten plötzlich ab, wofür die Schliessung der acht benachbarten Betriebe im Unteren Bühl spricht. Erst durch Unterhaltsarbeiten bzw. Um- oder Neubauten entstand ein erneuter Bedarf, der durch andere Betriebe gedeckt wurde. Zeichen einer handwerklichen Spezialisierung ist der Befund an der Römerstrasse 155/157, der ins letzte Drittel des 1. Jh. n.Chr. zu datieren ist: Neben einem breiten Wassergraben wurden zwei kreisrunde Öfen von etwa 30 cm Durchmesser und sackförmigem Querschnitt errichtet. Möglicherweise dienten diese kleinen Anlagen, in denen sehr hohe Temperaturen erreicht wurden, dem Aufkohlen von Eisen zu hochwertigem Stahl.

### Buntmetallverarbeitung

In der Buntmetallverarbeitung waren zwei unterschiedliche Legierungen gebräuchlich, wobei Bronze (Kupfer und Zinn) deutlich häufiger als Messing (Kupfer und Zink) war. Das verwendete Rohmetall wurde zum grössten Teil in unsere Gegend importiert.

Im Vicus von Vitodurum ist der Nachweis von Buntmetallverarbeitung im Vergleich zum eisenverarbeitenden Handwerk bisher noch bescheiden. Ein komplett eingerichteter Arbeitsplatz mit Ofen und Tiegeln, Gussformen und Halbfabrikaten, Werkzeugen und Abfällen konnte nicht gefunden werden. In der strassenseitigen Schmiede in Haus 7 im Unteren Bühl weisen das Fragment eines Tiegels sowie verschiedene Gussreste auf Bronzebearbeitung zwischen 30 und 50 n.Chr. hin. Dieses Beispiel zeigt, dass wohl gelegentlich auch in Schmiedebetrieben kleinere Guss- und Flickarbeiten durchgeführt wurden. Es muss davon ausgegangen werden, dass nicht in jeder Siedlung anspruchsvolle Bronzearbeiten gefertigt wurden. Im strassenseitigen Bereich des Steingebäudes an der Römerstrasse 173 fanden sich Fragmente von einem kleinen Tiegel und zwei Gussformen. Sie wurden gegen Ende des 1. Jh. zusammen mit Gussabfällen aus Bronze auf der Sohle einer Grube entsorgt.

Abb. 3  
Zeugnisse der Buntmetallverarbeitung in Vitodurum.

*Témoignages du travail des métaux à base de cuivre à Vitodurum.*

Testimonianze della lavorazione di metalli rameosi a Vitodurum.







Abb. 4  
Oberwinterthur. Der Töpferofen an der Gebhartstrasse. Blick auf den Mittelpfeiler und die Lochten der intakten Westhälfte.

*Oberwinterthur. Le four de potier de la Gebhartstrasse. Vue sur le pilier central et la sole de la moitié occidentale du four, seule conservée.*

Oberwinterthur. Fornace da vasaio in località Gebhartstrasse. Si notano la parete centrale e la piattaforma di cottura della fornace, ancora conservata sul lato occidentale.

Abb. 5  
Oberwinterthur, Unteres Bühl. Rekonstruktion des Keramiklagers in Haus 12.

*Oberwinterthur, Unteres Bühl. Reconstitution du magasin de céramiques de la maison 12.*

Oberwinterthur, Unteres Bühl. Ricostruzione del magazzino di ceramiche nella casa 12.

Weitere Hinweise zur Buntmetallverarbeitung konnten in der hinteren Siedlungsreihe von Vitudurum an der Pestalozzistrasse gefunden werden: Dort kamen in zwei Gruben zahlreiche Fragmente von grossen Tiegeln und Reste von Ofenwänden zum Vorschein. Die Keramik datiert die Verfüllungen ins späte 1. Jh. oder an den Anfang des 2. Jh.

Mit den drei Werkstätten, welche über ein ganzes Jahrhundert verteilt sind, dürfte der Bedarf an Bronzeobjekten nicht gedeckt worden sein. Es ist in Zukunft deshalb noch mit weiteren Werkplätzen zu rechnen.

Ein Handwerkszweig beinhaltet die Herstellung von Bleiobjekten durch sog. *plumbarii*. Aus dem Vicus sind uns Werkzeuge und zwei bleierne Punzkissen, Gewichte und Drähte sowie das einzigartige Halbfabrikat einer Bleistatue mit Gusskanal, welche eine Victoria mit Delphin darstellt, überliefert.

### Keramikproduktion

Töpfereien hinterliessen in Vitudurum ihre Spuren in Form von 14 Brennöfen und Töpfereiabfällen. Wie andernorts häufig üblich, war dieses feuergefährliche Handwerk vorwiegend in der Peripherie angesiedelt. Am Nordrand des Vicus an der Fundstelle Gebhartstrasse wurde bereits in spät-augusteischer Zeit Keramik gebrannt. Interessanterweise wurde dieser Töpferofen bereits zwischen 30 und 50 n.Chr. von einem Strassenkoffer überdeckt. Vermutlich wurde die Parzelle im Zuge einer flächendeckenden Überbauung mit Holzhäusern ab 30/40 n.Chr. wie im benachbarten Grundstück Römerstrasse 227/229 umgestaltet. In dem mindestens einmal erneuerten Ofen wurden u.a. Krüge gebrannt.

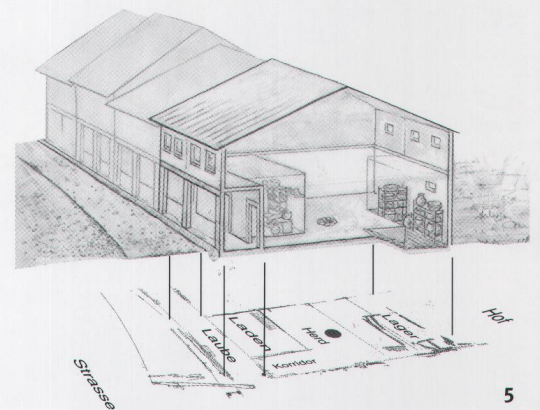
Etwas später, um 20 bis 30 n.Chr., wurde ein neuer Töpferbezirk mit acht Öfen am Westrand des Vicus angelegt (Fundstelle Bäumlistrasse), in dem Keramik in keltischer Tradition, aber auch römisches Formgut gebrannt wurde. Die Töpferei war bis um 70 n.Chr. in Betrieb. Ein Keramiklager im

Areal Unteres Bühl zeigt, dass hier zwischen 50 und 70 n.Chr. von lokalen Händlern einheimische Erzeugnisse und Fernhandelsgüter (Terra Sigillata und Tonstatuetten) veräussert wurden.

Gegen Ende des 1. Jh. verlagerte man die Brennaktivitäten an den Ostrand des Vicus. Im Töpferviertel an der Fundstelle Römerstrasse 210 hatten sich neben zwei Ofenanlagen auch Stätten der Tonbearbeitung wie Schlammketten und Brunnen erhalten. Ein Töpfer hat uns sogar seinen Namen hinterlassen: Es handelt sich um den Töpfer Vegis(), der seine Reibschüsseln gestempelt hat. Bis ins 2. Jh. wurden hangabwärts an der Fundstelle Dorfstrasse mindestens drei weitere Öfen errichtet; in einem war die letzte Beschickung in situ erhalten.

### Tuchwalkereien und Gerbereien

In den ersten drei Jahrzehnten n.Chr. entstanden im strassenseitigen Bereich der benachbarten Häuser 12 und 14 im Unteren Bühl zwei Werkstätten: In den Gebäudeecken befanden sich jeweils eine grosse, eingetieft Holzbox, die mit einem komplexen Kanalsystem für das Frisch- und Abwasser verbunden war. Die Befunde und das Fundmaterial, wie Bürsten und ein Holzkamm, deuten auf eine Walkerei (*fullonica*). Dort wurde in verschiedenen Arbeitsgängen aus den frisch gewobenen, harten und groben Stoffen Walktuch hergestellt. Das Walken und Auswaschen des Gewebes benötigte viel





Frischwasser. Archäologisch nicht nachweisbar ist die Stelle, an welcher die Stoffe zum Trocknen aufgehängt und mit der Bürste das Gewebe noch etwas aufgeraut wurde, damit es weiter verfilzt. Ein 1978 an der Lindbergstrasse 4 entdeckter Grabstein mit der Darstellung eines Tuchherstellers oder Stoffhändlers bezeugt das Tuchgewerbe in Vitudurum. Ein weiterer, gleichzeitiger Grubenbefund mit Kanalsystem in Haus 11 lässt möglicherweise auf das selbe Gewerbe schliessen. In diesem Fall befindet sich der Arbeitsplatz als grosse Ausnahme im hinteren Teil des Gebäudes.

Es ist allerdings auch möglich, dass hier nicht Walker, sondern Gerber (*coriarii*) tätig waren. Auch das Gerben braucht viel Frischwasser, da das Leder nach einem langen Bad im Gerbsud gespült werden musste.

Gerbereien sind in einer jüngeren Phase (3. Viertel 1. Jh.) im Unteren Bühl mehrfach belegt. In Haus 11 waren im hinterhofseitigen Gebäudeteil drei Bottiche entlang der westlichen Gebäudewand einge-

tieft, was eine Werkstattkontinuität am Platz bezeugt. Eine weitere Gerberei lag im rückwärtigen Teil des Gebäudes auf Parzelle 2. Dort waren drei Holzfässer in der Nordostecke des Raumes im Boden abgesenkt. Es handelt sich um Weinfässer, welche mit einer massiven Lehmhinterfüllung abgedichtet wurden. In den Bottichen fanden sich grosse Konzentrationen von Tierhaaren, Tierhautfragmenten und Borsten. Ein ähnlicher Befund ist in einem Haus weiter westlich vorhanden, wo die beiden Fassgruben gemäss ihrer topographischen Lage ebenfalls im Hinterhofbereich gelegen haben. Für die 2. Hälfte des 1. Jh. ist im Areal an der Römerstrasse 227/229 eine Gerberei belegt: In der Werkstatt waren sechs halbierte Fässer eingelassen. Da keine organischen Rückstände beobachtet wurden, könnte es sich auch um eine Tuchwalkerei oder eine Färberei handeln. Für eine Kontinuität des Gerbereibetriebes bis in die Mitte des 2. Jahrhunderts könnten zwei rechteckige, mit Lehm abgedichtete Gruben aus Eichenholz sprechen.

Da die Tätigkeit der Gerber und Walker mit unangenehmer Geruchsbildung verbunden war, lagen ihre Werkstätten am Rand der Siedlungen.

Von der Lederbearbeitung im Vicus zeugen Werkzeuge wie Messer, Ahlen, Pfrieme, Stichel sowie verschiedene Lederabschnitte. In Vitudurum waren Sattler, Schuster und Kürschner tätig.

### Weitere Handwerksbetriebe

Diverse Produktionsabfälle, Halbfabrikate und Werkzeuge belegen die Verarbeitung von Holz, Knochen und Horn. Leider konnten ihre Werkstätten bisher nicht lokalisiert werden. Dank günstiger Erhaltungsbedingungen im Unteren Bühl sind viele organische Materialien erhalten geblieben, weshalb dort das Holzschnitzen und -dreheln am besten nachzuweisen ist. Auch Werkzeuge wie Beile, Hobel, Stech- und Hohlbeitel sowie Messerfeilen und anderes mehr zeugen von holzarbeitendem Gewerbe. Es ist anzunehmen, dass auch Schreibtäfelchen, Spanschachteln (Hobel!) und Körbe im Vicus selbst hergestellt wurden. Zahl-

Abb. 6  
Oberwinterthur, Gerberei an der  
Römerstrasse 227/229.

*Oberwinterthour. Tannerie de la  
Römerstrasse 227/229.*

Oberwinterthur. Conceria in località  
Römerstrasse 227/229.





reiche Halbfabrikate und Abfallstücke belegen, dass es Bein- und Hornschnitzerwerkstätten gab. Zudem fanden sich gesägte Hornzapfen in verschiedenen Bottichen und Gruben im Unteren Bühl sowie im Nordostquartier.

An der Gebhartstrasse kam ein Geviert (3x3 m) in Trockenmauertechnik zum Vorschein, das wohl einen Holzaufbau besass. Eine apsidenförmige Eintiefung in der östlichen Mauer wurde als Feuerstelle genutzt. Dem Bau war ein Holzgebäude vorgelagert, von dem aus das Feuer bedient werden konnte. Die Anlage hat vermutlich gegen Ende des 2. Jh. als Räucher- oder Darranlage gedient. Während für das Konservieren von Fisch, Fleisch und Wurst in der Räucheranlage die Zufuhr von Rauch gewährleistet werden musste, reichte für das Trocknen von Gemüse, Obst und Getreide in der Darre bloss Wärmezufuhr.

### Riassunto

Gli abitanti del vicus ottenevano dalle ville rustiche poste nei dintorni soprattutto prodotti dell'agricoltura e dell'allevamento. I prodotti artigianali del vicus erano invece commerciati nel mercato locale. Fino agli anni attorno al 30 d.C., nelle case del vicus era attivo un numero sorprendente d'artigiani. Fino alla metà del I sec., le officine si trovavano nella parte delle abitazioni che dava sulla strada. Più tardi, invece, le attività di produzione si svolgevano soprattutto nel cortile posto sul retro delle abitazioni, mentre i locali che davano sulla strada servivano da negozi. Le forge sono le installazioni più frequenti: fino al 30 d.C., nel vicus se ne contano ben 11. Meno frequenti sono le tracce di lavorazione di metalli rameosi. In tre differenti settori dell'insediamento sono venute in luce 14 fornaci da vasaio, datate tra il I e il II sec. e i cui prodotti erano destinati al commercio. Fino alla metà del I sec. erano attive tre fulloniche, più tardi forse quattro concerie. Non sono ancora state localizzate le officine per la lavorazione di legno, osso e corno. Esistono tuttavia numerosi attrezzi e frammenti di scarto legati a tali attività. Una struttura per la fumigazione ed essiccazione è indizio della lavorazione di prodotti alimentari. █

### Résumé

Les habitants du vicus obtenaient principalement des produits de l'agriculture et de l'élevage des fermes environnantes. En revanche, les produits artisanaux fabriqués dans l'agglomération étaient vendus sur le marché local. Jusque vers 30 apr. J.-C., un nombre considérable d'artisans furent actifs dans les maisons du vicus. Les ateliers étaient abrités dans des locaux donnant sur la rue jusque vers la moitié du 1<sup>er</sup> siècle apr. J.-C. Par la suite, ils furent installés dans des cours à l'arrière des maisons. Dès lors, les espaces donnant sur la rue furent utilisés comme boutiques. Les forges sont les installations que l'on rencontre le plus fréquemment: jusque vers 30 apr. J.-C., onze au moins sont attestées dans le vicus. Plus rares sont les traces de travail des métaux à base de cuivre. Dans trois secteurs différents de l'agglomération, quatorze fours de potier des 1<sup>er</sup>-2<sup>e</sup> siècles furent mis au jour, dont les productions étaient destinées à la vente. Jusque vers 50 apr. J.-C. il y avait trois foulonneries, par la suite peut-être quatre tanneries. Aucun témoignage n'a permis de localiser des ateliers de travail du bois, de l'os et de la corne. Cependant, on a retrouvé de nombreux outils et déchets de production liés à de telles activités. Une structure – fumoir ou séchoir – offre également la preuve d'une activité en rapport avec les produits alimentaires. █

### Bibliographie

- C. Doswald, Zum Handwerk der Vici in der Nord- und Ostschweiz. Jahresbericht Gesellschaft Pro Vindonissa 1993. Brugg 1994, 3-19.
- Vitodurum 5 – Beiträge zum römischen Oberwinterthur. Zürcher Denkmalpflege, Archäologische Monographien 10. Zürich 1991.
- Vitodurum 6, 9 – Beiträge zum römischen Oberwinterthur. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 34, 35. Zürich/Egg 2002 und 2001.
- L. Flutsch, U. Niffeler, R. Rossi (Hrsg.), Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter V. Römische Zeit. Basel 2002.
- B. Hedinger, U. Leuzinger (Hrsg.), Tabula Rasa. Holzgegenstände aus den römischen Siedlungen Vitodurum und Tasgetium. Frauenfeld 2002.

### Abbildungsnachweise

Kantonsarchäologie Zürich.

P. Albertin (Abb. 1); F. Jetzer (Abb. 2, 4);

M. Bachmann (Abb. 3); M. Moser (Abb. 5);

B. Figliister (Abb. 6).