

# Das Eisengewerbe im Jura : spätmittelalterlicher Werkplatz von Lajoux JU, Envers des Combes

Autor(en): **Eschenlohr, Ludwig**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mittelalter : Zeitschrift des Schweizerischen Burgenvereins =  
Moyen Age : revue de l'Association Suisse Châteaux Forts =  
Medioevo : rivista dell'Associazione Svizzera dei Castelli = Temp  
medieval : rivista da l'Associazion Svizra da Chastels**

Band (Jahr): **16 (2011)**

Heft 2

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-389753>

## **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.

# Das Eisengewerbe im Jura – spätmittelalterlicher Werkplatz von Lajoux JU, Envers des Combes

Ludwig Eschenlohr

## Einleitung

Aufgrund reger Forschungstätigkeit seit Anfang der neunziger Jahre des 20. Jahrhunderts konnten im zentralen Schweizer Jura (Kantone Jura und Bern) zahlreiche neue Erkenntnisse zum frühen Eisengewerbe erworben werden.<sup>1</sup> Seit 1991 prospektiert der Autor mit der Unterstützung einer sehr aktiven Freiwilligengruppe (Groupe d'archéologie du fer dans le Jura – GAF) die Fundplätze der frühen Eisenindustrie im zentralen Schweizer Jura.<sup>2</sup> Diese Fundplatzaufnahme diente als Grundlage für ein Projekt des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF), welches in eine Doktorarbeit mündete.<sup>3</sup>

Zwangsläufig warfen die neuen Ergebnisse auch neue Fragen auf, die wiederum zu neuen Forschungsansätzen führten. Dazu gehört das im folgenden kurz vorgestellte Projekt der Ausgrabung des spätmittelalterlichen Werkplatzes von Lajoux JU in den östlichen Freibergen (Abb. 1).<sup>4</sup> Trotz beschränkter Mittel versucht der Autor, fortlaufend neue Methoden sowie interdisziplinäre Ansätze anzuwenden, um so zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Dies gilt auch für dieses Projekt in Lajoux JU, Envers des Combes.

Das Bergbaurevier des zentralen Schweizer Juras ist aus heutiger Sicht ein eher mittelgrosses Revier. In der Geschichtsforschung hingegen kennt man kaum ein vergleichbares mittelalterliches Revier.

## Kurze Übersicht zur Forschungsgeschichte

Aufgrund der älteren und jüngeren Forschungsgeschichte zum jurassischen Eisengewerbe sind heute drei spezifische Typen von Rennöfen in diesem geografischen Raum mehr oder weniger gut bekannt.

Der erste, ein Rennofen mit doppeltem künstlichem Belüftungssystem, welcher beim heutigen Kenntnisstand ab dem Frühmittelalter vorkommt, wurde im Jura

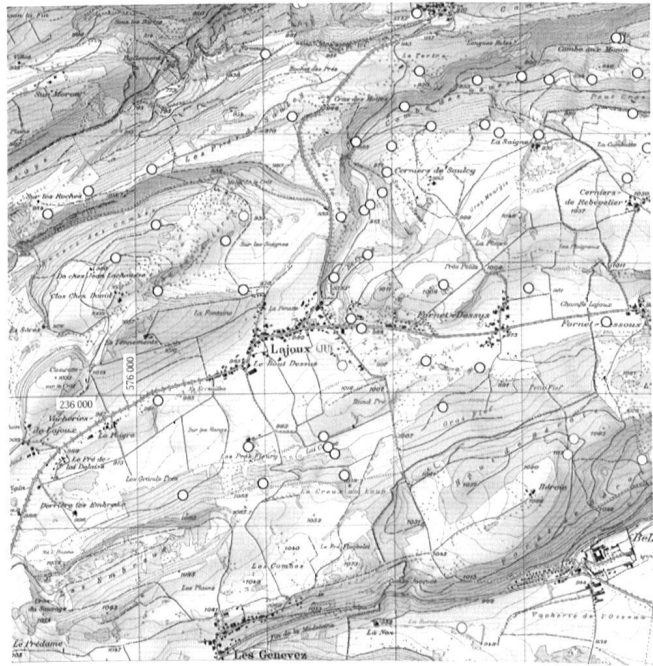


Abb. 1: Karte der Gegend von Lajoux JU in den östlichen Freibergen mit den bekannten Eisenerzverhüttungsplätzen.

<sup>1</sup> Dieser kurze Artikel basiert auf den vorläufigen Ergebnissen, welche vorwiegend im Herbst 2008 an einer internationalen Tagung in Hüttenberg (A) vorgestellt, jedoch nicht publiziert werden konnten. Eine umfangreichere Publikation der weiterführenden Auswertungen wird 2012 auf Französisch in den Actes de la Société jurassienne d'Emulation 2011 erscheinen.

<sup>2</sup> Die Ausgrabung und Auswertung des Werkplatzes von Boécourt JU, Les Boulies, zwischen 1989 und 1991 stellte den Initialfunken dieser Forschungstätigkeit dar: LUDWIG ESCHENLOHR und VINCENT SERNEELS, Les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt, Les Boulies (JU, Suisse). Cahier d'archéologie jurassienne 3 (Porrentruy 1991). Diese Publikation ist heute vergriffen, kann jedoch im pdf-Format auf der Website der Archäologie des Kantons Jura heruntergeladen werden (<http://w3.jura.ch/services/oph/sar/Publications/Resumes-CAJ.htm>).

<sup>3</sup> LUDWIG ESCHENLOHR, Recherches archéologiques sur le district sidérurgique du Jura central suisse. Cahiers d'archéologie romande 88 (Lausanne, 2001).

<sup>4</sup> LK 1105 (Bellelay) 576 160/237 310, ca. 960 m ü.M. Nach einer längeren Prospektionsphase (1991–1996) begann die GAF eine Experimentationsphase (1996–2000), die schliesslich zum Grabungsprojekt Lajoux (2006–2008) führte, das ich auf Mandatsbasis der GAF und der Gemeinde Lajoux wissenschaftlich leitete und nun auswerte.



Abb. 2: Boécourt JU,  
Les Boulies.  
Der Zwillingsrennofen.

erstmalig in Boécourt JU, Les Boulies, nachgewiesen (Abb. 2).<sup>5</sup> Im Laufe der weiteren Prospektion konnte er auch im Münstertal in Corcelles JU, La Creuse, postuliert werden und dürfte zur gleichen Zeit auch im Solothurner Jura betrieben worden sein.<sup>6</sup> Dieser Ofentyp wurde bereits im Waadtländer Jura gut erfasst und beschrieben.<sup>7</sup> Ohne eigentliche Ausgrabungen und sicher nachgewiesene Verhüttungsöfen sind es vor allem Gebläsedüsen-

stücke aus frühmittelalterlichem Zusammenhang, die es ermöglichen, auf diesen Ofentyp zu schliessen.<sup>8</sup>

Ein zweiter Typ, der im Jura bis jetzt nur durch ein schlecht erhaltenes Beispiel belegt ist, basiert auch auf der künstlichen Luftzufuhr, die vermutlich aber nur mit Hilfe einer Düse erfolgt.<sup>9</sup> Dieses Einzelobjekt datiert aus dem Spätmittelalter.



Abb. 3: Monible BE, Sous ce Mont 2. Blick in den gedrehten und geneigten Ofenschacht eines Ofens mit natürlichem Luftzug.

Schliesslich ist es der Rennofen mit natürlichem Luftzug, der durch Bergbauingenieur Auguste Quiquerez im Berner Jura in der zweiten Hälfte des 19. Jh. entdeckt und dokumentiert wurde. Gesichert nachgewiesen ist dieser Ofentyp anhand aktueller Beispiele einmal in Monible BE und zweimal in Lajoux JU (Abb. 3).<sup>10</sup>

### Lajoux, Envers des Combes

#### Die Grabungssituation

Vor Beginn der eigentlichen Ausgrabung im Juni 2006 wurde der Fundplatz durch zwei sich ergänzende topografische Aufnahmen dokumentiert. Zusätzlich erfolgte eine geomagnetische Untersuchung mit dem Ziel, einen allfälligen Ofen in der Schlackenhalde lokalisieren zu können und so zu verhindern, dass ein solcher Befund durch den zuerst realisierten Sondierschnitt berührt wird

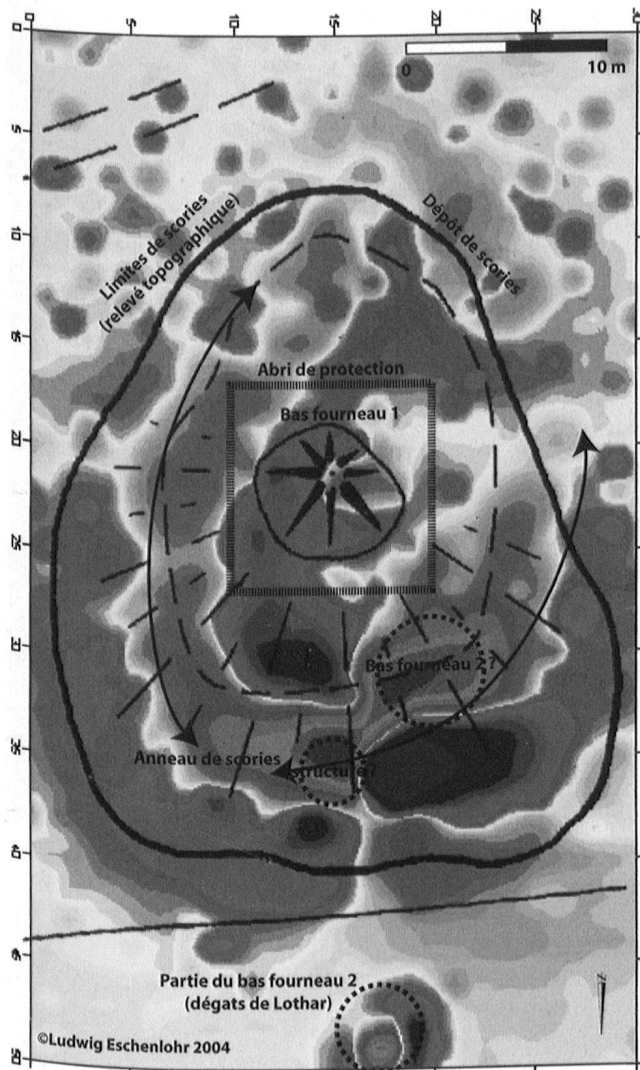


Abb. 4: Lajoux JU, Envers des Combes. Geomagnetischer Plan mit der Angabe der Rennöfen, die unter der Schlackenhalde liegen (Aufnahme 2004).

(Abb. 4). Im Laufe der Grabungskampagne 2006 wurde so ein zwei Meter breiter Schnitt durch die etwa zwei Meter hohe Schlackenhalde angelegt. Es sind dabei etwa 30 m<sup>3</sup> Schlackenmaterial umgelagert und sortiert worden (Abb. 5).

Die Schlackeneinordnung und ihre Mengenermittlung  
Auf einem Werkplatz der Eisenerzverhüttung stellen Schlacken optisch und mengenmässig die grösste Abfallgruppe dar. Bei jedem Verhüttungsvorgang in einem Ofen fallen so mehrere dutzend Kilogramm Schlacken an. Dies führt dazu, dass eine Schlackenhalde, auch wenn sie kleine Ausmasse hat, schnell einige Tonnen Schlacke aufweisen kann.<sup>11</sup>

<sup>5</sup> Vgl. ESCHENLOHR/SERNEELS 1991 (wie Anm. 2.)

<sup>6</sup> Vgl. dazu ESCHENLOHR 2001 (wie Anm. 3) und Ausgrabungen zurzeit im Gange in Büsserach seit 2010 unter Leitung des Autors.

<sup>7</sup> PAUL-LOUIS PELET, Une industrie reconnue: Fer Charbon Acier dans le Pays de Vaud. Cahiers d'archéologie romande 60 (Lausanne 1993).

<sup>8</sup> Die zeitlichen Angaben sind nicht als chronotypologische Ansätze zu verstehen: Ein Ofentyp stellt zu einer gewissen Zeit die technische Antwort auf ein bestehendes Bedürfnis dar. Daraus lässt sich in keinem Fall direkt ableiten, dass z.B. der Rennofen mit doppeltem Belüftungssystem ein frühmittelalterlicher Typ sei.

<sup>9</sup> Siehe dazu ESCHENLOHR 2001 (wie Anm. 3) 48.

<sup>10</sup> Siehe dazu ESCHENLOHR 2001 (wie Anm. 3) 49. Das erste Beispiel wurde von mir nachgegraben. In Lajoux wurde ein Werkplatz in den siebziger Jahren des 20. Jh. durch die Universität Basel ausgegraben: MARCEL JOOS, Ein spätmittelalterlicher Rennofen von Lajoux/JU. Minaria Helvetica (Basel 1994) 53–73. Der dritte Ofen steht im Zentrum dieses Artikels.

<sup>11</sup> Siehe dazu ESCHENLOHR 2001 (wie Anm. 3) 128–129 und Katalog 209–315.



Abb. 5: Lajoux JU, Envers des Combes. Schnitt durch die Schlackenhalde im Sommer 2006.



Abb. 6: Lajoux JU, Envers des Combes. Dunkle, glasig-luftige Verhüttungsschlacken.



Abb. 7: Lajoux JU, Envers des Combes. Dichte, eisenhaltige Reinigungsschlacken.

Zwei grosse Schlackenkat­go­rien lassen sich auf dem Werkplatz von Lajoux unterscheiden. Die Mehrheit – mehr als 70% – besteht aus dunklen glasigen Schlacken, die auch ziemlich luftig sind (Abb. 6). Die Minderheit – in etwa die verbleibenden 30% – wird durch dichte, eisenhaltige Schlacken gebildet (Abb. 7). Der erste Schlackentyp fliesst durch eine Öffnung in der Ofenfront im Laufe des Vorgangs aus dem Ofen heraus in die Arbeitsmulde. Der zweite häuft sich vermutlich im Holzkohlenbett im Inneren der Ofensohle an und wird erst am Ende des Vorgangs aus dem Ofen entfernt.

In der Testzone für die Beprobung wurden etwa 5 Tonnen Schlacken und Erde aus 8 m<sup>3</sup> Schlackenhalde geborgen. Dies ergibt ein Gesamtgewicht von etwas mehr als 600 kg pro Kubikmeter oder von ungefähr 530 kg Schlacken pro Kubikmeter. Dieser Mittelwert liegt deutlich tiefer als derjenige, der für den Werkplatz von Boécourt JU, Les Boulies, hochgerechnet wurde.<sup>12</sup> Dies dürfte

in erster Linie mit der geringeren Dichte der luftigen Schlacken in Lajoux zusammenhängen.

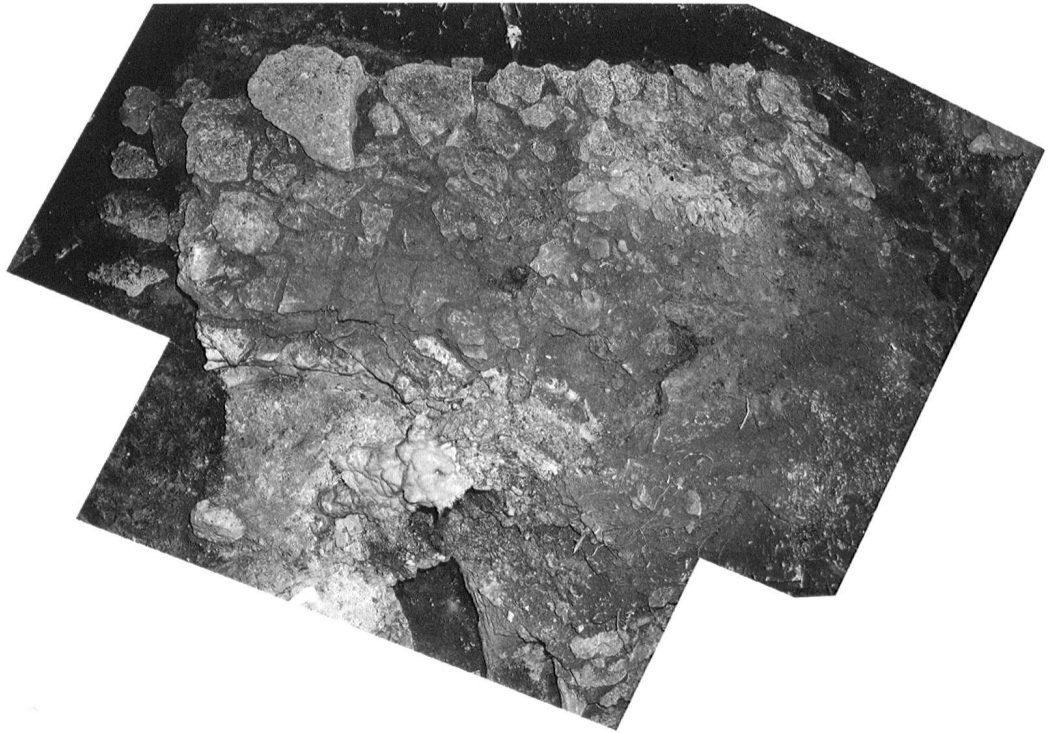
#### Schlackenhalde mit zentralem Ofenhügel

Vor Grabungsbeginn wiesen alle für das Bergbaurevier des zentralen Schweizer Juras verfügbaren Daten darauf hin, dass auf einem solchen Werkplatz mit zentralem «Ofenhügel» im umliegenden Schlackengürtel mindestens einer der Rennöfen in der Mitte dieses Hügels liegt.<sup>13</sup> Das Fallbeispiel von Lajoux JU, Envers des Combes, zeigt aber ein ganz anderes Bild.

#### Der Rennofen

Während der zweiten Grabungskampagne im Sommer 2007 wurde der zentrale «Ofenhügel» freigelegt. Da der Ofen jedoch nicht im Zentrum dieses Hügels zum Vorschein kam, bedurfte es mehr Zeit, um festzustellen, dass diese Anlage in die Nordostecke der Steinanlage zu liegen kommt und sogar noch in diesem Viertel

Abb. 8: Lajoux JU, Envers des Combes. Gesamtaufsicht der Steinplattform; der Rennofen liegt in der linken unteren Ecke.



exzentrisch angeordnet ist (Abb. 8). Auch wenn in der relativ starken Hangneigung der Bau einer Plattform zur Beschickung des Ofens von hinten als sinnvoll erscheint, erstaunen die Ausmasse dieser aus Kalksteinen gebauten Bühne im Verhältnis zu den bescheidenen Massen des Rennofens selber (Abb. 9). Eine zusätzliche Sondierung der Plattform seitlich des Rennofens stellte im Sommer 2008 sicher, dass sich kein zweiter Ofen in oder unter diesem Podest versteckt.

Die Tatsache, dass sich die Ausgrabung auf den im zentralen Hügel gelegenen Ofen konzentriert hat, darf nicht vergessen machen, dass mindestens zwei weitere Öfen im Bereich des Abfallgürtels unter einer grossen Masse von Schlacken liegen. Dies weist darauf hin, dass es sich beim untersuchten Ofen um die zuletzt benutzte Anlage handeln dürfte.

#### Die Arbeitszonen um den Ofen

Vier oder fünf Erzröstfeuer konnten nördlich der Ofenfrontseite leicht hangabwärts dokumentiert werden (Abb. 10). Die Mächtigkeit der holzkohlenhal-

<sup>12</sup> Siehe dazu ESCHENLOHR/SERNEELS 1991 (wie Anm. 2) 99–100.

<sup>13</sup> Siehe dazu ESCHENLOHR 2001 (wie Anm. 3) 63–64.

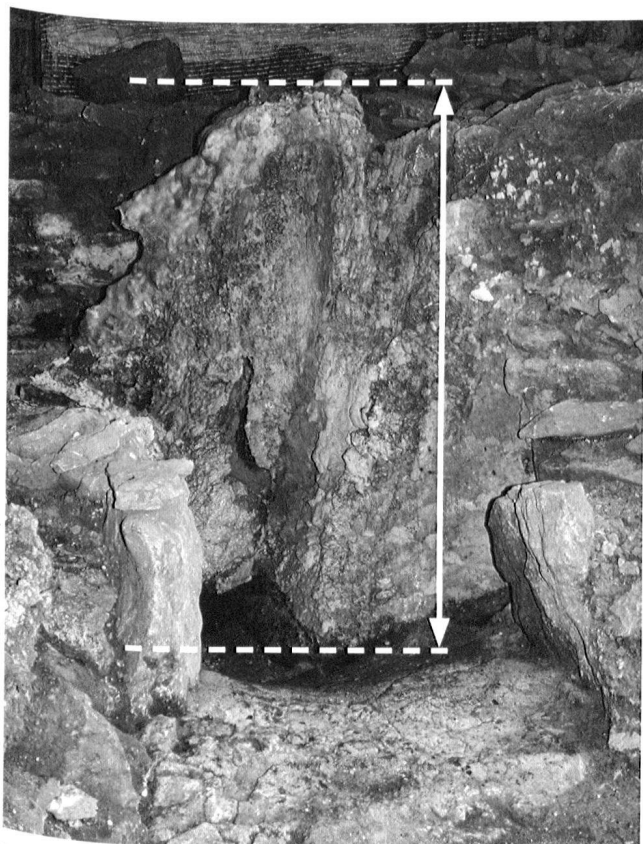


Abb. 9: Lajoux JU, Envers des Combes. Der geschnittene Rennofen in Frontalansicht. Seine erhaltene Höhe beträgt 1,80 Meter (Pfeile).



Abb. 10: Lajoux JU, Envers des Combes. Überblick der Arbeitszone vor dem Ofen mit mehreren Erzröstfeuern.



Abb. 11: Lajoux JU, Envers des Combes. Der vermutliche Ambossstein. Der könnte für ein erstes Reinigen mit einem Holzhammer gedient haben.



Abb. 12: Lajoux JU, Envers des Combes. Eines der drei Eisenobjekte in Fundlage.

tigen Schicht hangaufwärts hinter dem Ofen – welche ebenfalls zahlreiche Bohnerzklumpen aufweist – ist auffällig. Im unmittelbaren Bereich vor der Steinplattform seitlich zum Rennofen konnten drei Gegenstände aus Eisen und ein vermutlicher Ambossstein freigelegt werden (Abb. 11).

#### Erste Analysen zu den Schlacken, Eisen und Holzkohle *Die Schlacken*

Die ersten Erkenntnisse zu den Schlacken zeigen, dass die luftigen, dunkel-glasigen Schlacken sich im Vergleich zum Rohstoff Bohnerz an Chrom und Vanadium anreichern. Dies ist nicht der Fall bei den eisenhaltigen Schlacken: Es darf also postuliert werden, dass diese Abfallkategorie nicht direkt aus dem Verhüttungsvorgang stammt.

Es lässt sich weiter nachweisen, dass die Schlacken aus dem Verhüttungsvorgang mehr Siliziumoxyd, jedoch weniger Eisenoxyd als das Erz enthalten. Diese Information zeigt an, dass beim Verhüttungsvorgang Eisen hergestellt worden ist. Da die eisenhaltigen Schlacken reicher an Eisenoxyd sind als der Rohstoff Bohnerz, kann zudem mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass sie sich während des Verhüttungsvorgangs als Abfall gebildet haben. Sie entstehen also unmittelbar nach der Verhüttung während der ersten Reinigung des Eisenschwammes. Bei diesem Vorgang ging offensichtlich eine



Abb. 13: Lajoux JU, Envers des Combes. Die stärker brandgerötete Zone unmittelbar hinter dem freigelegten Rennofen.

grosse Menge des soeben gewonnenen Eisenschwammes aber wieder verloren!

Zum jetzigen Zeitpunkt darf man davon ausgehen, dass dieses erste Reinigen des Eisenschwammes ebenfalls im Feuer in der Sohle des Rennofens oder unmittelbar davor in der Arbeitsmulde erfolgte.<sup>14</sup>

#### *Das Eisen*

Die chemische Zusammensetzung der eisenhaltigen Schlacken sowie diejenige eines der drei Eisengeräte, die vor Ort entdeckt wurden, ist sehr ähnlich. Dies darf als deutlicher Hinweis gelten, dass diese Werkzeuge aus im Verhüttungssofen gewonnenen Eisen hergestellt worden sind (Abb. 12). Was jedoch noch nicht heissen will, dass diese Eisengeräte auf dem Werkplatz selbst hergestellt wurden. Im bis jetzt ausgegrabenen Teil des Fundplatzes gibt es keinen klaren Hinweis dafür.

#### *Die verwendete Holzkohle*

Eine erste Holzartenbestimmung zu Lajoux JU, Envers des Combes, zeigt, dass Fichte den grössten Anteil hat (etwa 36%), gefolgt von Buche (32%), Weisstanne (29%) und Ahorn (3%). Mit 31 Holzkohlestücken, die damals aus einer tiefen Sondierung in der mäch-

tigen Schlackenhalde geborgen worden sind, war die Probenzahl jedoch ziemlich schwach.<sup>15</sup> Die zusätzliche Bestimmung von nun insgesamt 78 Probestücken verändert dieses erste Ergebnis und bestätigt gleichzeitig die gemachte Einschränkung. Nun liegt die Buche an erster Stelle (37%), vor der Weisstanne (36%), Fichte (26%) und dem Ahorn (1%). Diese Daten entsprechen dem Gesamtbild aller Holzartenbestimmungen im Raume von Lajoux bereits viel mehr: Bei 1210 Probenstücken dominiert die Buche völlig (über 74%), gefolgt von der Weisstanne (15%), Fichte (6%) und dem Ahorn (4%). Selbstverständlich muss angefügt werden, dass aufgrund von besonderen örtlichen Bedingungen zu einem bestimmten Zeitpunkt das Artenspektrum eines Werkplatzes mehr oder weniger stark vom globalen Ergebnis einer ganzen Gegend abweichen kann.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Ihre Morphologie, die unter gewissen Punkten der Kalottenschlacke aus der Reinigungs-Schmiedephase sehr ähnlich sieht, spricht dafür. Zu den Grundbegriffen des Eisenhandwerks vgl. SAGEA und VATG, Grabungstechnik. Erze, Schlacken, Eisen (Basel 1997, 2. überarbeitete Ausgabe).

<sup>15</sup> Siehe dazu ESCHENLOHR 2001 (wie Anm. 3) 35–42 und Katalog 260.

<sup>16</sup> Diese Beobachtung machte ich ebenfalls bereits während meines Forschungsprojektes, insbesondere auf Plätzen, die aus dem Spätmittelalter datieren. Dies erweckt den Eindruck, dass in gewissen «Notsituationen» das verkühlt wurde, was man (noch) zur Verfü-



### *Absolute Datierungen durch C14 und Dendrochronologie*

Anhand der Auswertung von rund hundert C14-Datierungen wurde eine bedeutende und sehr schnelle Zunahme der Werkplatzzahl im Raum des Klosters Bellelay in den östlichen Freibergen ab dem dritten Viertel des 13. Jh. vorgeschlagen.<sup>17</sup> Die ersten dendrochronologischen Datierungen von Holzkohle des Platzes Lajoux JU, Envers des Combes, zeigen nun, dass dieses allgemeine Postulat für die Gegend von Lajoux nuanciert werden muss, auch wenn bereits klar war, dass dieser Werkplatz nicht nur in diese kurze «Boomphase» gehörte, da seine Datierung mittels C14 bei einer Wahrscheinlichkeit von 95% einen Zeitraum zwischen 1276 und 1395 ergab.<sup>18</sup>

Die nachweisbaren Fällphasen, und damit wahrscheinlich die nicht ununterbrochene Funktionsdauer des Werkplatzes, erstrecken sich auf nahezu 150 Jahre, von 1284 bis 1419. Die Anzahl der Fällphasen, zwischen drei und acht, sowie ihre zeitliche Abfolge weisen zusätzlich darauf hin, dass die Waldnutzung ab dem Spätmittelalter auf die grossen Bedürfnisse an Brennstoff durch die Eisenhandwerker abgestimmt wurde. Oder anders gesagt, dass die Handwerker zu dieser Zeit mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen haushalten mussten.

### **Schlussfolgerungen**

Die Präsenz eines einzigen Rennofens in einer Ecke der Plattform, die aus bearbeiteten Kalksteinen, die vor Ort anstehen, gebaut wurde, bleibt bis zu einem gewissen Punkt für den heutigen Beobachter rätselhaft.

Eine ausgedehntere hitzegerötete Zone unmittelbar südlich des ausgegrabenen Ofens lässt vermuten, dass sich vielleicht zwei Öfen gefolgt sind (Abb. 13). Trotzdem wäre die Plattform nur für einen tätigen Ofen erstellt worden.

Woher im Fall von Lajoux der Rohstoff Erz kommt, kann bis jetzt nur vermutet werden. Im Bereich Lajoux gibt es beim heutigen Kenntnisstand keine abbauwürdigen

Erzvorkommen. Dies dürfte wahrscheinlich seit Beginn des Eisengewerbes in den östlichen Freibergen ab dem 11. Jh. der Fall gewesen sein. Aus diesem Grund muss davon ausgegangen werden, dass der Rohstoff Erz aus dem nicht allzu entfernten westlichen Ende des Delsbergerbeckens herbeigeführt wurde.<sup>19</sup>

Dank der zahlreichen und präzisen Erkenntnisse, die die Dendrochronologie an Holzkohle nun liefert, beginnt man zu erahnen, wie die Verwaltung des Waldbestandes durch die Eisenhandwerker des Spätmittelalters erfolgte. Dieser Ansatz sollte nun zumindest anhand dendrochronologischer Untersuchungen anderer Fundplätze in der Gegend von Lajoux vervollständigt werden.<sup>20</sup>

Es darf mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass das Metall, aus dem die Werkzeuge hergestellt wurden, in einem der Rennöfen des Werkplatzes produziert worden war. Es fällt auf, dass diese Werkzeuge aus dem 14. Jh. denen in Larousse Universel am Ende des 19. Jh. ähnlich sehen. Dies unterstreicht, falls dies nötig ist, dass Metallobjekte sehr langlebig sein können, insbesondere Werkzeuge.

Schliesslich erlaubt eine erste Einschätzung nachzuweisen, dass Eisen produziert wurde, obwohl bei der unmittelbar nachfolgenden Reinigung des Eisenschwammes ziemlich viel von diesem Metall bereits wieder verloren ging. Dies bestätigt auch ein erster Eindruck der Eisenproduktion in der Region Lajoux, der aufgrund von Beobachtungen von mehreren prospektierten Werkplätzen entstand. Man findet nämlich regelmässig teilweise reduziertes Erz auf Fliessschlacken, was noch für einen anderen, nicht unbedeutenden Verlust an Rohstoffen – vor allem Erz – im Prozessvorgang spricht. Dies steht im Gegensatz zur Handhabung auf frühmittelalterlichen Werkplätzen, wo sorgfältig mit Rohstoffen und wiederverwendbarem Abfall umgegangen wird (z.B. Boécourt JU, Les Boulies). Diese Feststellung erweist sich als paradox, wenn man bedenkt, dass das Bohnerz für die Verwendung im Raum Lajoux von weiter herangeführt werden musste.<sup>21</sup>

Wie bereits gesagt, gilt es nun, weitere Daten aus ähnlichen Fundplätzen im Bereich des Einflussgebietes des Klosters Bellelay zu sammeln, um die eisengewerblichen Tätigkeiten, die praktisch keine schriftlichen Spuren hinterlassen haben, besser zu erfassen, insbesondere in ihrer räumlichen und zeitlichen Organisation: In welchem Rhythmus wird ein Werkplatz benutzt, aufgegeben und wieder benutzt? In welcher Distanz findet sich der nächste Werkplatz, der in der Folge wieder aufgenommen wird? Können eigentliche Arbeitszyklen in diesem Kleinraum nachgewiesen werden?

Mit nahezu 60 lokalisierten Verhüttungsplätzen in 16 km<sup>2</sup>, einer Gesamtbenutzungsdauer von etwa 500 Jahren und einer mengenmässigen Konzentration – ungefähr zwei Drittel der Plätze – auf etwa 200 Jahre vereinigt der Raum Lajoux in den östlichen Freibergen auf einzigartige Weise mehrere Voraussetzungen, um in der Erforschung der hoch- und spätmittelalterlichen Eisenerzverhüttung weiterhin neue Erkenntnisse zu liefern.

Es kann so mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass vor dem Jahr 1000 keine Verhüttung im Bereich der östlichen Freiberge erfolgte und dass die Tätigkeit der handwerklichen Eisenherstellung – mit Ausnahme einzelner «Schwarzbrenner» – mit dem Aufkommen der Hochöfen im Delsbergerbecken ums Jahr 1500 spätestens eingestellt worden ist.

Viele dieser Werkplätze, wie zum Beispiel derjenige von Lajoux JU, Envers des Combes, sind heute noch gut erhalten und weisen – für einen handwerklichen Betrieb – beträchtliche Ausmasse auf. Ihre Unterschutzstellung und weitere Erforschung ohne totale Zerstörung, das heisst Ausgrabung, sollte in nächster Zukunft ins Auge gefasst werden, damit ein in der jurassischen Bevölkerung noch sehr lebendiges Erbe weiterhin entdeckt und erhalten werden kann.

## Résumé

Après d'intenses travaux de recherche dans le Jura central suisse (cantons du Jura et de Berne), menés depuis le début des années nonante du XX<sup>e</sup> siècle, de nombreuses découvertes ont pu être faites sur la sidérurgie ancienne. Les nouveaux résultats ont, à leur tour, fait surgir d'autres questions, qui ont conduit à de nouveaux projets de recherche.

Au cours d'une campagne de fouille en 2006, à Lajoux JU, dans les Franches-Montagnes orientales, une coupe de deux mètres de large à travers l'amas de scories d'environ deux mètres de haut a été pratiquée au cœur de l'atelier métallurgique. Près de 30 m<sup>3</sup> de scories ont été déplacés et triés. On distingue deux grandes catégories de scories. La majeure partie – plus de 70% – se compose de scories de réduction, assez aérées. La plus faible part – soit les quelque 30% restants – est formée de scories denses riches en fer.

Avant le début des fouilles, toutes les données disponibles sur les sites métallurgiques situés dans le Jura central suisse indiquaient que, dans un tel atelier sidérurgique, caractérisé par un amas de scories en anneau avec, en son centre, un bas fourneau, au moins un des bas fourneaux devait se trouver dans une position centrale. L'exemple de Lajoux révèle une image différente: le bas fourneau est placé en périphérie d'une plateforme aménagée sur le versant.

La détermination des essences de bois révèle la dominance de hêtre (plus de 74%), suivie de sapin blanc (15%), d'épicéa (6%) et d'érable (4%). Les datations dendrochronologiques de charbon de bois montrent que l'atelier métallurgique a fonctionné entre 1284 et 1419, pendant près de 150 ans. Dans le cas de Lajoux, la provenance du minerai ne peut être que supposée. En effet, en l'état des connaissances actuelles, il n'existe pas, dans les environs de Lajoux, de gisement de minerai exploitable. Aussi, nous devons partir du principe que le minerai était acheminé depuis l'extrémité ouest du Bassin de Delémont, qui n'est pas trop éloigné.

Aux environs de Lajoux, près de 60 ateliers de réduction sont localisés dans un rayon de 16 km<sup>2</sup>; ils représentent une durée d'exploitation totale de près de 500 ans même si deux tiers d'entre eux ont fonctionné dans un intervalle de 200 ans. Vu ces conditions exceptionnelles, il est probable

<sup>17</sup> Siehe dazu ESCHENLOHR 2001 (wie Anm. 3) 92 und 153–157.

<sup>18</sup> Die Dendrodatierungen erfolgten im Dendrolabor des Archäologischen Dienst des Kantons Graubünden (Trivun Sormaz).

<sup>19</sup> Dies stimmt mit einem bereits durch Auguste Quiquerez formulierten Postulat überein, das besagt, dass das Erz zum Rohstoff Holz geführt wird und nicht umgekehrt. AUGUSTE QUIQUEREZ, De l'âge du Fer. Recherches sur les anciennes forges du Jura bernois (Porrentruy 1866).

<sup>20</sup> Erfahrungsgemäss ist eine übereinstimmende Indizienkette, die auf einem interdisziplinären Ansatz beruht, aussagekräftiger als ein Datensatz aus einer einzigen Forschungsrichtung. Die dendrochronologischen Untersuchungen sollten so durch zusätzliche Holzartenbestimmungen und Pollendiagramme ergänzt werden.

<sup>21</sup> Siehe dazu weiter oben.

que de nouvelles données sur la sidérurgie du Plein Moyen Age et du Bas Moyen Age seront obtenues grâce à la poursuite des recherches dans cette région.

Sandrine Wasem (Thoune) / Ludwig Eschenlohr (Porrentruy)

## Riassunto

A partire dagli inizi degli anni novanta del XX secolo, grazie ad un intenso lavoro di ricerca svolto nella parte centrale del Giura svizzero (cantoni Giura e Berna), è stato possibile acquisire una moltitudine di nuove conoscenze nel campo della siderurgia medievale. I risultati emersi sollevarono anche nuove domande, che a loro volta funsero da appiglio per nuovi criteri di ricerca.

Nel sito archeometallurgico di Lajoux JU, durante la campagna di scavo del 2006, fu scavata una trincea larga due metri attraverso un ammasso di scorie di forgia spesso due metri. All'occasione sono stati spostati e smistati all'incirca 30 m<sup>3</sup> di scorie di forgia. Il materiale rinvenuto si lascia suddividere in due categorie di scorie. La categoria predominante, più del 70%, è composto da scorie vetrose di tonalità scura, la cui superficie è porosa. La rimanente, all'incirca un 30%, è composta da scorie compatte e ferrose.

Prima dell'inizio degli scavi, i dati disponibili sui siti metallurgici situati nella parte centrale del Giura svizzero indicavano che solitamente in una tale area di lavorazione, caratterizzata da ammassi di scorie, almeno una fornace era situata in una posizione centrale e «sommitale» della collina. Tuttavia l'esempio di Lajoux non rispetta questi criteri: la fornace si ergeva sul pendio della collina, su di una piattaforma sporgente.

Tra i tipi di legno riscontrati predomina il faggio (oltre il 74%), seguito dall'abete bianco (15%), ed infine dall'abete rosso (6%) e l'acero (4%). Le datazioni dendrocronologiche del carbone di legna hanno permesso di stabilire che l'area in questione è stata utilizzata all'incirca per 150 anni, ovvero sia nel periodo tra il 1284 ed il 1419. Per quanto concerne la provenienza della materia prima ovvero del minerale ferrifero utilizzato a Lajoux vi sono solo alcune supposizioni, poiché allo stato attuale delle conoscenze nella zona suddetta non si sono riscontrati giacimenti metalliferi degni di essere sfruttati. Per questa ragione si può supporre che la materia prima utilizzata a Lajoux provenga dal limite occidentale del bacino di Delémont.

In un'area di 16 km<sup>2</sup> sono stati localizzati approssimativamente 60 siti metallurgici. L'utilizzo complessivo comprende un periodo di circa 500 anni, mentre la concentrazione riguardante il numero dei siti, all'incirca due terzi, per 200 anni.

Pertanto l'area di Lajoux, situata nelle Franches Montagnes orientali, fornisce in maniera ottimale i presupposti ideali per la ricerca nel campo della riduzione di minerali di ferro nel Medioevo, premesse essenziali per indagini future.

Christian Saladin (Basilea/Origgio)

## Resumaziun

A basa da perscrutaziuns intensivadas dapi l'entschatta dals onns 1990 èsi stà pussaivel da sa far ina buna idea da la siderurgia tempriva en il Giura Svizzer Central (chantun Giura e chantun da Berna). Ils novs resultats han era provocà novas dumondas che dattan puspè novs impuls a la perscrutaziun.

En il decurs da la champagna d'exchavaziun il 2006 sin la piazza da Lajoux JU han ins fatg in tagl d'ina larghezza da dus meters tras la spunda da luadiras che aveva in'auetezza da var dus meters. Var 30 m<sup>3</sup> material da luadiras èn vegnids spustads e zavrads. Ins po distinguer tranter duas categorias principalas da luadiras. La maioritad – passa 70% – consista da luadiras stgiras vaidradas ch'èn era vaira luccas. La minoritad – pia circa ils 30% che restan – sa cumpona da luadiras cumpactas che cuntengnan fier.

Avant las exchavaziuns han tut las datas disponiblas per il revier da minieras dal Giura Svizzer Central inditgà ch'ina tala piazza da lavur cun ina collina da furn amez las spundas da luadiras disponia d'almain in furn a chava en il center da questa collina. L'exempel da Lajoux mussa in maletg dal tuttafatg different: il furn a chava era situà a l'ur d'ina plattform che vargava or da la spunda.

La classificaziun da las spezias da lain mussa ina dominanza dal fau (passa 74%), avant l'aviez (15%), il pign (6%) e l'ischi (4%). Las dataziuns dendrocronologicas dal charvun da lain inditgeschan in'utilisaziun da questa piazza da lavur durant bunamain 150 onns tranter il 1284 ed il 1419. Davart l'origin dal mineral metallic a Lajoux pon ins mo specular. Tenor quai ch'ins sa oz na datti en il conturn da Lajoux numadamain nagins giaschaments da minerals metallics profitabels. Il pli probabel deriva questa materia prima da l'ur occidental dal batschigl da Delémont, in lieu betg uschè lontan da Lajoux.

Cun bunamain 60 plazzas localisadas per l'elavuraziun da metals sin ina surfatscha da 16 km<sup>2</sup>, ina durada d'utilisaziun totala da var 500 onns ed ina concentraziun quantitativa – circa dus terzs da las plazzas – en in interval da 200 onns, ademplescha la zona da Lajoux en las Franches Montagnes Orientalas a moda singulara pliras premissas per furnir vinavant novs detagls a la perscrutaziun da l'elavuraziun da fier dal temp autmedieval e tardmedieval.

Lia Rumantscha (Cuira/Chur)

### Abbildungsnachweise:

2: OCC/SAP

Die übrigen Bilder stammen vom Verfasser

### Adresse des Autors:

Ludwig Eschenlohr  
Jonnières 11  
2900 Porrentruy  
ludwig.eschenlohr@bluewin.ch