

MICHEL MANGIN (Hrsg.), La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen. Archéologie et archéométrie. Actes du Colloque de Besançon, 10–13 novembre 1993. Annales littéraires de l'Université de Besançon 536. Diffusion Les Belles Lettres, Paris 1994. ISBN 2-251-60-536. 424 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen.

Tagungsbände gehören mittlerweile zum festen Bestand des Fachschrifttums. Über Für und Wider dieser Literaturgattung läßt sich streiten. Der Nutzen von Konferenzbänden ist jedoch dann gegeben, wenn konsequent ein bestimmtes Thema – sowohl bei der Tagung selbst, wie auch in der nachfolgenden Veröffentlichung – behandelt wird. Dies trifft ohne Einschränkung für den hier zu besprechenden Band zu. Die frühe Eisenmetallurgie Ostfrankreichs wurde von den Veranstaltern geschickt und logisch in einen gesamteuropäischen Zusammenhang eingefügt. Eine zu regionale Themenbeschränkung wurde zum Nutzen der Tagung selbst, wie auch der gedruckten Referattexte, vermieden. Der mit Anhang 424 Seiten starke Band gliedert sich – nach Vorwort, Einleitung und einem Resümee der ostfranzösischen Forschungsaktivitäten von 1981–1993 durch den Organisator und Herausgeber Michel Mangin und seine Kollegen Alain Ploquin, Philippe Fluzin sowie Claude Forrières – in folgende Sektionen: 1.) Archäometrie / Methoden, 2.) Erzreduktion und Schmieden, 3.) Regionalbeiträge, 4.) Umwelt, Ökonomie und Gesellschaft und 5.) Poster.

In Sektion 1 berichten M. Leroy et al. über die gallo-römische Eisengewinnung in Lothringen aus calcium- und phosphorreichen Minette- und oberflächennahen Reicherzen (sog. „fer-fort“). Schlackenanalysen, Mineralbestimmungen, Phasendiagramme, Karten und Zeichnungen von drei ausgegrabenen Ofenresten entsprechen der inzwischen bei der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Archäologen und Naturwissenschaftlern zur Norm gewordenen Charakterisierung von Schmelzplätzen und deren Relikten. Die Schlackenanalysen erlauben Rückschlüsse auf die an den verschiedenen Schmelzplätzen verwendeten Erztypen. – C. Jarrier befaßt sich in ihrem Beitrag mit den bekannten römischen Rennöfen von Martys aus dem 1. Jh. v. Chr. und ergänzt die Monographie über Martys von C. DOMERGUE u. A. („Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noir. Le domain des Forges [les Martys, Aude]. Rev. Arch. Narbonnaise. Suppl. 27 [Paris 1993]). Ihre Beobachtung, daß Schlacken mit nennenswertem Magnetitgehalt auf den Einfluß höherer Sauerstoff-Partialdrucke schließen lassen, ist allgemein gültig und beschränkt sich nicht auf die Eisenerzverhüttung nach dem direkten Verfahren. – Das im polnischen Heiligkreuz-Gebirge gelegene, berühmte Eisengewinnungszentrum verdankt seine Entdeckung und Beschreibung K. Bielenin, einem Pionier und Altmeister der Eisenforschung. Er beobachtete ein bisher nur hier gefundenes, schlackenähnliches Material, das er „grapie“ (Singular: „grap“, ausgesprochen „gromp“) nannte. E.-M. Nosek hat diese Abfälle untersucht. Sie enthalten viele Stufen und Übergänge der im Eisen-Kohlenstoff-System vertretenen Phasen. – Die inzwischen recht umfangreiche Serie von Studien zur Schlackencharakterisierung hat V. Serneels um eine weitere vermehrt. Auch von ihm werden Schlacken als wichtige Prozeßindikatoren gewertet. – Den Prototyp einer noch weiter zu entwickelnden Datenbank zur Computer-Erfassung von archäologischen und analytischen Angaben zum Thema „Frühe Eisenverhüttung“ stellt A. Ploquin vor.

In Sektion 2 werden, ohne erkennbaren thematischen Unterschied zu den Sektion 1, 3 und 4, weitere Eisenschmelzplätze und -regionen beschrieben. J.-D. Paul et al. führen in das kleine Revier von Briaucourt-Conflans-sur-Lanterne (Haute-Saône) ein, in dem vom Mittelalter bis ins 19. Jh. produziert wurde. – Die Hütten Les Clérimois (Yonne) aus dem 4.–5. Jh. n. Chr. wurden von C. Dunikowski / S. Cabboi ausgegraben. Sie werden in einem gut illustrierten Bericht hier erstmalig vorgestellt. – Im Gebiet von Paimport (Ille-et-Vilaine) wurden 150 Eisenschmelzplätze entdeckt. Einen ersten Survey-Bericht legt G. Larcher vor. – Die schon an verschiedenen Stellen publizierten Arbeiten von L. Knau / M. Sönnecken über den

Floßofen auf dem Talboden der Jubach-Talsperre bei Altena / Lüdenscheid (ehemalige Grafschaft Mark) werden in diesem Band zusammen mit einem Exkurs über die Entwicklung vom Rennfeuer zur Massenhütte wiederholt. – Mineralogisch-chemische Untersuchungen von Schlacken aus der Via Moneta im Stadtgebiet von Mailand sind das Thema eines Kurzberichts von M. Tizzoni. In einer stratigraphischen Abfolge vom 1. Jh. v. Chr. bis zum 1. Jh. n. Chr. wechseln hier Eisen- und Kupferverhüttungs-Schlacken miteinander ab. – Eine kurze archäologische Bestandsaufnahme über Ofenreste etc. aus Chartres liefert E. Pigeau. – Gebäudefundamente verschiedener, römischerzeitlicher Schmiedeplätze in Belgien erwähnen S. Mathieu et al. – Im römischen Gutshof von Biberist-Spitalhof im Schweizer Kanton Solothurn glaubt die Ausgräberin C. Schucany Vorläufer eines Wassertrömmel-Gebläses erkannt zu haben, das zum Betrieb einer Schmiede gehört haben kann. Der ausführlich dokumentierte archäologische Befund verdient Beachtung und rechtfertigt weitere Bemühungen, weil unsere Kenntnis über Maschinen im römischen Bergbau und Hüttenwesen noch sehr unvollständig ist. – Einen Beitrag zum experimentellen Nachvollzug der direkten Eisenerzeugung in Rennfeueröfen vom Heilig-Kreuz-Gebirge-Typ (Schlackengrube mit aufgesetztem, freistehenden Schacht, ähnlich dem Typ Joldelund) bringt P. Andrieux. Erfahrungen aus Versuchsabläufen während der vergangenen 15 Jahre machen – erwartungsgemäß – die komplexe Wechselwirkung zahlreicher Parameter deutlich. Erklärtes Ziel des Bearbeiters ist die exakte Rekonstruktion der Ofengeometrie. – Eine weitere Arbeit über experimentelle Forschungen zum frühen Eisenschmelzen, die sich allerdings in längst Bekanntem erschöpft, stammt von A. Faivre. – Über ihre seit zehn Jahren betriebenen und an anderer Stelle (P. CREW, The Experimental Production of Prehistoric Bar Iron. *Journal Hist. Metallurgy* 25, 1991, 21–36) ausführlich beschriebenen Experimente zur Herstellung von Eisen-Stabbarren im Snowdonia-Nationalpark in Wales publizieren P. Crew / S. Crew im Tagungsband eine Tabelle mit Begleittext.

Die Sektion 3 beinhaltet weitere regionale Überblicke zum Thema „Frühes Eisen“. Für das Einleitungsreferat und -kapitel „Early Bloomeries in Central Europe“ konnte Radomir Pleiner gewonnen werden. Seine Erfahrungen und Kenntnisse auf diesem Gebiet faßt der Autor souverän in seinem Aufsatz zusammen, der mit Berechtigung am Anfang des Tagungsbandes hätte stehen können. – Die Frage „Reduktions- oder Schmiedebereich“ haben H. Laurent et al. als Überschrift für ihren Beitrag über die Region Franche-Comté gewählt. Umfangreiche Eisenproduktion, vor allem während des 18. Jahrhunderts, hat über 200 Schlackenplätze hinterlassen. Die Studie beschäftigt sich vornehmlich mit der Frage: Liegen an den einzelnen Fundplätzen primäre Schmelz(=Verhüttungs)-Schlacken oder sekundäre Schmiedeabfälle vor? Die herausgestellten Unterscheidungskriterien sind von genereller Bedeutung. – Einen Grabungsbericht über ihre Arbeiten im Gebiet Moyeuivre (Moselle) – Avril (Meurthe-et-Moselle) legen B. Hamon et al. vor, der ohne Analysen usw. allerdings nur wenig auszusagen vermag. – Ebenfalls vorläufig sind die Beobachtungen von J.-M. Bordeloup über mittelalterliche Eisenmetallurgie im Forêt d'Allogny (Cher). – Über die aus dem antiken Schrifttum bekannte Provinz *Bituriges Cubi* (um die heutige Stadt Bourges) hat F. Dumasy eine auf Quellenstudium und archäologischen Befunden basierende, lesenswerte Studie verfaßt, in der die wahrscheinliche Lage von noch nicht entdeckten Verhüttungsplätzen und Produktionszentren plausibel gemacht wird. – Der Schweizer Zentraljura (Kantone Jura und Bern) als eisenproduzierende Region soll nach L. Eschenlohr durch neue Forschungsprojekte speziell in archäometallurgischer Hinsicht erschlossen werden, wobei auf Vorarbeiten aus dem 17. Jh. aufgebaut werden kann. – Im schwäbischen Jura (Schwäbische Alb) sind dagegen umfangreiche Arbeiten zum Eisenerzbergbau und zur Verhüttung abgeschlossen worden. Beginnend in der La Tène-Zeit und fortgesetzt bis ins 11.–12. Jh. n. Chr. sind montanistische und metallurgische Tätigkeiten erkannt und von M. Kempa / Ü. Yalçın hier nochmals zusammenge-

faßt worden. Wichtige Erkenntnis ist, daß in den Schachtöfen bei Metzgingen bereits im Mittelalter ein stark aufgekohltes Eisen (Gußeisen?) erzeugt wurde. Die Schlacken aus diesen Öfen ähneln modernen Hochofenschlacken. – Im Lahn-Dill-Gebiet ist in einem ebenfalls beendeten Vorhaben umfangreiche vorneuzeitliche Rennfeuer-Eisenverhüttung nachweisbar. Schlackenchemismus und -phasenbestand in Materialien von Fundplätzen in dieser Region erläutern und illustrieren A. Kronz / I. Keesmann. – Die mengenmäßig bedeutende Eisengewinnung in Norddeutschland – beginnend im 5. Jh. v. Chr. und bis ins 5. Jh. n. Chr. reichend – basierte auf Raseneisenerz als Rohstoffbasis und bediente sich einer Ofenkonstruktion, die als Joldelund-Typ (550 Öfen und 5 Schmieden) Eingang in das Fachschrifttum gefunden hat. H. Jöns befaßt sich mit dieser den Eigenbedarf weit übersteigenden Produktion und macht durch instruktive Zeichnungen den Verfahrensablauf in Joldelund-Öfen anschaulich. – K. Bielenin, der Senior der polnischen Eisenforschung (Heilig-Kreuz-Gebirge), greift in seinem Beitrag die Verbreitung der Kuppel-Rennöfen vom Burgenland-Typ auf. Dieser latènezeitliche Ofentyp war ursprünglich im südlichen und mittleren Europa beheimatet, nicht jedoch südlich der Donau. Der Nachweis dieser Konstruktion im Burgenland hat das Verbreitungsgebiet der Kuppel-Rennöfen beträchtlich erweitert. Die exakt dokumentierten Maße von 23 ausgegrabenen Öfen geben eine gute Vorstellung von diesem auch prozeßtechnisch offenbar sehr wirksamen Bautyp. – In Belgien haben nach P.-P. Bonenfant / P. Defosse im Südosten von Brüssel Ausgrabungen von gallo-römischen Rennöfen begonnen. Erste Ergebnisse werden vorgestellt. – Die frühe Eisenproduktion in den Niederlanden ist das Thema eines Referats von I. Joosten / M. van Nie. Trotz früher latènezeitlicher Anfänge erlangte diese Industrie erst im 3. und 4. Jh. n. Chr. Bedeutung. Öfen mit Schlackenegrube sind auch hier verbreitet. Aus Schlackenanalysen kann auf die Art der verhütteten Erze geschlossen werden, wie Sumpferz oder Raseneisenerz, manganhaltige „Klappersteine“ („rattle stones“, „pierre d'aigle“) und Limonit. Bei Experimenten in Ofenrekonstruktionen (Dalfen-Zwillingsöfen) wurden nicht nur Temperaturen, sondern auch Gaszusammensetzungen gemessen. Diese Praxis sollte auch bei anderen Experimentatoren Schule machen! – Norwegen als Eisenerzeugungsland von 300 v. Chr. bis 1800 n. Chr. ist Gegenstand einer Übersicht von A. Espelund. – Schlackenrubenöfen in großer Zahl (2800!) bestätigen eine bedeutende Eisenproduktion in Dänemark, deren Blütezeit vom 2. Jh. v. Chr. bis zum 7. Jh. n. Chr. reichte. Aus dieser Periode sind inzwischen über 60 Produktionsstätten nachgewiesen worden. Erste Ausgrabungen einer eisenzeitlichen Siedlung inmitten einer der Verhüttungsdistrikte sind, wie O. Voss hervorhebt, 1994 begonnen worden.

Sektion 4 beginnt mit einem Beitrag von C. Dubois et al. über die französischen Pyrenäen (Ariège), in dem die Waldnutzung zur Herstellung von Holzkohle mit früher Metallurgie in Verbindung gebracht wird. Das 1988 begonnene interdisziplinäre Forschungsvorhaben hat Meilerplätze erfaßt, Pollenanalysen durchgeführt und eine bis in die Antike zurückreichende Eisenerzverhüttung registriert. Endgültige Erkenntnisse zur Boden- und Waldnutzung erfordern noch weitere Untersuchungen. – Die Erzversorgung für die Hütten von *Argentomagus*, einer kleinen römischen Stadt an der Creuse (Zentralfrankreich), hat N. Dieudonné-Glad untersucht und Vorkommen im Umkreis von 20 km als Zulieferer wahrscheinlich gemacht. – Nur in einer halbseitigen Notiz behandelt P. Benoît ein interessantes Thema über die Eisengewinnungspraktiken der Zisterzienser. Er bezieht sich dabei ausschließlich auf Textüberlieferungen. – Alle derzeit erfaßten Informationen über Eisenbarren aus der La Tène- und römischen Kaiserzeit werden von C. Doswald einer kritischen Betrachtung unterzogen, wobei folgende Aspekte besonders herausgestellt werden: Technik der Barrenherstellung, Prozeßabläufe, Typologie, Datierung und räumliche Verbreitung. Überlegungen gelten ferner der wirtschaftlichen Bedeutung der Eisenbarren innerhalb der gesellschaftlichen Gruppen, die sie erzeugten, horteten und mit ihnen handelten. – Zum gleichen Thema der

„currency bars“, diesmal räumlich bezogen und beschränkt auf Großbritannien, äußert sich P. Crew. 1500 Barren wurden hier bisher gefunden, die sich in 20 Typen unterteilen lassen. Es bestehen deutliche Beziehungen zwischen Länge, Gewicht, Form und Zusammensetzung innerhalb der einzelnen Gruppen. Das sich aus diesen Betrachtungen ergebende Bild ist weit komplexer als bis dato angenommen wurde. – Noch einmal wird in einem Beitrag von S. Orzechowski das Eisenverhüttungszentrum des Heilig-Kreuz-Gebirges behandelt. Mit seinen 420 000 Schmelzöfen, auf 6000 Batterien verteilt, stellt diese Region den unbestrittenen Superlativ der frühen Rennfeuertechnologie dar. Die Erzversorgung aus der Rudi Mine, jedoch nicht ausschließlich aus diesem Vorkommen, und der Holzkohlebedarf (geschätzter Holzeinschlag zwei Millionen Tonnen) werden ebenso diskutiert wie die Betriebsweise von Öfen in Hanglage mit natürlichem Zug. Siedlungen, Chronologie der Produktion (2. bis 3. Jh. n. Chr.), gesellschaftlicher Hintergrund und wirtschaftliche Organisation des einmaligen frühen Eisenzentrums werden die Forschung auch noch in Zukunft beschäftigen. – Über die frühe, auf Eisengewinnung basierende Industrialisierung Schwedens hat sich G. Magnusson in seinem Beitrag konzentriert. Er befaßt sich vornehmlich mit der mittelalterlichen Entwicklung, in der sich die neue Gruppe der Bergwerksbesitzer und Unternehmer als einflußreiche Schicht zu etablieren beginnt. Am Beispiel des Industriereviers von Lapphyttan wird der Verbund aus Bergwerk und Hütte vorgestellt, eine die Entwicklung der schwedischen Industriegesellschaft prägende Verbindung. – Eisen in der Schweiz, als abschließender Beitrag in dieser Sektion, wird von P.-L. Pelet als ein zukünftiges Forschungsthema umrissen.

In Sektion 5 werden die anlässlich der Tagung präsentierten Poster erläutert: Eine Karte Frankreichs mit den antiken und mittelalterlichen Eisenproduktionsstätten; Eisenschmelzplätze und -hüttenbezirke in der Schweiz vor Einführung von Hochöfen; die Eisenerzbergwerke von Holthann, Bezirk Neuenberg, Sainte-Marie-aux-Mines in den Vogesen sowie die Minen von Fallon und Rougemontot, nördlich von Besançon, beide abgebaut im 17. Jh. – Ein nützliches Schlag- und Stichwortverzeichnis beschließt den Text.

Auf der Umschlagseite des Tagungsbandes ist die Mikroaufnahme einer Eisenschlacke mit charakteristischen Wüstit-Dendriten mit dem Foto eines ausgegrabenen Schmelzofens kombiniert. Dadurch werden die Disziplinen charakterisiert, welche die Archäometallurgie kennzeichnen: Geisteswissenschaften – hier vertreten durch die Feldarchäologie – und Naturwissenschaften mit ihren analytischen Möglichkeiten. Diese Symbiose ist nur in wenigen Artikeln des Buches erkennbar. Die archäologischen Beiträge behandeln durchweg gut dokumentierte Grabungen und Surveys, wenn man von etlichen überflüssigen, kontrastarmen Fotos absieht. Wo Berichte durch Analysen von Funden, hauptsächlich von Schlacken und Erzen, ergänzt werden, sind solche Zusatzinformationen willkommen und haben ihre Berechtigung. Sie ergänzen die archäologischen Aussagen und Befunde. Wenn allerdings aus vermeintlichen Gründen der Anschaulichkeit Analysenwerte in Dreiecken dargestellt und diese dann als Phasendiagramme ausgegeben werden, so belegt dies einen Mangel an Verständnis oder – wahrscheinlicher – eine fehlende Zusammenarbeit zwischen den oben genannten Disziplinen. Es ist auch einer sowohl archäologisch wie technisch-naturwissenschaftlich orientierten Leserschaft nicht zuzumuten, wenn bei der Beschreibung von Schlackenbestandteilen Details ausgebreitet werden, die für einen ganz anderen Spezialistenkreis von Belang sein können. Was soll z. B. ein nicht kristallographisch vorgebildeter Leser mit der unterschiedlichen Kationenbesetzung im Kristallgitter des ausgefallenen Minerals Rhönit, $\text{Ca}_4\text{Fe}^{2+}_9\text{Fe}^{3+}\text{AlTi}[\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{40}]$, anfangen? Muß man immer alles schreiben, was man weiß?

Nachhaltige Kritik ist an nahezu allen Beiträgen zu üben, die sich mit der Prozeßtechnik der Eisenverhüttung – sowohl interpretierend wie durch experimentellen Nachvollzug – befassen. Das schlecht kopierte und verschwommen gedruckte Ellingham-Diagramm auf S. 27 der Einleitung entbehrt jeder Aussagekraft, zumal auch eine verständliche Deutung fehlt. Diese

für das theoretische Verständnis pyrometallurgischer Verfahren so entscheidende Graphik erfüllt hier in Gesellschaft winziger Darstellungen über Eisen-Sauerstoff-Gleichgewichte eine bloße Alibifunktion. Die Gewinnung des Eisens nach dem direkten Verfahren folgt Naturgesetzen, die in der Frühzeit ebenso gültig waren wie sie es heute sind. Man kann versuchen, sich ohne Rückgriff auf den heutigen Kenntnisstand in die Vorstellungs- und Arbeitswelt unserer Vorfahren zu versetzen und nach dem „trial-and-error“-Prinzip mühsame, zeitraubende und oft frustrierende Versuche anzustellen und daraus zu lernen. Anzunehmen, daß in ein paar sommerlichen Schmelzexperimenten der große, nur mündlich überlieferte und verlorengegangene Erfahrungsschatz früher Hüttenleute erworben werden kann, grenzt an Vermessenheit. Unser heutiger Stand der Eisenhütten-technik – einschließlich der grundlegenden und gründlichen Studien zum Rennfeuerprozeß – könnte eine solide Basis für alle experimentellen Vorhaben liefern. Vergeblich sucht man in den Literaturhinweisen der Autoren des Tagungsbandes, die sich mit Schmelzversuchen abgegeben haben, nach Namen wie Beck, Bogdany, Gilles, Horstmann, Johannsen, Karsten, Morton/Wingrove, Neumann, Oelsen, Osann, Percy, Schaaber, Schenck, Schulz, Schürmann (immerhin in einem Beitrag erwähnt!), Schuster, Tylecote, Wynne/Tylecote usw. Es fällt auf, daß die Forschungen zur frühen Eisengewinnung in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts maßgeblich von Fachleuten der Eisenhüttenkunde gefördert wurden. Dank ihrer Ausbildung und Erfahrung brachten sie die Voraussetzungen mit, ohne welche die elementaren Grundlagen der extraktiven Metallurgie (Thermodynamik, Reaktionskinetik, Wärmekunde, Lehre von den Phasengleichgewichten, Redox-Verhältnisse usw.) nicht verstanden, geschweige denn experimentell nachzuvollziehen sind. Zugegeben, eine Eisenluppe läßt sich in einem einfachen (bewußt sei das Adjektiv „primitiv“ vermieden) Herd oder Schachtofen herstellen, vor allem wenn der Holzkohleverbrauch keine Rolle spielt. Wie aber steht es um den optimalen Betrieb von Rennöfen, in denen mit oder ohne Flußmittel-Zusätze der Großteil der dem Erz beigemengten Verunreinigungen (sog. „Gangmittel“) als niedrigviskose Fließschlacke abgestochen wird? Wer berücksichtigt schon die hüttenmännische Grundregel, metallurgische Herde oder Öfen in Gegenden mit gemäßigttem Klima gegen die Bodenfeuchtigkeit zu isolieren (mittels eines „Abzucht“ genannten Hohlraums oder einer Schotter- bzw. Schlackenpackung unterhalb der eigentlichen Herdsohle)? Hat man den Vorteil von Retourschlacken als Erstbeschickung bei der Inbetriebnahme eines Schachtofens erkannt und angewandt? Versteht man ein „Gestübbe“ (Mischung aus gepulverter Holzkohle und Lehm) als besonders geeignete Ofenauskleidung sowohl beim Neubau wie beim Ausbessern nach erfolgter „Ofenreise“ herzustellen und zu nutzen? Schlackengrus als ein an jedem Schmelzplatz verfügbares Magerungsmittel für die Verbesserung der Hitzebeständigkeit von örtlichem Lehm ist zwar archäologisch dokumentiert, doch den meisten Experimentatoren unbekannt.

Viele der zahlreichen, in den letzten Jahren durchgeführten Versuche zur Direktreduktion von Eisenerzen sind über einen gewissen Unterhaltungswert oder Schauereffekt nicht hinausgekommen. Experimente tragen ohne exakte Protokollführung, genaue Temperatur- und Gasmessungen (!), ausreichende Vorheizzeit zur Erreichung konstanter, stabiler Reduktionsbedingungen, Wahl der richtigen Erze mit hohen Eisengehalten in angepaßter Stückgröße, dem Einsatz trockener (!) Holzkohle mit bekanntem Aschegehalt und Heizwert, der evtl. Zugabe von Zuschlägen, die auf den Erzchemismus abgestimmt sein müssen, usw. nicht zum Erkenntnisgewinn bei; sie mögen allenfalls Hobby-Bedürfnisse befriedigen. So lange wir z. B. noch nicht verstehen, wie die Etrusker Eisen in einem großtechnisch zu nennenden Ausmaß herzustellen vermochten, wovon auch heute noch – trotz ausgiebiger Wiederverwendung in der Gegenwart – riesige Schlackenhalde an der toskanischen Küste gegenüber der Insel Elba zeugen, oder wie es möglich war, jede römische Legion mit mindestens 7 t (!) Waffen, Panzern und Geräten aus Eisen auszustatten, steht die Eisenforschung noch vor der Lösung wich-

tiger Aufgaben. Jedenfalls haben die vergangenen zwanzig Jahre, in denen Archäometallurgie fast zur Mode wurde, bei weitem nicht die Erwartung erfüllt, welche die oft beschworene interdisziplinäre Zusammenarbeit erwarten ließ. Archäologen sollten sich nicht anmaßen, in komplizierte und komplexe Technikgebiete (wozu das Hüttenwesen unbedingt zählt) ohne die Mitarbeit von kompetenten Fachleuten einzudringen und haltlose Aussagen zu machen. Naturwissenschaftler oder Techniker sind unbefugt, z. B. einen Werkstättenbereich und seine meist nur spärlichen Relikte auszugraben, zu bergen und zu konservieren. Fortschritte in der Archäometallurgie sind nur zu erwarten, wenn in einem Team gearbeitet wird, dem nicht nur Analytiker und Mineralogen, sondern auch Metallurgen angehören, und wenn ein gründliches Studium – besonders der älteren und nicht nur angelsächsischen (!) – Literatur den Projektplanungen vorausgeht.

Die Lektüre des hier rezensierten Tagungsbandes hat einmal mehr bestätigt, daß auch im Teilbereich der frühen Metallerzeugung immer noch gilt, was der Physiker, Romancier und Staatsbeamte C. P. Snow (1905–1980) anlässlich seines Vortrags „The two cultures and the scientific revolution“ 1959 in Cambridge sagte: „Die literarisch-geisteswissenschaftliche und die naturwissenschaftlich-technische Intelligenz verkörpern zwei grundverschiedene Kulturen innerhalb der westlichen Industriegesellschaft.“

D-63457 Hanau
Wildaustraße 5

Hans-Gert Bachmann

H. ZOLLER / CH. ERNY-RODMANN / P. PUNCHAKUNNEL †, The history of vegetation and land use in the Lower Engadine (Switzerland). Pollen record of the last 13000 years. Nationalpark-Forschung in der Schweiz, Nr. 86. Herausgegeben von der Kommission der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks. Kommissionsverlag F. Flück-Wirth, Zernez 1996. ISSN 1022-9493. 61 Seiten mit 5 Abbildungen sowie zahlreichen Diagrammen und Tabellen.

Eine Arbeitsgruppe am Institut für Botanik der Universität Basel führte in jahrelanger Arbeit Pollenanalysen an Profilkernen aus dem unteren Engadin durch. Sieben Pollendiagramme, in denen die Resultate dieser Arbeit präsentiert werden, sind in dem zur Rezension vorliegenden Band enthalten, der in einer naturwissenschaftlich geprägten Publikationsreihe erschienen ist. Die Pollendiagramme präzisieren und erweitern Kenntnisse, die von Max Welten gewonnen worden waren (M. WELTEN, Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schweizerischen Nationalparks. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark N. F. 16 [80] [Zernez 1982]). Die Pollendiagramme sind vorzüglich ausgearbeitet und sehr genau datiert, weshalb man sich auf ihrer Basis eine genaue Vorstellung vom Ablauf der Vegetationsgeschichte im Unterengadin machen kann. Beachtet werden sollte allerdings, daß zu ¹⁴C-Datierungen auch die Standardabweichung gehört, weil eine solche Datierung nie ein bestimmtes Datum liefert, sondern immer nur einen *Zeitraum*, innerhalb dessen das wahre Alter des datierten Gegenstandes mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt. Deshalb sollten grundsätzlich Datierung und Standardabweichung gemeinsam abgedruckt werden.

Auf der Basis der neuen Analysen konnte zum einen die Vegetationsgeschichte im Spätglazial erheblich genauer erfaßt werden als bei früheren Arbeiten. Auf dieser Grundlage wird die Einwanderungsgeschichte der einzelnen Gehölzarten im Untersuchungsgebiet neu zu-