



## DAS NEUENBÜRGER ERZREVIER

Ein Wirtschaftsraum im Nordschwarzwald  
während der Späthallstatt- und Frühlatènezeit



Forschungen und Berichte  
zur Archäologie  
in Baden-Württemberg

Forschungen und Berichte  
zur Archäologie  
in Baden-Württemberg  
Band 24

Landesamt für Denkmalpflege  
im Regierungspräsidium Stuttgart

Guntram Gassmann, Günther Wieland und Felicitas Schmitt

# DAS NEUENBÜRGER ERZREVIER

Ein Wirtschaftsraum im Nordschwarzwald  
während der Späthallstatt- und Frühlatènezeit

mit Beiträgen von Elske Fischer, Thomas Ludemann,  
Barbara Matthes, Manfred Rösch, Marion Sillmann und  
Harald von der Osten-Woldenburg

2023

Dr. Ludwig Reichert Verlag Wiesbaden

**Gefördert vom** Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg  
– Oberste Denkmalschutzbehörde

**Herausgeber** Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart  
Berliner Straße 12, 73728 Esslingen am Neckar

**Die Deutsche Nationalbibliothek – CIP-Einheitsaufnahme**

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist bei der Deutschen Nationalbibliothek erhältlich.

Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich.

**Redaktion** Dr. Thomas Link

**Lektorat** Dr. Martin Kempa, Verlagsbüro Wais & Partner, Stuttgart

**Layout und Satz** Verlagsbüro Wais & Partner, Stuttgart

**Herstellung** Verlagsbüro Wais & Partner, Stuttgart

**Designkonzeption** HUND B. communication, München

**Druck** Himmer, Augsburg

**Umschlag** Dr. Thomas Link, LAD; Designkonzept HUND B. communication, München

Vorderseite: Neuenbürg, Grösseltal, Rennofen. Foto Landesamt für Denkmalpflege im  
Regierungspräsidium Stuttgart, S. Bauer

Rückseite: Frühlatènezeitliches Gerätedepot vom Neuenbürger Schlossberg. Foto Landes-  
amt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, Y. Mühleis

© Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, Esslingen 2023

Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Vervielfältigung einschließlich fotomechanischer  
Wiedergabe nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Landesamtes für Denkmalpflege  
im Regierungspräsidium Stuttgart.

Printed in Germany

ISBN 978-3-7520-0650-6

eISBN 978-3-7520-0205-8

DOI <https://doi.org/10.29091/9783752002058>

# VORWORT

Seit dem 8. Jahrhundert v. Chr. wurden in Südwestdeutschland regelmäßig Waffen und Werkzeuge aus Eisen verwendet. Man bezeichnet den Zeitraum vom 8. bis zum 1. Jahrhundert v. Chr. daher als Eisenzeit.

Beigaben aus Eisen wurden schon im 19. Jahrhundert in großer Zahl in Gräbern der älteren Eisenzeit gefunden, und auch in Siedlungen, etwa der Heuneburg, konnte die Verarbeitung des Metalls schon früh archäologisch nachgewiesen werden. Fraglich blieb dabei allerdings lange Zeit, wo und wie das Eisenerz gewonnen und verhüttet wurde. Erst in den 1990er Jahren gelang es durch systematische Untersuchungen auf der Schwäbischen Alb und im Nordschwarzwald, den lange postulierten, aber noch ausstehenden Nachweis einheimischer Eisenerzverhüttung während der älteren Eisenzeit zu erbringen: zunächst von Dr. Guntram Gassmann seit 1995 im Rahmen eines von der VolkswagenStiftung finanzierten Forschungsvorhabens, von 2006 bis 2012 schließlich von den Autoren des vorliegenden Bands in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten langjährigen Forschungsprojekt zur keltischen Eisenproduktion aus heimischen Erzen im Nordschwarzwald.

Die seit dem Sommer 2004 durch die Landesdenkmalpflege bei Neuenbürg-Waldrennach durchgeführten archäologischen Grabungen haben Einblicke in wirtschaftliche Strukturen eröffnet, die man heute wohl als „Industriegebiet“ bezeichnen würde – nur dass dieses in Neuenbürg schon 2500 Jahre alt ist. Gut organisiert wurde hier von den frühen Kelten vom 7. bis 4. Jahrhundert v. Chr. Erz abgebaut und in zahlreichen Rennöfen verhüttet. Die dabei produzierten Schlackenhalde n umfassen Hunderte von Tonnen – das kundige Auge kann sie heute noch in den Wäldern um Neuenbürg entdecken. Den Betrieb eines so umfangreichen und hochspezialisierten Metallurgiezentrums hätte man den Kelten bis vor kurzem gar nicht zugetraut, vor allem nicht im Schwarzwald, der für die vorgeschichtlichen Kulturen ein für Siedlung und Ackerbau eher ungeeignetes Waldgebirge dargestellt haben soll.

Die wissenschaftliche Bedeutung der hier bei Neuenbürg entdeckten archäologischen Strukturen kann ruhigen Gewissens als Sensation bezeichnet werden: Die freigelegten Eisenerzschmelzöfen gehören zu den ältesten nördlich der Alpen und befinden sich dazu in einem Erhaltungszustand, von dem die Archäologie sonst nur träumen kann. Es sind einzigartige Denkmäler – nicht nur für Nordbaden, nicht nur landesweit, sondern in der Tat von europaweiter Bedeutung.

Die heutige Region Nordschwarzwald war in keltischer Zeit viel bedeutender als bislang bekannt: Das Eisen von hoher Qualität diente als Basis für den Handel und für die Herausbildung von Machtzentren. Nachgewiesen ist Eisen aus dem Nordschwarzwald etwa in der Siedlung von Hochdorf, vielleicht ein Hinweis darauf, dass die Distribution des produzierten Metalls über die Enz und den Neckar erfolgte.

Hervorzuheben ist, dass die Stadt Neuenbürg und der Verein „Frischglück“ – Arbeitsgemeinschaft Neuenbürger Bergbau e. V. – die Grabungen großzügig finanziell gefördert haben und stets voll hinter unseren archäologischen Forschungen standen. Ohne ihren finanziellen Anshub wären die Feldforschungen und wissenschaftlichen Untersuchungen nicht möglich gewesen. Für die tatkräftige und vorbildliche Unterstützung von Seiten der Stadt Neuenbürg und insbesondere des Besucherbergwerks „Frischglück“ möchten wir unseren herzlichen Dank aussprechen.

Nicht vergessen werden darf auch die Unterstützung von Seiten vieler Privatpersonen und vor allem von der Sparkasse Pforzheim Calw, welche die archäologischen Grabungen ebenfalls großzügig finanziell gefördert hat.

Unser Dank gilt zudem den zahlreichen freiwilligen Helfern, die unser Grabungsteam zeitweise verstärkt haben.

Aber nicht nur rein wissenschaftlich waren die Grabungen ein Erfolg, sie haben auch darüber hinaus einiges bewirkt: Für die Stadt Neuenbürg ergaben sich aus der Keltenforschung neue und durchaus erfolgversprechende Zukunftsperspektiven in Hinblick auf Tourismus und die Naherholung, und auch das Besucherbergwerk konnte davon profitieren. In zahlreichen Veranstaltungen, Vorträgen und zu besonderen Anlässen wurden die Ergebnisse der archäologischen Forschungen der interessierten Öffentlichkeit präsentiert. 2005 wurde der „Spectaculum Ferrum Weg“ eingerichtet, der vom Bergwerk zum Schloss führt und auf Informationstafeln die Geschichte des Eisenerzbergbaus vermittelt.

Folgenden Institutionen und Personen sei an dieser Stelle ganz besonders gedankt: Herrn Jürgen Härter und Herrn Andreas Neuweiler, Herrn Hans-Dieter Schäffer, Herrn Bürgermeister a. D. Theo Schaubel, Herrn Bürgermeister Horst Martin, dem Bauhof der Stadt Neuenbürg, den Stadtwerken Pforzheim, Herrn Wolfgang Scheidtweiler sowie Herrn Hans Dieter Maiwald.

Allen Autorinnen und Autoren des vorliegenden Bandes sei für ihr Engagement und ihre Beiträge ganz herzlich gedankt. Besonderer Dank gebührt Felicitas Schmitt M. A., die in mühevoller Arbeit vorliegende Manuskriptteile zusammengeführt, die Koordination zwischen den Autorinnen und Autoren übernommen und fehlende Manuskriptteile ergänzt hat.

Die Forschungen und Ausgrabungen in Neuenbürg wurden von Dr. Guntram Gassmann und Dr. Günther Wieland durchgeführt. Beide Kollegen haben sich der Erforschung der ältesten Eisengewinnung nördlich der Alpen über viele Jahre neben ihren sonstigen vielfältigen Aufgaben hingebungsvoll gewidmet. Das vorliegende Buch stellt die Frucht ihrer erfolgreichen Forschungsarbeit dar.

Abschließend danken wir allen, die am Entstehen des Buchs mitgewirkt haben. Die redaktionelle Koordination vonseiten des Landesamts für Denkmalpflege lag in den Händen von Dr. Thomas Link, Lektorat, Satz und Herstellung übernahmen in gewohnt professioneller Weise Dr. Martin Kempa und Rainer Maucher vom Verlagsbüro Wais & Partner.

Esslingen im September 2022

Prof. Dr. Dirk Krausse

# INHALT

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>ALLGEMEINE FRAGEN ZUR BESIEDLUNG DES NORDSCHWARZWALDES</b>	<b>12</b>
1	Befestigte Höhensiedlungen und die frühkeltische Besiedlung am Schwarzwald- rand	12
2	Die befestigte Höhensiedlung auf dem Schlossberg von Neuenbürg und ihr Umfeld	16
3	Untersuchungen im Neuenbürger Erzrevier: Prospektionen und die Grabung Schnaizteich	20
4	Punktuelle Rettungsgrabungen im Schnaizteich-Gebiet und an weiteren Verhüttungsplätzen	21
<b>3</b>	<b>DAS DFG-PROJEKT ZUR FRÜHKELTISCHEN EISENPRODUKTION</b>	<b>23</b>
1	Fragestellungen	23
2	Untersuchungsmethoden	24
<b>4</b>	<b>NATURRÄUMLICHE VORAUSSETZUNGEN: EISENERZLAGERSTÄTTEN</b>	<b>25</b>
1	Mineralisation	25
2	Hauptvererzungen und obertägig sichtbare Abbauspuren	25
3	Neuzeitlicher Eisenerzabbau	26
4	Hauptvererzungszonen mit noch obertägig deutlich sichtbaren Abbauspuren	26
<b>5</b>	<b>LAGERSTÄTTENORIENTIERTE PROSPEKTION AUF ALTE BERGBAUZEIGER</b>	<b>29</b>
1	LiDAR-Daten zur Vorbereitung der Geländearbeit	29
2	Systematische Geländebegehungen	30
2.1	Prospektion auf Ackerland	31
2.2	Prospektion im Wald	31
2.3	Prospektion auf Viehweiden	32
2.4	Prospektion auf Wiesenflächen	32
2.5	Ergebnis der systematischen Geländebegehungen	32
2.6	Topographische Lagetypen	34
2.7	Alter Bergbau im Grösseltal und am Kuhnbusch-Gang?	34
3	Geophysikalische Untersuchungen im Neuenbürger Erzrevier	35
3.1	Geophysikalische Prospektion (Harald von der Osten-Woldenburg)	35
3.2	Die geoelektrische Widerstandstomographie (Barbara Matthes)	42
4	Katalog der Verhüttungsplätze im Eisenerzrevier Neuenbürg/Pforzheim	50
<b>6</b>	<b>ARCHÄOLOGISCHE AUSGRABUNGEN AN SCHLACKENPLÄTZEN UND WEITEREN FUNDSTELLEN</b>	<b>65</b>
1	Neuenbürg-Waldrennach Hirschgarten	65
2	Neuenbürg-Waldrennach Untere Baumplatte	67
3	Neuenbürg-Waldrennach Herrlenbuschwiese	68
4	Neuenbürg-Waldrennach Langenbrander Straße	70
5	Neuenbürg-Waldrennach Grösseltal	70
5.1	Südliche Betriebseinheit	71
5.2	Zentrale Betriebseinheit	74
5.3	Nördliche Betriebseinheit mit Ergänzungen Grösseltal 2012	75
5.4	Ansprache der im Gesamtplan dargestellten Befunde (Beil. 1)	80

<b>7</b>	<b>ERGEBNIS DER ARCHÄOLOGISCHEN AUSGRABUNGEN</b>	<b>82</b>
1	Platzstruktur und Rekonstruktionsversuch der Betriebsabläufe	83
1.1	Schnaizteich	83
1.2	Herrlenbusch	83
1.3	Hirschgarten	83
1.4	Langenbrander Straße 7–9	84
1.5	Herrlenbuschwiese	84
1.6	Grösseltal	84
1.7	Ofenkonstruktionen	86
2	Kapazitätsberechnungen	88
2.1	Berechnung des Materialdurchsatzes eines Verhüttungsplatzes	88
2.2	Berechnung des Holzkohlebedarfs eines Verhüttungsplatzes	89
2.3	Schätzung der Stahlproduktion im Neuenbürger Erzrevier	89
3	Steingeräte zur Erzaufbereitung	89
4	Kleinfunde und Keramik	93
4.1	Schnaizteich	93
4.2	Herrlenbusch	93
4.3	Hirschgarten	93
4.4	Herrlenbuschwiese	93
4.5	Untere Baumplatte	94
4.6	Grösseltal	94
4.7	Zusammenfassung	95
<b>8</b>	<b>ÜBERLEGUNGEN ZUR EINORDNUNG IM ÜBERREGIONALEN VERGLEICH</b>	<b>109</b>
<b>9</b>	<b>LABORUNTERSUCHUNGEN</b>	<b>112</b>
1	Archäometallurgische Materialanalysen und Schmelzversuche	112
1.1	Probenmaterial	113
1.2	Untersuchungsmethodik	113
1.3	Röntgendiffraktometrie	113
1.4	Chemische Analysen	114
1.5	Gefügekundliche und metallografische Untersuchungen	115
1.6	Experimente	118
1.7	Ergebnis und Diskussion	121
2	Pflanzenreste aus eisenzeitlichen Verhüttungsanlagen im Nordschwarzwald (Manfred Rösch, Elske Fischer und Marion Sillmann)	122
2.1	Material und Methoden	123
2.2	Ergebnisse	123
2.3	Diskussion	124
3	Untersuchungen von Holzkohle aus dem Neuenbürger Erzrevier (Thomas Ludemann)	125
3.1	Material und Methodik	125
3.2	Ergebnis und Diskussion	127
3.3	Schlussfolgerung	131
4	Altersbestimmung mittels <sup>14</sup> C-Isotopie	131

<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b> .....	<b>134</b>
<b>SUMMARY AND FUTURE PERSPECTIVES</b> .....	<b>136</b>
<b>RÉSUMÉ ET PERSPECTIVES GÉNÉRALES</b> .....	<b>138</b>
<b>LITERATUR</b> .....	<b>140</b>
<b>ABBILDUNGSNACHWEIS</b> .....	<b>144</b>
<b>ANHANG 1: TABELLE 1-14</b> .....	<b>145</b>
<b>ANHANG 2: ALLGEMEINE MIKROSKOPISCHE ANSPRACHE DER AN- UND DÜNNSCHLIFFE</b> .....	<b>159</b>
<b>AUTORINNEN UND AUTOREN</b> .....	<b>166</b>
<b>BEILAGE</b>	



nennadeln besonders häufig. Und im Gegensatz zum Eichenholz, wo Starkholz überwiegt, ist bei der Tanne Schwachholz sehr häufig. Das kann durchaus auf Zweige mit Nadeln zurückgehen und nicht auf einen Anteil von schwachem Tannenholz in der Holzkohle.

Ein anderer Aspekt ist die Nahrungsversorgung. Insbesondere die Ergebnisse vom Herrlenbusch, aber auch vom Hirschgarten weisen darauf hin, dass die Bergleute vor Ort pflanzliche Nahrung lagerten, zubereiteten und verzehrten. Es schließt sich die Frage an, woher sie diese Lebensmittel bezogen. Der Gedanke einer Fernversorgung aus den fruchtbaren Gäulandschaften ist sehr reizvoll, aber nicht zu belegen. Die Unkrautspektren, nicht nur das Nachgewiesene, sondern vor allem das Fehlende – kalkholde Arten der Gäulandschaften – weisen auf lokale Produktion hin (Rösch 2018). Die Grünlandarten, hier als Brachezeiger zu werten, weisen in die gleiche Richtung: Die Feld-Gras-Wirtschaft erforderte auf den armen Böden des Nordschwarzwaldes längere Brachephase als im Gäu, was Wechsellandzeigern wie Spitzwegerich und Wiesen-Lieschgras zugutekam. Alles spricht also für eine ärmliche Subsistenzwirtschaft der Bergleute im Nordschwarzwald. Erleichtert wurde ihnen das möglicherweise durch den Umstand, dass in nicht zu steilen Lagen noch feinerdereiche Oberböden, möglicherweise Löss-Derivate anstanden, die erst später der Bodenerosion zum Opfer fielen.

Starke Argumente für einen eisenzeitlichen Ackerbau im Nordschwarzwald liefert auch die Pollenanalyse. Die betrachteten Profile stammen nicht aus dem Raum Neuenbürg, sondern vom Wildseemoor bei Kaltenbronn und aus den Karseen am Hauptkamm westlich der Murg, zwischen Forbach und Bad Peterstal-Griesbach, also aus einem Raum mit noch schlechteren Bedingungen für eine ackerbauliche Nutzung (Rösch u. a. 2012; Rösch 2015; Rösch/Wieland 2015). Dennoch geht eine solche während der Eisenzeit durchaus aus den Funden von Getreidepollen eindeutig hervor. Es handelt sich hierbei sicherlich nicht um die Landnutzung der Neuenbürger Bergleute, sondern um diejenige von Menschen, die in anderen, noch zu entdeckenden Bergbaurevieren des Nordschwarzwaldes tätig waren.

### 3 UNTERSUCHUNGEN VON HOLZKOHLE AUS DEM NEUENBÜRGER ERZREVIER

(Thomas Ludemann)

Botanische Rückstände, insbesondere Großreste, die an archäologischen Fundstätten nahezu ausnahmslos vorhanden sind, haben einen umfassenden Informationsgehalt für wissenschaftliche Fragestellungen, sowohl unter geistes- als auch

unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten. Zum besonders wertvollen und sehr differenziert auswertbaren Fundmaterial gehört verkohltes Holz – Holzkohlefragmente (vgl. u. a. Schweingruber 1976; Ludemann 1999b; 2006b; 2007; 2008b; 2010a–c; 2015a; Nelle 2016; Ludemann/Nelle 2017). Mit den entsprechenden anthrakologischen Analysemethoden lassen sich daraus vielfältige Aussagen ableiten, u. a. auch zu den früheren Umweltverhältnissen und Lebensbedingungen sowie der Nutzung der natürlichen Ressourcen und dem Einfluss des Menschen auf die Landschaft und dessen Lebensräume. Diese Möglichkeiten werden zunehmend erkannt, etabliert und genutzt, denn gerade auch zu den genannten naturwissenschaftlich-umweltgeschichtlichen Themenfeldern sind von der Archäologie Aussagen gewünscht bzw. werden von ihr erwartet. So wurden auch aus dem Neuenbürger Erzrevier von einzelnen Ausgrabungsorten und Grabungskampagnen Holzkohleproben sowie holzkohlereiche Bodenproben zur Verfügung gestellt. Daran wurden durch die anthrakologische Arbeitsgruppe der Abteilung Geobotanik (Fakultät für Biologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg) erste exemplarische Untersuchungen durchgeführt, die nun in diesem Beitrag erstmalig vor- und zur Diskussion gestellt werden.

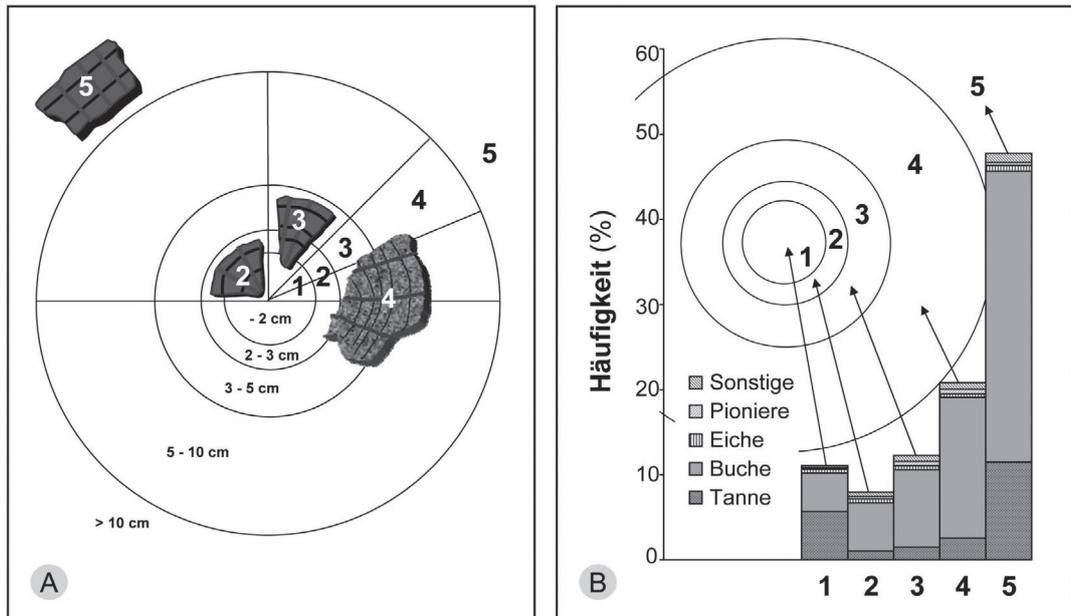
#### 3.1 Material und Methodik

##### Probematerial

Die im Folgenden zusammengestellten holzkohlenanalytischen Ergebnisse beruhen auf ersten Untersuchungen von Holzkohleproben der Ausgrabungen Waldrennach-Herrlenbusch 2004 und Waldrennach-Hirschgarten 2006. Von der Ausgrabung Herrlenbusch 2004 wurde Holzkohle von 15 gesiebten Bodenproben von der Außenstelle Hemmenhofen des Landesamts für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart zur Verfügung gestellt. Es lagen jeweils die Größenfraktionen > 4 mm und 2–4 mm vor, mit Ausnahme von Probe Labor-Nr. 14, von der besonders große Stücke, wohl handverlesen, zur Verfügung standen. Wenn genügend Material vorhanden war, wurde die größere Fraktion (> 4 mm) ausgewertet, anderenfalls beide Fraktionen (Mindestanalysezahl 50). Im Ganzen wurde für 1250 Stücke die Holzgattung bestimmt, von 206 Stücken auch die Holzstärke(nklasse) (s. u. Holzkohlenanalyse).

Von der Ausgrabung Hirschgarten 2006 wurden holzkohlehaltige Bodenproben, eine Siebprobe der Außenstelle Hemmenhofen (von Bef. 25) sowie einige besonders große, für die Radiokarbondatierung ausgewählte und von Hand ausgelesene Holzkohlestücke ( $^{14}\text{C}$  in Tab. 10; Abb. 126) untersucht – Letztere vor dem Versand nach Heidelberg. Aus den sechs Bodenproben (Bp 1–6) von Befund 11 wurden die Größenfraktionen > 5 mm und 2–5 mm abgetrennt.

122 Anthrakologische Bestimmung der Holzstärken. A Schablone mit fünf Durchmesserklassen (1–5) und vier eingepassten Holzkohlebruchstücken der Klassen 2–5. B Beispiel für taxaspezifische prozentuale Verteilung auf die fünf Durchmesserklassen.



Untersucht wurde jeweils die größere Fraktion, da sie in allen Fällen genügend Holzkohlestücke (> 100) aufwies. Aus den übrigen Bodenproben wurden die Holzkohlestücke von Hand ausgelesen. Von Befund 25 standen die Größenfraktionen > 4 mm und 2–4 mm zur Verfügung. Im Ganzen wurde für 1107 Stücke die Holzgattung bestimmt, von 504 Stücken auch die Holzstärke(nklasse) (s. u. Holzkohlenanalyse).

**Holzkohlenanalyse**

Die holzanatomische Bestimmung der Holzkohlestücke erfolgte an Quer-, Radial- und Tangentialbrüchen mittels Stereo- und Auflichtmikroskop nach Fritz Schweingruber (Schweingruber 1982; 1990) sowie unter Verwendung von verkohltem Referenzmaterial bekannter Holzarten (Vergleichssammlung Arbeitsbereich Wald-Geschichte-Anthrakologie, Fakultät für Biologie, Universität Freiburg). Bestimmt wurden die Gehölzart bzw. -gattung und – bei Stücken ausreichender Größe – der Mindestdurchmesser des genutzten Holzes (Holzstärke, s. u. mD-Wert). Der jeweilige Mengenanteil der in den Holzkohleproben nachgewiesenen Taxa wurde sowohl nach Stückzahl als auch nach Gewicht ermittelt.

Für die Bestimmung der genutzten Holzstärke wurde ein einheitliches Verfahren entwickelt (Ludemann 1995a; 1995b; 1996; 1999a; 1999b; 1999c; Ludemann/Nelle 2002; Nelle 2016). Dabei wird der Durchmesser des genutzten Holzes durch Einpassen der Holzkohlestücke in eine Kreisschablone mit Radialeinteilung ermittelt – mit Hilfe der erkennbaren Jahrringkrümmung und des Winkels der Markstrahlen zueinander (Abb. 122). Unterschieden werden fünf Durchmesserklassen:

Klasse	Durchmesser	Klassenmittelwert
1	bis 2 cm	1,0 cm
2	> 2 bis 3 cm	2,5 cm
3	> 3 bis 5 cm	4,0 cm
4	> 5 bis 10 cm	7,5 cm
5	> 10 cm	15,0 cm

Aus der Verteilung der analysierten Holzkohlestücke auf die Durchmesserklassen wird ein Mittelwert (mittlere Stärke, mittlerer Durchmesser, mD) nach der folgenden Formel errechnet:

$$mD = \frac{(n_1 \times 1 + n_2 \times 2,5 + n_3 \times 4 + n_4 \times 7,5 + n_5 \times 15)}{N}$$

- mit n, der Anzahl der Holzkohlestücke in einer bestimmten Klasse (1–5, tiefgestellt), die jeweils mit dem Klassenmittelwert multipliziert wird, und N der Gesamtzahl der analysierten Stücke der entsprechenden Probe. Der mittlere Durchmesser (mD) kann also 1 bis maximal 15 cm betragen. Die so errechneten Werte geben nicht die tatsächliche Stärke der genutzten Stämme bzw. des Holzes an, sondern quasi einen Mindestwert für deren mittlere Stärke, denn
- die meisten Stücke weisen keine vollständigen Radien bis zur Waldkante (jüngster Jahrring) auf,
  - das Holz schrumpft beim Verkohlungsprozess und
  - auch starke Bäume besitzen zwangsläufig einen beträchtlichen Anteil an schwächerem Holz, einerseits im Zentrum ihrer Stämme, andererseits in der Peripherie ihrer Kronen (Verzweigung, Ast- und Zweigholz).

Ferner wird von einer weiteren Aufschlüsselung von Stücken mit Durchmessern über 10 cm ab-

gesehen, da eine entsprechend differenziertere Zuordnung häufig durch die (kleine) Stückgröße des Fundgutes begrenzt ist. Der Klassenmittelwert von Klasse 5 wurde für die Berechnung auf 15 cm festgelegt; auch dies ist eher als niedriger Wert anzusehen, da Holzkohlestücke dieser Klasse nicht selten jeweils (fast) parallele Jahrringgrenzen und Markstrahlen aufweisen, dann also wahrscheinlich von entsprechend stärkerem Holz stammen dürften, mit einem Durchmesser deutlich größer als 15 cm.

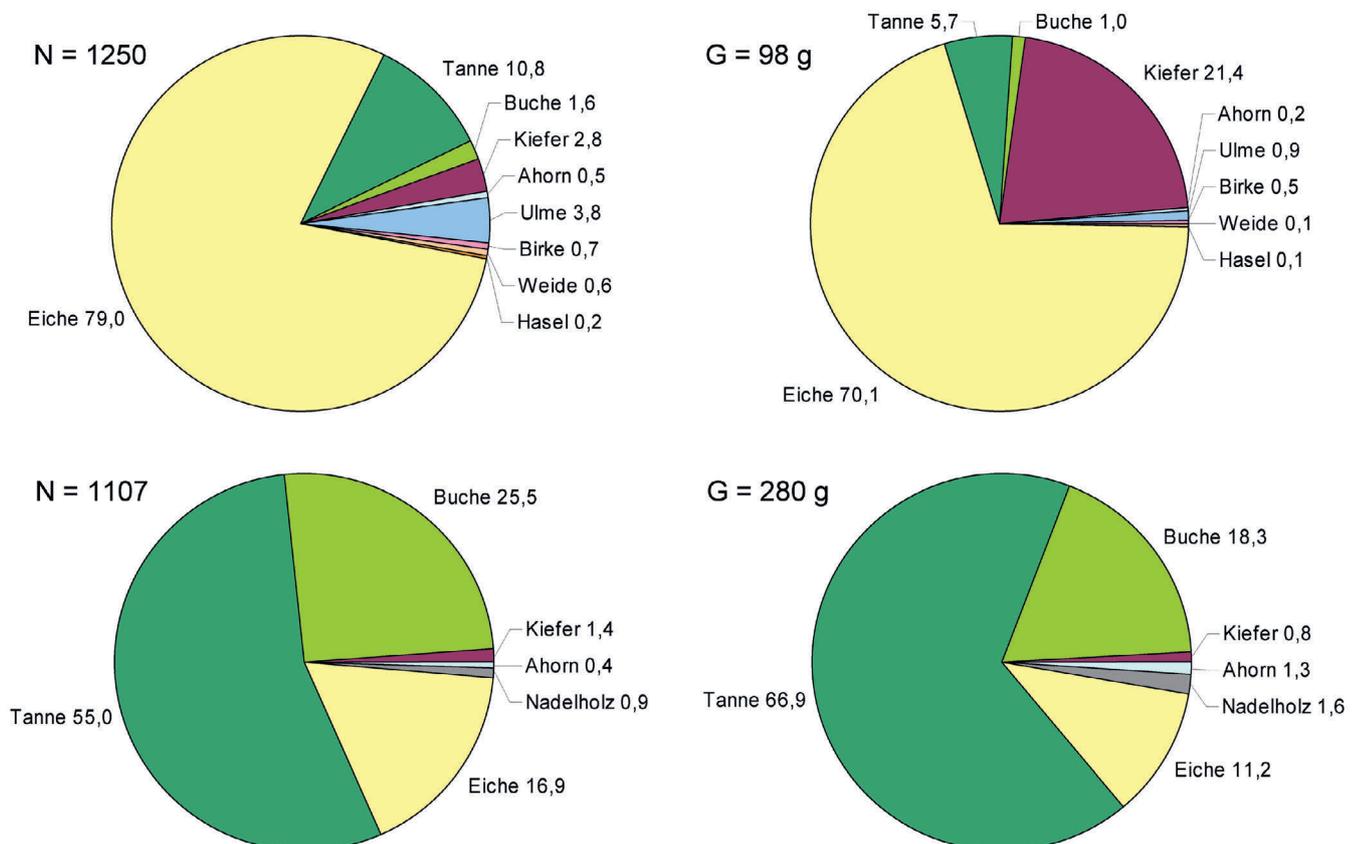
Folglich dienen die errechneten mD-Werte primär dem Vergleich verschiedener Holzkohleproben, können jedoch unter bestimmten Bedingungen und Einschränkungen in absolute (mittlere) Werte für die Stärke (Zweig-, Ast- oder Stammdurchmesser) des genutzten Holzes eines bestimmten Taxons umgerechnet werden (Nelle 2002; Ludemann 2006a; 2008a). Sie liefern wertvolle Zusatzinformationen zur historischen Holznutzung und auch diffizilere Gegebenheiten kommen darin zum Ausdruck, so zum Beispiel welches Gehölzmaterial bei der Holzkohleherstellung zum Abdecken der Meiler verwendet wurde.

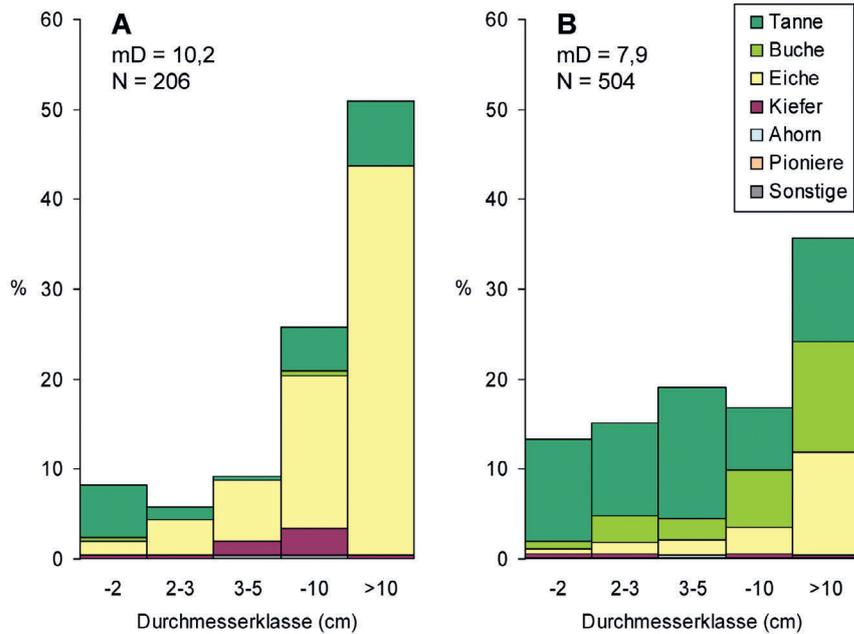
### 3.2 Ergebnis und Diskussion

Es wurden im Ganzen neun Holztaxa nachgewiesen, vor allem die Hauptbaumarten der ursprünglichen natürlichen Wälder, Eiche (*Quercus ssp.*), Tanne (*Abies alba*) und Buche (*Fagus sylvatica*), ferner mit niedrigeren Prozentsätzen Kiefer

(*Pinus sylvestris*) und Ulme (*Ulmus ssp.*) sowie einzelne Stücke von Ahorn (*Acer ssp.*) und von den Pioniergehölzen Birke (*Betula pendula*), Weide (*Salix ssp.*) und Hasel (*Corylus avellana*). Von den mit „ssp.“ bezeichneten Baumgattungen kommen mehrere gebietsheimische Arten in Frage. Während das Material von Waldrennach-Herrlenbusch artenreicher ist (alle neun Taxa vorhanden) und zu über 70 % von Eiche stammt, herrscht in der mit im Ganzen fünf nachgewiesenen Taxa artenärmeren Holzkohle vom Hirschgarten Tanne vor, ergänzt durch bedeutende Anteile von Buche und Eiche (Tab. 8; Abb. 123). Die größten Unterschiede zwischen den nach Stückzahl und nach Gewicht ermittelten Anteilen ergeben sich für Kiefer und Ulme für das Material vom Herrlenbusch (Abb. 123 oben). Dies geht jeweils auf eine einzelne abweichende Holzkohleprobe zurück, in der eine Anreicherung besonders großer Kiefernstücke bzw. besonders viele kleine Fragmente von verkohltem Ulmenholz gefunden wurden (Probe Labor-Nr. 14 bzw. 8; Tab. 10; Abb. 125). Dies kommt auch in dem besonders großen Stückgewicht von Kiefer (0,6 g) und besonders kleinem von Ulme (0,02 g) zum Ausdruck (Tab. 8, letzte Spalte) sowie im entsprechend abweichenden Stückgewicht dieser beiden Einzelproben im Ganzen (0,52 bzw. 0,03 g; Tab. 9, letzte Spalte), bei einem Mittelwert von 0,08 g für die gesamten Arten und Proben vom Herrlenbusch.

123 Anteil der Holztaxa in Prozent. Oben: Waldrennach, Herrlenbusch 2004. Unten: Waldrennach Hirschgarten 2006. Links: Anteil nach Stückzahl. Rechts: Gewichtsanteil. N Anzahl, G Gesamtgewicht der analysierten Holzkohle.





124 Holzkohleanalytische Ergebnisse nach Taxa und Holzstärken. A Ausgrabung Waldrennach, Herrenbusch 2004. B Waldrennach Hirschgarten 2006. mD mittlerer Durchmesser (cm). N Datenbasis/Anzahl der Analysen.

Von Eiche und Buche wurde überwiegend stärkeres Holz verwendet (mD > 10 cm), von den übrigen Gattungen und insbesondere der vorherrschenden Tanne im Hirschgarten-Material dagegen deutlich schwächeres (Tab. 8, vorletzte Spalte; Abb. 124).

Da weit überwiegend sogenannte Klimaxbaumarten, d. h. Baumarten des ursprünglichen natürlichen Waldes (Müller u. a. 1974; LFU 1992; Reidl u. a. 2013; Ludemann 2014) genutzt wurden, lassen sich keine Hinweise auf Walddegradation oder Holzselektion finden. Bei stärkeren Auffichtungs- und Degradationsprozessen der Waldbestände und der Böden ist die Zunahme von Vorwald-, Pionier- und Lichtbaumarten bzw. Weichholzarten wie Weide, Birke, Pappel und Vogelbeere oder sogar diejenige von Sträuchern wie Hasel, Holunder, Schlehe, Weißdorn und vieler anderer zu erwarten, dagegen die Abnahme von Laubhartholzarten wie Buche und Eiche und vor allem auch der besonders empfindlichen Weißtanne (*Abies alba*). Derartige Zusammenhänge sind allerdings in unseren Analysen nicht erkennbar und offenbar stehen – gemäß der ermittelten mD-Werte – in den erfassten Zeiträumen durchaus auch stärkere Holzsortimente der genannten Klimaxbaumarten zur Nutzung zur Verfügung – und nicht nur schwaches Holz mit niedriger und mittlerer Stärke. Letzteres müsste, ebenfalls als Folge von Degradationsprozessen und Übernutzung von Waldbeständen, gegebenenfalls erkennbar sein oder würde zumindest auf eine gezielte Kurzumtriebsbewirtschaftung (Niederwaldwirtschaft) hindeuten (Nelle 2002), das ist aber eben nicht der Fall.

Zusammenfassend konnte demnach also anhand der anthrakologischen Befunde auch nicht bestätigt werden, dass „in der Umgebung [...]

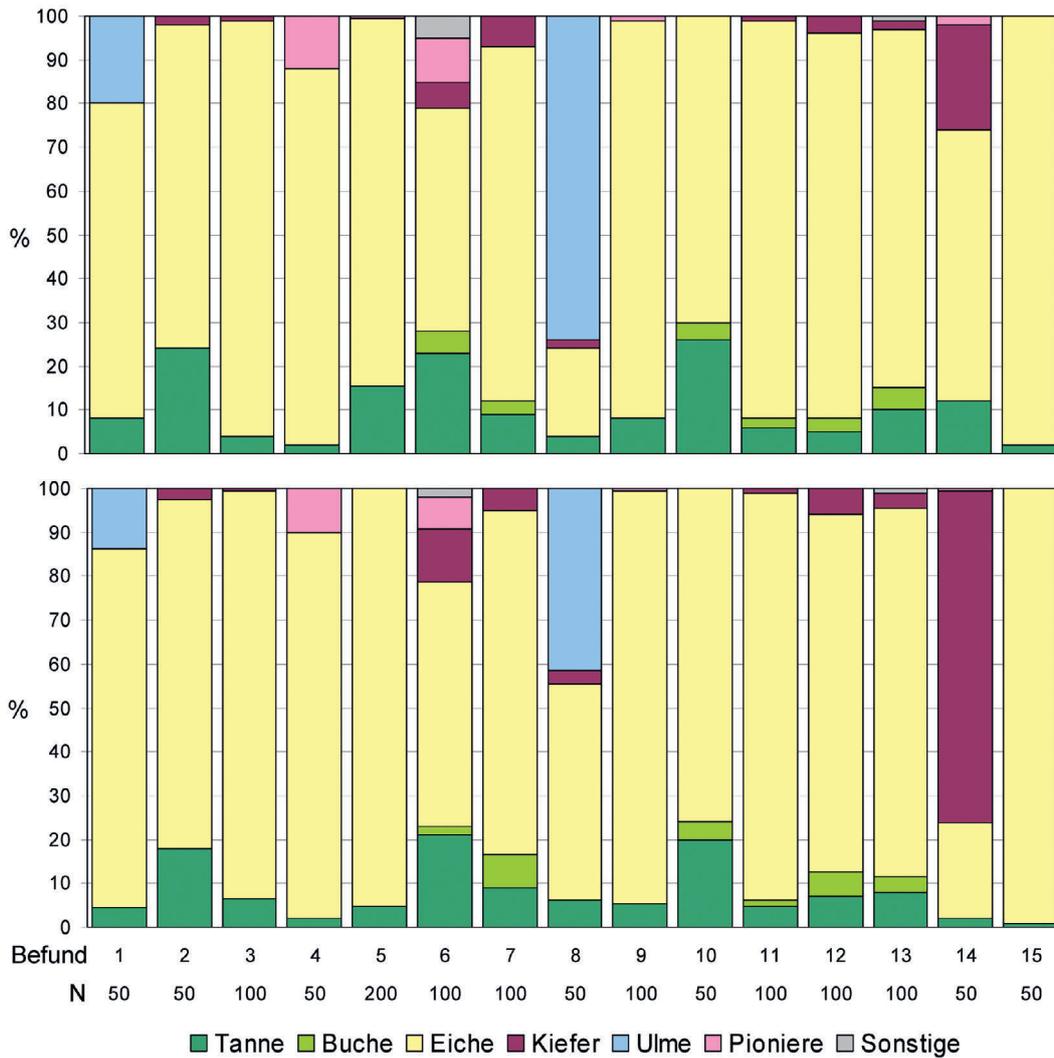
kaum noch natürliche Rotbuchen-Weißtannen-Wälder sondern bewirtschaftete, künstliche Mittel- und Niederwälder, geprägt von Hasel, Birke und Eiche“ wuchsen (Gassmann u. a. 2006, 298–301). Diese Annahme wird aus einem außerordentlich schwer und mit großen Unsicherheiten interpretierbaren Pollenprofil hergeleitet, und zwar primär für die nähere, etwa 10 km entfernt liegende Umgebung der Bruckmisse bei Oberreichenbach, allerdings als Präzedenzfall für einen weit größeren Raum, für das Nordschwarzwälder Eisenerzrevier und auch für unsere Ausgrabungsstätte.

#### Waldrennach-Herrenbusch 2004

Alle Einzelproben der Ausgrabung Waldrennach-Herrenbusch 2004 werden von Eiche dominiert (Tab. 9; Abb. 125), mit einer Ausnahme, in der als Besonderheit Ulmenholzkohle vorherrscht (Probe Labor-Nr. 8) – nach Stückzahl; nach Gewicht herrscht auch hier die Eiche vor. Stets beigemischt ist in den Proben Holzkohle von Tanne, seltener auch von Kiefer, Buche, Ahorn oder Pioniergehölzen (Birke, Weide, Hasel). Aufgrund der vielfach sehr kleinen Stückgröße lassen sich zur Stärke des genutzten Holzes für die Einzelproben oft nur Tendenzen angeben. Von Eiche wurde vor allem starkes Holz verwendet, ob von Stämmen oder dicken Ästen bleibt zu prüfen. Demgegenüber wurde von Tanne sowohl sehr schwaches Holz (Zweige und kleine Äste) als auch starkes verwendet (Tab. 8).

Alle analysierten Proben sind im Zusammenhang mit dem Betrieb der Rennöfen und der Eisenerzverhüttung zu sehen (Gassmann u. a. 2006, 288; 291) und lassen bisher aufgrund der einheitlichen Befundlage keine weitere Differenzierung zu. Jedoch dürfte es sich weitgehend um die Nutzung des Hauptenergieträgers für den Verhüttungsprozess handeln, der vor allem erfasst wurde: das sehr energiereiche Hartholz von stärkeren Eichensortimenten. Für Anzündeprozesse u. ä. könnte das leichter spalt- bzw. entzündbare Schwachholz von Tannen gedient haben. Zudem kommt das stärkere Holz sowohl von Eiche als auch von Tanne als gut geeignetes Konstruktions- und Bauholz in Frage. Ein ähnliches Bild lässt sich aufgrund der (etwas differenzierteren) anthrakologischen Ergebnisse für das Areal Hirschgarten entwerfen, wobei dort in viel stärkerem Maße Tannenholz erfasst wurde, sowohl schwaches als auch stärkeres, andererseits zusätzlich Buche als Energieträger (vgl. Kap. Waldrennach-Hirschgarten 2006; Abb. 124; 126; 127).

Zur Frage, ob die zur Verhüttung verwendete Holzkohle hier unmittelbar vor Ort in Gruben hergestellt wurde (Grubenköhlerei), lassen sich keine eindeutigen Aussagen ableiten. Die bei der Ausgrabung Herrenbusch 2004 dokumentierten und als Kennzeichen für Meilergruben beschriebenen „deutlichen Brandrötungen“ (Gassmann



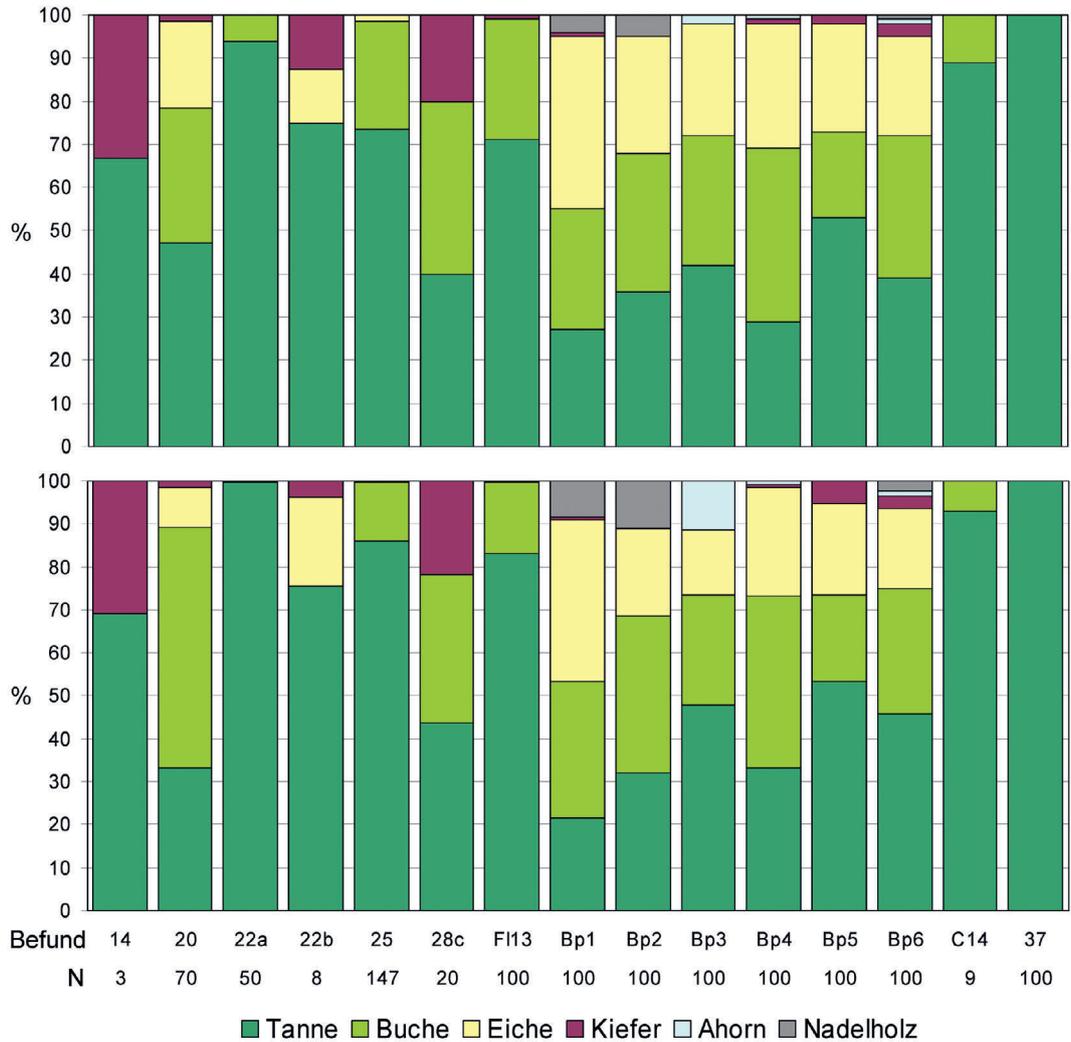
125 Holzkohleanalytische Ergebnisse der Ausgrabung Waldrennach, Herrenbusch 2004. Anteil der Taxa in den Einzelproben Nr. 1 bis 15 nach Stückzahl (oben) und nach Gewicht (unten). N Anzahl der Analysen (Stückzahl).

u. a. 2006, 288; Gassmann/Wieland 2006, 100) sprechen jedenfalls nach unserer Einschätzung nicht für die Herstellung von Holzkohle, sondern viel eher für Prozesse des Holzkohleverbrauchs und pyrotechnische Einwirkungen. Dabei werden nämlich erheblich höhere Temperaturen erzielt (Gassmann u. a. 2006, 294), durch die entsprechende Boden- bzw. Gesteins-Merkmale erst hervorgerufen werden können. Demgegenüber bleibt die Temperatur an der Basis von Holzkohlemeilern nach unseren Erfahrungen während des gesamten (mehrwöchigen) Verkohlungsprozesses so niedrig, dass der hölzerne Unterbau (Rost) von stehenden Rundmeilern zum Teil sogar unverkohlt erhalten bleibt. Dies wurde jedenfalls bei allen sechs Meilern, mit denen das Städtische Forstamt Freiburg in den letzten Jahren Holzkohle auf traditionelle Weise hergestellt hat, übereinstimmend beobachtet (Ludemann 2015b, 33; 46; 49). Ungeachtet dessen erscheint die Herstellung von Holzkohle vor Ort, in unmittelbarer Nähe der Verbrauchsorte, durchaus naheliegend, sofern das benötigte Holz auch in der Nähe vorhanden war.

#### Waldrennach-Hirschgarten 2006

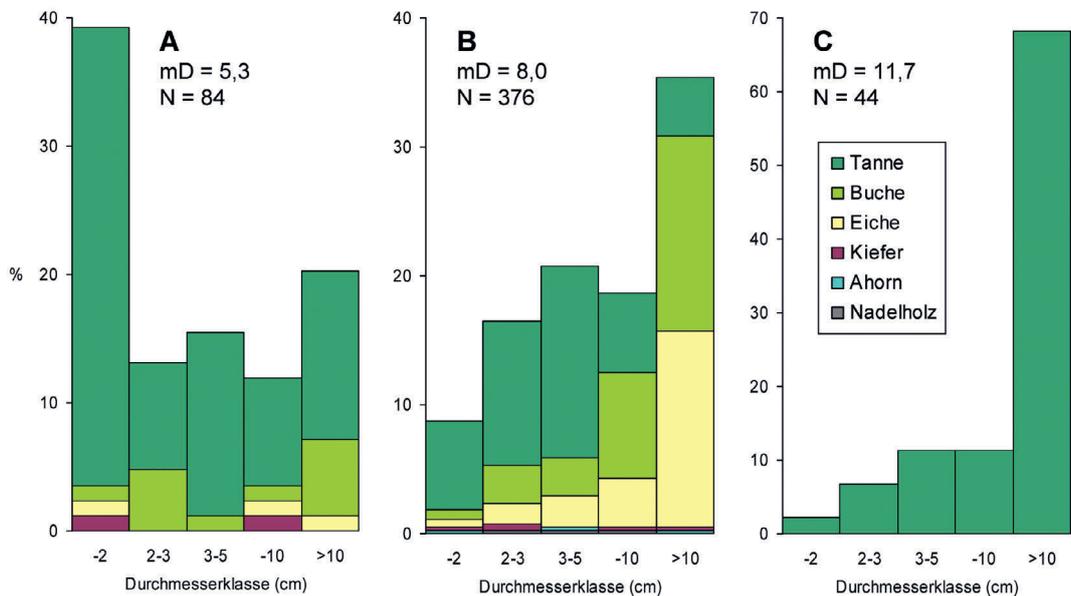
Hier sind entweder Tanne, Buche und/oder Eiche codominant, vor allem in den sechs Bodenproben aus Befund 11 (Bp 1–6, Holzkohledepot), oder Tannenholzkohle herrscht vor, insbesondere in den Einzelproben mit wenigen großen Stücken (für die Radiokarbondatierung) und in Befund 37. In drei Proben erreicht auch die Kiefer einen höheren Anteil (Tab. 10; Abb. 126).

Die analysierten Holzkohlen dürften von verschiedenen Arbeitsschritten stammen, die Tätigkeiten von der Erzaufbereitung und Verhüttung bis zur ersten Weiterverarbeitung umfassen, wobei der Betrieb der Rennfeueröfen und ein Holzkohledepot eine zentrale Rolle spielen (Gassmann/Wieland 2007b, 83). Aufgrund der Befundlage (archäologisch und anthrakologisch) lässt sich demnach eine Differenzierung der Holznutzung ableiten, wobei (1) Rennofenbedienung und -betrieb, (2) das gesonderte Holzkohledepot, das ebenfalls dem Betrieb der Rennfeueröfen zugeordnet wird, und (3) eine Probe, mit der in stärkerem Maße Konstruktionselemente erfasst wurden, unterschieden wurden (Tab. 10; Abb. 127).



126 Holzkohleanalytische Ergebnisse der Ausgrabung Waldrennach, Hirschgarten 2006. Anteil der nachgewiesenen Taxa in den Einzelproben nach Stückzahl (oben) und Gewicht (unten). In der vorletzten Säule (C14) sind fünf anthrakologisch analysierte Radiokarbonproben zusammengefasst. N Anzahl der Analysen (Stückzahl).

127 Ergebnis der Holzkohlenanalyse nach Schwerpunkt der Nutzungsart. Verteilung auf Taxa und Stärken. A Ofenbedienung, B Holzkohledepot, C Ofenkonstruktion/Bauholz. Man beachte die unterschiedliche Skalierung der Größenachse (Y). mD mittlerer Durchmesser (cm). N Anzahl der Analysen.



Im Bereich der Rennöfen wurden überwiegend Rückstände von schwächerem Nadelholz gefunden, das vor allem von den Anzünde- und Bedingungsprozessen der Öfen stammen wird. Die umfangreichen Proben von Befund 11, dem Holzkohledepot (Bp 1–6), geben Auskunft darüber, welches Holz als Hauptenergieträger verwendet wurde, nämlich in weit größerem Umfang das energiereiche Laubhartholz von Eiche und Buche in stärkeren Sortimenten. Zugleich finden sich auch hier von Tanne mehrheitlich Rückstände von schwächerem Holz, vor allem Durchmesserklassen 2 und 3 (mD-Wert 5,9 cm), – von Eiche und Buche dagegen deutlich stärkeres Holz (vor allem Klassen 4 und 5; mD-Wert 11,4 bzw. 10,0 cm). Ob letzteres von starken Ästen oder von Stämmen stammt, bleibt auch hier zu prüfen.

Bef. 37 fällt durch seinen relativ hohen mD-Wert von 11,7 cm der hier ausschließlich nachgewiesenen Tannenholzkohlen auf und lässt sich wiederum gut mit der Eignung des geraden, starken und gut bearbeitbaren Tannenholzes für Konstruktionen und Bauzwecke erklären.

### 3.3 Schlussfolgerung

Aufgrund der (wenigen) bisher aus dem Neuenbürger Erzrevier vorliegenden Holzkohleanalysen lassen sich erste Zusammenhänge bei der Ressourcennutzung von Holz bzw. Holzkohle sowie deren Verfügbarkeit in der Landschaft ableiten und erkennen. Dies ist jedoch zur Nachzeichnung eines – hinsichtlich Raum und Zeit sowie Art und Zweck der Holz(kohle)nutzung – differenzierten und allgemeingültigeren Bildes völlig unzureichend, nicht zuletzt auch weil die Ergebnisse der beiden erfassten Grabungskampagnen doch recht unterschiedliche Schwerpunkte aufzeigen. Erforderlich wäre eine umfassende, systematische Probenahme bzw. – sofern diese erfolgte – dann vor allem die systematische Analyse und Verknüpfung mit möglichst exakten Befundbeschreibungen, die auf ausreichender anthrakologischer Datenbasis (Stückzahl unfragmentiert) eine differenzierende Aussage für bestimmte Zeitabschnitte, bestimmte Lokalitäten bzw. Gebiete und bestimmte Nutzungszwecke erlauben. Bei den entsprechenden umfassenden anthrakologischen Analysen kann dann auch der weitergehende Informationsgehalt der in der Holzkohle erhaltenen holzanatomischen Strukturen/Merkmale, wie zum Beispiel die Jahrringanzahl und -breite (Nelle 2016), mit erfasst und für weitergehende Aussagen genutzt werden.

## 4 ALTERSBESTIMMUNG MITTELS <sup>14</sup>C-ISOTOPIE

Von verschiedenen Verhüttungsplätzen im Neuenbürger Erzrevier wurden Schlacken mit Holzkohleresten aufgesammelt, die repräsentativ be-

probt und mittels <sup>14</sup>C-Isotopenanalytik datiert wurden (Messungen Bernd Kromer, CEZA Mannheim). Die resultierenden Datierungen sind jeweils am betreffenden Fundort vermerkt (vgl. Kap. 5.4). Zwei weitere <sup>14</sup>C-Proben stammen aus den Grabungen Schnaizteich (S3, Kap. 5.4.3) von 2007. Das Gros der beprobten Materialien lieferte allerdings der Fundort im Grösseltal (GR\_Q, Kap. 5.4.7) aus den Grabungsjahren 2009 und 2010 (Tab. 11). Im Folgenden wird der Fokus daher auch auf den Ergebnissen der Proben aus dem Grösseltal liegen.

Die beiden Proben vom Schnaizteich stammen jeweils aus Befund 9 (Rennofen); es handelte sich um kleinstückige Holzkohlen. Ein weiteres Datum stammt aus der Grabung Herrlenbusch sowie ein zusätzliches Ergebnis von einem Schlackenplatz im Käfersteigerevier. Das Ergebnis der Grabung Herrlenbusch, welches über Holzkohle aus einem Schlackenklotz gewonnen wurde, scheint mit der Datierung 1188–1003 calBC (2 $\sigma$ ) jedoch fehlerhaft zu sein.

Die in den Jahren 2009 und 2010 entnommenen Proben aus den Grabungen im Grösseltal datieren fast ausschließlich in das Hallstattplateau sowie die Frühlatènezeit. Die innerhalb 2 $\sigma$  kalibrierten Werte liegen im Bereich 788–190 calBC (Abb. 128). Analysen wurden nicht an Schlackenholzern durchgeführt, sondern an Holzkohlestücken oder kleinteiliger Holzkohle, teils aus Lehmschichten. Bei 16 der 27 ergebnisträchtigen Daten aus dem Grösseltal stammen die Proben aus eindeutigen Befundkontexten. Im Allgemeinen wurden die Proben aus der Umgebung der Rennöfen genommen; entweder aus den Rennöfen selbst, den Vorgruben oder auch aus einem partiell angeschnittenen Holzkohledepot. Der jeweilige Befundkontext kann der Tabelle mit den Analyseergebnissen (Tab. 11) entnommen werden. Mit Befund 186 (Labornr. 14310) wurde Holzkohle aus einer großflächigen Rutschmasse braunen sandigen Lehms mit grobem Blockschutt und zahlreichen Holzkohleflittern beprobt, die bis an das hintere Ende der Reste des Rennofens (Bef. 181) heranreichte. Das <sup>14</sup>C-Datum 1417–1310 calBC scheint eher ein bronzezeitliches Ereignis zu datieren und nicht den Zeitpunkt, während dem die Erdmasse in Bewegung kam, da die Rutschmasse zum Teil eisenzeitliche Schichten überdeckte. Ebenso verhält es sich mit dem Datum ohne Befundkontext, das aus der Fläche E95 stammt (Labornr. 14301). Auch hier wurde ein spätbronzezeitliches Ergebnis erzielt (Abb. 129). Das mit Abstand älteste Datum (15205–14839 calBC, Labornr. 14321) stammt aus der sogenannten Schotterschicht (Bef. 100). Diese Schicht zieht sich über weite Bereiche des Verhüttungsplatzes und konnte über eine weite Fläche der Grabung beobachtet werden. Wo sie dokumentiert werden konnte wurden die gesamten Befunde von dieser Schotter-



**Tabelle 8** Ergebnis der Holzkohleanalyse montanarchäologischer Ausgrabungen zur keltischen Eisenverhüttung im Neuenbürger Erzrevier. Oben: Waldrennach Herrenbusch 2004 (15 Proben). Unten: Waldrennach Hirschgarten 2006 (19 Proben). Anteil der Holzgattungen und deren Verteilung auf Durchmesserklassen sowie mittlere Stärke (mD) und Stückgewicht (G/N). n für mD: Datenbasis für die Ermittlung der Holzstärke je Gattung.

		Stückzahl		Gewicht		Stückzahl N mit Durchmesser ... [cm]						n für mD	mD [cm]	Stück-G G/N [g]
		N	N%	G [g]	G%	-2	>2-3	>3-5	>5-10	>10	?			
<b>Ausgrabung Herrenbusch 2004</b>														
Eiche	<i>Quercus</i>	988	79,0	68,98	70,1	3	8	14	35	89	839	149	11,3	0,07
Tanne	<i>Abies</i>	135	10,8	5,63	5,7	12	3	1	10	15	94	41	7,9	0,04
Ulme	<i>Ulmus</i>	47	3,8	0,85	0,9	0	0	1	1	0	45	2	5,8	0,02
Kiefer	<i>Pinus</i>	35	2,8	21,10	21,4	1	1	3	6	1	23	12	6,3	0,60
Buche	<i>Fagus</i>	20	1,6	1,01	1,0	1	0	0	1	0	18	2	4,3	0,05
Birke	<i>Betula</i>	9	0,7	0,47	0,5	0	0	0	0	0	9	0		0,05
Weide	<i>Salix</i>	8	0,6	0,11	0,1	0	0	0	0	0	8	0		0,01
Ahorn	<i>Acer</i>	6	0,5	0,16	0,2	0	0	0	0	0	6	0		0,03
Hasel	<i>Corylus</i>	2	0,2	0,07	0,1	0	0	0	0	0	2	0		0,04
Summe		1250	100	98,38	100	17	12	19	53	105	1044	206	10,2	0,08
<b>Ausgrabung Hirschgarten 2006</b>														
Tanne	<i>Abies</i>	609	55,0	187,52	66,9	57	52	73	35	58	334	275	5,9	0,31
Buche	<i>Fagus</i>	282	25,5	51,17	18,3	4	15	12	32	62	157	125	10,1	0,18
Eiche	<i>Quercus</i>	187	16,9	31,33	11,2	3	6	9	15	58	96	91	11,4	0,17
Kiefer	<i>Pinus</i>	15	1,4	2,35	0,8	2	2	0	2	1	8	7	5,3	0,16
Ahorn	<i>Acer</i>	4	0,4	3,51	1,3	1	0	1	0	1	1	3	6,7	0,88
Nadelholz		10	0,9	4,35	1,6	0	1	1	1	0	7	3	4,7	0,44
Summe		1107	100	280,23	100	67	76	96	85	180	603	504	7,9	0,25

**Tabelle 9** Holzkohleanalytische Ergebnisse der Ausgrabung Waldrennach Herrenbusch 2004. Prozentualer Anteil der nachgewiesenen Gehölztaxa in den 15 Einzelproben nach Stückzahl sowie mittlere Stärke (mD) und Stückgewicht (G/N). n für mD: Datenbasis für die Ermittlung der Holzstärke je Gattung.

Labor-Nr.	Befund	Fraktion [mm]	N	Anzahl Taxa	Eiche [%]	Tanne [%]	Ulme [%]	Kiefer [%]	Buche [%]	Birke [%]	Weide [%]	Ahorn [%]	Hasel [%]	n für mD	mD [cm]	G/N [g]
1	10	>2	50	3	72,0	8,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	8,1	0,03
2	4 e	>2	50	3	74,0	24,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1,0	0,02
3	6 a	>4	100	3	95,0	4,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9	8,6	0,06
4	10	>2	50	3	86,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0			0,01
5	10b	>4	200	3	84,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	95	11,6	0,15
6	6 a	>4	100	7	51,0	23,0	0,0	6,0	5,0	8,0	0,0	5,0	2,0	7	8,1	0,05
7		>4	100	4	81,0	9,0	0,0	7,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18	7,9	0,06
8	10	>2	50	4	20,0	4,0	74,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	4,2	0,03
9	10	>4	100	3	91,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	14	11,5	0,04
10	9a 9b	>4	50	3	70,0	26,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	5,2	0,02
11		>4	100	4	91,0	6,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	10,0	0,06
12		>4	100	4	88,0	5,0	0,0	4,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9	8,7	0,03
13		>2	100	5	82,0	10,0	0,0	2,0	5,0	0,0	0,0	1,0	0,0	8	10,9	0,06
14			50	4	62,0	12,0	0,0	24,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	20	9,0	0,52
15	7	>2	50	2	98,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,04
Total			1250	9	79,0	10,8	3,8	2,8	1,6	0,7	0,6	0,5	0,2	206	10,2	0,08

**Tabelle 10** Holzkohleanalytische Ergebnisse der Ausgrabung Waldrennach Hirschgarten 2006. Prozentualer Anteil der nachgewiesenen Gehölztaxa in den 19 Einzelproben nach Stückzahl sowie mittlere Stärke (mD) und Stückgewicht (G/N). n für mD: Datenbasis für die Ermittlung der Holzstärke je Gattung. Bp Bodenprobe.

Befund	Fund/Probe	Fraktion	Höhe üNN [m]	N	Anzahl Taxa	Tanne [%]	Buche [%]	Eiche [%]	Kiefer [%]	Ahorn [%]	Nadelholz [%]	n für mD	mD [cm]	G/N [g]
<b>Ofen, Betrieb/Bedienung</b>				<b>406</b>	<b>5</b>	<b>69,5</b>	<b>24,4</b>	<b>4,2</b>	<b>2,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>84</b>	<b>5,3</b>	<b>0,50</b>
14				3	2	66,7	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	2	1,0	0,04
20				70	4	47,1	31,4	20,0	1,4	0,0	0,0	18	9,0	0,11
22a				50	2	94,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19	2,2	1,03
22a		C14		1	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	2,5	2,06
22b				8	3	75,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	2	1,0	0,07
25		>2		147	3	73,5	25,2	1,4	0,0	0,0	0,0	12	6,3	0,68
28c				20	3	40,0	40,0	0,0	20,0	0,0	0,0	12	1,8	0,02
Fl13				100	3	71,0	28,0	0,0	1,0	0,0	0,0	11	4,9	0,10
Fl13	F13	C14		1	1	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	15,0	2,59
Fl13	F29	C14		3	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	15,0	7,23
Fl13	F49	C14		3	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	7,7	2,18
<b>Holzkohledepot</b>				<b>601</b>	<b>5</b>	<b>37,8</b>	<b>30,4</b>	<b>28,3</b>	<b>1,2</b>	<b>0,7</b>	<b>1,7</b>	<b>376</b>	<b>8,0</b>	<b>0,23</b>
11	Bp1	>5	609,45-65	100	4	27,0	28,0	40,0	1,0	0,0	4,0	72	9,2	0,19
11	Bp2	>5	609,53-55	100	3	36,0	32,0	27,0	0,0	0,0	5,0	51	8,2	0,20
11	Bp3	>5	609,55-57	100	4	42,0	30,0	26,0	0,0	2,0	0,0	73	9,0	0,27
11	Bp4	>5	609,57-59	100	5	29,0	40,0	29,0	1,0	1,0	0,0	54	7,5	0,24
11	Bp5	>5	609,59-61	100	4	53,0	20,0	25,0	2,0	0,0	0,0	64	7,5	0,23
11	Bp6	>5	609,61-65	100	5	39,0	33,0	23,0	3,0	1,0	1,0	61	6,4	0,22
11	F27	C14		1	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	7,5	3,70
<b>Konstruktions-/Bauholz</b>				<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>44</b>	<b>11,7</b>	<b>0,27</b>
37				100	1	100,0	1	0,0	0,0	0,0	0,0	44	11,7	0,27
Total				1107	5	55,0	25,5	16,9	1,4	0,4	0,9	504	7,9	0,25



# LITERATUR

## ANREITER U. A. 2010

P. Anreiter/G. Goldenberg/K. Hanke/R. Krause/W. Leitner/F. Mathis/K. Nicolussi/K. Oeggel/E. Pernicka/M. Prast/J. Schibler/I. Schneider/H. Stadler/T. Stöllner/G. Tomedi/P. Tropper (Hrsg.), Mining in European History and Its Impact on Environment and Human Societies. Proceedings for the 1<sup>st</sup> Mining in European History-Conference of the SFB-HiMAT, 12.–15. November 2009, Innsbruck (Innsbruck 2010).

## BACHMANN 1982

H.-G. Bachmann, The Identification of Slags from Archaeological Sites. UCL Institute of Archaeology Publications (London 1982).

## BEHAGHEL 1939

H. Behaghel, Eine latènezeitliche Eisenverhüttungsanlage in der Minnerbach bei Siegen. *Germania* 23, 1939, 228–237.

## BEHRENDTS 1981

R.-H. Behrendts, Birkenfeld. In: Bittel u. a. 1981, 306.

## BEHRENDTS 1996

R.-H. Behrendts, Die vor- und frühgeschichtliche Besiedlung des Nagolder Beckens. In: *Der Landkreis Calw. Ein Jahrbuch* (Calw 1996) 41–53.

## BENDER 1985

F. Bender, Angewandte Geowissenschaften. Band 2. Methoden der Angewandten Geophysik und mathematische Verfahren in den Geowissenschaften (Stuttgart 1985).

## BERNARD U. A. 2012

L. Bernard/H. von der Osten-Woldenburg/G. Wieland, Neue geophysikalische und archäologische Untersuchungen auf dem Schlossberg von Neuenbürg. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2011 (2012) 118–122.

## BERNARD U. A. 2013

L. Bernard/S. Gentner/G. Wieland, Fortsetzung der Untersuchungen in der frühlatènezeitlichen Handwerkersiedlung am Neuenbürg Schlossberg. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2012 (2013) 142–144.

## BERNARD U. A. 2014

L. Bernard/S. Gentner/G. Wieland, Archäologische Sondagen am Nordhang des Battert bei Baden-Baden. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2013 (2014) 132–133.

## BERNARD U. A. 2018

L. Bernard, S. Gentner/L. Scholtus/G. Wieland, Neue archäologische Untersuchungen an den vorgeschichtlichen Befestigungsanlagen auf dem Battert bei Baden-Baden. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2017 (2018) 117–118.

## BERNARD/WIELAND 2009

L. Bernard/G. Wieland, Sondagen an den vorgeschichtlichen Befestigungsanlagen auf dem Battert bei Baden-Baden. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2008 (2009) 91–94.

## BERNARD/WIELAND 2011

L. Bernard/G. Wieland, Keltische Siedlungsspuren auf den Nordterrassen des Neuenbürg Schlossberges. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2010 (2011) 117–120.

## BIEL 1987

J. Biel, Vorgeschichtliche Höhensiedlungen in Südwürttemberg-Hohenzollern. *Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgeschichte Baden-Württemberg* 24 (Stuttgart 1987).

## BIELENIN 1977

K. Bielenin, Einige Bemerkungen über das altertümliche Eisenhüttenwesen im Burgenland. In: *Archäologische Eisenforschung in Europa, mit besonderer Berücksichtigung der ur- und frühgeschichtlichen Eisengewinnung und Verhüttung im Burgenland. Vorträge zum Internationalen Symposium Eisenstadt 1975. Wiss. Arb. Burgenland* 59 (Eisenstadt 1977) 49–62.

## BITTEL U. A 1981

K. Bittel/W. Kimmig/S. Schiek (Hrsg.), Die Kelten in Baden-Württemberg (Stuttgart 1981).

## BOFINGER/HESSE 2010

J. Bofinger/R. Hesse, Der Einsatz von Airborne Laserscanning zur Entdeckung von archäologischen Geländedenkmälern. In: J. Bofinger/M. Merkl, Mit Hightech auf den Spuren der Kelten. *Arch. Inf. Baden-Württemberg* 61 (Esslingen 2010) 70–89.

## BRAUNS U. A. 2012

M. Brauns/G. Gassmann/R. Schwab, Provenienzanalysen zur Zirkulation von Eisenobjekten während der Eisenzeit in Ostfrankreich und Süddeutschland mittels Os-Isotopie und Spurenelementanalytik. In: F. Schlüter/S. Greiff/M. Prange (Hrsg.), Jahrestagung an der Eberhard Karls Universität Tübingen, 28.–31. März 2012. *Archäometrie und Denkmalpflege* 2012. *Metalla Sonderh.* 5 (Bochum 2012) 115–117.

## BRAUNS U. A. 2013

M. Brauns/R. Schwab/G. Gassmann/G. Wieland/E. Pernicka, Provenience of Iron Age Iron in Southern Germany. A New Approach. *Journal Arch. Scien.* 40, 2, 2013, 841–849.

## BRILL 1984

R. Brill, Geologische Karte 1:25000 von Baden-Württemberg. Erläuterungen zu Blatt 7118 Pforzheim-Süd. (Stuttgart 1984).

## DAMMINGER 2004

F. Damminger, Keltisches und Karolingisches aus Nagold, Kr. Calw. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2003 (2004) 74–77.

## DAMMINGER/WIELAND 2003

F. Damminger/G. Wieland, Ausgrabungen auf dem Rudersberg, Stadt Calw. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2002 (2003), 92–95.

## DAMMINGER/WIELAND 2004

F. Damminger/G. Wieland, Zur Fortsetzung der Grabungen auf dem Rudersberg bei Calw. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2003 (2004), 77–81.

## DAMMINGER/WIELAND 2007

F. Damminger/G. Wieland, Calw – Geschichte einer Stadt: Vor- und Frühgeschichte (Calw 2007).

## DILLMANN U. A. 2017

P. Dillmann/R. Schwab/S. Bauvais/M. Brauns/A. Disser/S. Leroy/G. Gassmann/P. Fluzin, Circulation of Iron Products in the North-Alpine Area during the End of the First Iron Age (6<sup>th</sup>–5<sup>th</sup> c. BC): A Combination of Chemical and Isotopic Approaches. *Journal Arch. Scien.* 87, 2017, 108–124.

## DRIEHAUS 1965

J. Driehaus, Fürstengräber und Eisenerze zwischen Mittelrhein und Saar. *Germania* 43, 1965, 32–49

## ELLENBERG 1996

H. Ellenberg, Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen (Stuttgart 1996).

## ESCHENLOHR/SERNEELS 1991

L. Eschenlohr/V. Serneels, Les bas fourneaux Mérovingiens de Boécourt, les Boulies (Ju/Suisse). *Cahier arch. jurassienne* 3 (Porrentruy 1991).

## FEZER 1979

F. Fezer, Topographischer Atlas Baden-Württemberg (Neumünster 1979).

## FRANK 1982

M. Frank, Geologische Karte 1:25000 von Baden-Württemberg. Erläuterungen zu Blatt 7117 Birkenfeld (früher Neuenbürg). (Stuttgart 1982).

## FRENZEL 2001

B. Frenzel, Vom Wald zum Forst – Der beschwerliche Weg im Nordschwarzwald. In: S. Lorenz (Hrsg.), *Der Nordschwarzwald – Von der Wildnis zur Wachstumsregion* (Filderstadt 2001) 14–24.

## GARNER 2010

J. Garner, Der latènezeitliche Verhüttungsplatz in Siegen-Niederschelden „Wartestraße“. *Metalla Sonderh.* 17, 1/2 (Bochum 2010).

## GASSMANN 1996

G. Gassmann, Untersuchung von Verhüttungsanlagen in Neuenbürg, „Schnaiz-

- teich“, Enzkreis. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1995 (1996) 155–158.
- GASSMANN/AUGSTEIN 2014**  
G. Gassmann/M. Augstein, Archäologisch-naturwissenschaftliche Untersuchungen einer Späthallstatt-/frühlatènezeitlichen Siedlung mit Eisenerzverhüttung bei St. Johann-Würtingen auf der Schwäbischen Alb. Fundber. Baden-Württemberg 32,2, 2014, 237–278.
- GASSMANN/KLEIN 2004**  
G. Gassmann/F. Klein, Rohstoff- und siedlungsarchäologische Untersuchungen bei St. Johann, Kreis Reutlingen. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2003 (2004) 81–85.
- GASSMANN/SCHÄFER 2013**  
G. Gassmann/A. Schäfer, Zu den Anfängen der Eisenproduktion im Bayerischen Donaugebiet. In: S. Sievers/M. Leicht/B. Ziegler (Hrsg.), Ergebnisse der Ausgrabungen in Manching „Altenfeld“ 1996–1999. Ausgr. Manching 18 (Wiesbaden 2013) 337–375.
- GASSMANN/SCHÄFER 2014**  
G. Gassmann/A. Schäfer, Early Iron Production in Germany – A Short Review. In: B. Cech/Th. Rehren (Hrsg.), Early Iron in Europe. Monogr. instrumentum 50 (Drémil-Lafage 2014) 21–32.
- GASSMANN/SCHÄFER 2018**  
G. Gassmann/A. Schäfer, Doubting Radiocarbon Dating from In-Slag Charcoal. Five Thousand Years of Iron Production at Wetzlar-Dalheim? Arch. Rozhledy 70, 2018, 309–327.
- GASSMANN/WIELAND 2005**  
G. Gassmann/G. Wieland, Frühkeltische Eisenproduktion im Nordschwarzwald. Rennöfen des 5. Jahrhunderts v. Chr. bei Neuenbürg-Waldrennach/Enzkreis. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2004 (2005) 102–107.
- GASSMANN/WIELAND 2006**  
G. Gassmann/G. Wieland, Weitere Erkenntnisse zur frühkeltischen Eisenproduktion im Nordschwarzwald bei Neuenbürg-Waldrennach/Enzkreis. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2005 (2006) 97–101.
- GASSMANN/WIELAND 2007A**  
G. Gassmann/G. Wieland, Archäologische Untersuchung eines Schlacken- und Frühlattenezeit im Hirschgarten bei Neuenbürg-Waldrennach/Enzkreis. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2006 (2007) 82–85.
- GASSMANN/WIELAND 2007B**  
G. Gassmann/G. Wieland, Keltisches Eisen aus dem Nordschwarzwald. Auf den Spuren der frühesten Eisenmetallurgie nördlich der Alpen. In: Historisches und Aktuelles. Der Enzkreis 12 (Ubstadt-Weiher 2007) 71–81.
- GASSMANN/WIELAND 2008A**  
G. Gassmann/G. Wieland, Systematische Untersuchungen an Eisenproduktionsstätten der Späthallstatt- und Frühlattenezeit im Neuenbürger Erzrevier. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2007 (2008) 88–93.
- GASSMANN/WIELAND 2008B**  
G. Gassmann/G. Wieland, Heißes Eisen beim kalten Herz. Keltische Eisenproduktion bei Neuenbürg im Nordschwarzwald. Denkmalpf. Baden-Württemberg 37,3, 2008, 140–143.
- GASSMANN/WIELAND 2009**  
G. Gassmann/G. Wieland, Weitere Untersuchungen zur frühkeltischen Stahlproduktion im Montanrevier von Neuenbürg/Enzkreis. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2008 (2009) 94–97.
- GASSMANN/WIELAND 2010**  
G. Gassmann/G. Wieland, Neuenbürg-Waldrennach/Enzkreis: Fortsetzung der montanarchäologischen Untersuchungen im Grösseltal. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2009 (2010) 109–113.
- GASSMANN/WIELAND 2013**  
G. Gassmann/G. Wieland, Neu entdeckte keltische Rennfeueröfen im Grösseltal bei Neuenbürg. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2012 (2013) 138–141.
- GASSMANN/YALÇIN 2009**  
G. Gassmann/Ü. Yalçin, Die archäometallurgischen Arbeiten des Jahres 2007. Metall 16,2, 2009, 147–177.
- GASSMANN U. A. 2005A**  
G. Gassmann/A. Hauptmann/Ch. Hübner/Th. Ruthardt/Ü. Yalçin, Forschungen zur keltischen Eisenverhüttung in Südwestdeutschland. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 92 (Stuttgart 2005).
- GASSMANN U. A. 2005B**  
G. Gassmann/Ü. Yalçin /A. Hauptmann, Die archäometallurgischen Materialuntersuchungen zur keltischen Eisenerzverhüttung in Baden-Württemberg. In: Gassmann u. a. 2005a, 84–111.
- GASSMANN U. A. 2006**  
G. Gassmann/M. Rösch/G. Wieland, Das Neuenbürger Erzrevier im Nordschwarzwald als Wirtschaftsraum während der Späthallstatt- und Frühlattenezeit. Germania 84, 2006, 273–306.
- GASSMANN U. A. 2011**  
G. Gassmann/B. Matthes/G. Wieland, Vorläufiger Abschluss der montanarchäologischen Untersuchungen im Grösseltal bei Neuenbürg. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2010 (2011) 112–117.
- GASSMANN U. A. 2022**  
G. Gassmann/S. Schade-Lindig/M. Zeiler, Eisenerz. Seit Jahrtausenden gefragt. In: Bergbau durch die Jahrtausende. Montanarchäologie in Deutschland. Arch. Deutschland Sonderh. 23 (Stuttgart 2022).
- GOESSLER U. A. 1930**  
P. Goessler/F. Hertlein/O. Paret, Die Römer in Württemberg II (Stuttgart 1930).
- GRAEFE 2009**  
J. Graefe, Mahlsteine: Funktion, Fertigung und Verbreitung. Arch. Inf. 32,1/2, 2009, 75–81.
- HALD 2009**  
J. Hald, Die Eisenzeit im Oberen Gäu. Materialh. Arch. Baden-Württemberg 86 (Stuttgart 2009).
- HECHT/FASSBINDER 2006**  
S. Hecht/J. Faßbinder, Der Blick in den Untergrund: Magnetometrie und Geoelektrische Tomographie in der Geoarchäologie. Geogr. Rundschau 58,4, 2006, 38–45.
- HOFFMANN 2007**  
G. Hoffmann, Spuren früher Zeiten. Funde und Fundstätten im Landkreis Rastatt. Eine Materialkunde zur Vor- und Frühgeschichte. Bestandsaufnahme und Dokumentation. Sonderveröff. Kreisarchiv Rastatt 5 (Ubstadt-Weiher 2007).
- HOLTMAYER-WILD 2000**  
V. Holtmeyer-Wild, Vorgeschichtliche Reibsteine aus der Umgebung von Mayen. Reibsteine aus Basaltlava. Vulkanpark-Forsch. 3 (Mainz 2000).
- HOLTMAYER-WILD 2014**  
V. Holtmeyer-Wild, Preliminary Report on a Quern and Millstone Production Site from the Iron Age and the Medieval Period at Mount Ruderbüsch, Western Eifel Region, Germany. AmS-Skrifter 24, 2014, 159–163.
- HÜBNER 2005**  
Ch. Hübner, Geophysikalische Untersuchungen an ausgewählten Schlackefundstellen. In: Gassmann u. a. 2005a, 41–51.
- HÜNEKE/WIELAND 2015**  
K. Hüneke/G. Wieland, Keltische Mahlsteinproduktion bei Dossenheim. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2014 (2015) 144–148.
- HÜNEKE/WIELAND 2016**  
K. Hüneke/G. Wieland, „Napoleonshüte“ im Wald. Weitere Forschungen zur frühkeltischen Mahlsteinproduktion bei Dossenheim. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2015 (2016) 121–124.
- JACOMET/KREUZ 1999**  
S. Jacomet/A. Kreuz, Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung (Stuttgart 1999).
- JENSEN 1981**  
I. Jensen, Neuenbürg. In: Bittel u. a. 1981, 437–441.
- JENSEN 1986**  
I. Jensen, Der Schlossberg von Neuenbürg. Eine Siedlung der Frühlattenezeit im Nordschwarzwald. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 8 (Stuttgart 1986).
- JOACHIM/SMYKATZ-KLOSS 1985**  
H. Joachim/W. Smykatz-Kloss, Mineralogische Untersuchungen der manganhaltigen Brauneisen-Baryt-Gänge des Neuenbürger Reviers (N Schwarzwald), BRD. Chemie der Erde 44,4, 1985, 311–339.
- JOCKENHÖVEL/WILLMS 2005**  
A. Jockenhövel/Ch. Willms, Das Dietzhölzetal-Projekt. Archäometallurgische Untersuchungen zur Geschichte und Struktur der mittelalterlichen Eisengewinnung im Lahn-Dill-Gebiet (Hessen). Münster. Beitr. Ur- u. Frühgesch. Arch. 1 (Rahden/Westf. 2005).

**KEMPA 2003**

M. Kempa, Die Ausbeutung der Erzlagerstätten in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. In: M. Böhm/A. Hauptmann/M. Kempa/B. Kromer/W. Reif/H. W. Smettan/I. Wagner/G. Wagner/Ü. Yalçin (Hrsg.), Beiträge zur Eisenverhüttung auf der Schwäbischen Alb. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 55 (Stuttgart 2003) 311–333.

**KLUG-TREPPE 2003**

J. Klug-Treppe, Hallstattzeitliche Höhensiedlungen im Breisgau. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 73 (Stuttgart 2003).

**KRASA 1948**

O. Krasa, Vom Windofen zum Hochofen. In: Heimat- und Geschichtsverein e. V. Siegen (Hrsg.), Wo in den Bergen ruht das Eisen. Siegerland 3 (Kreuztal 1948) 3–47.

**KRAUS/DORNINGER 2004**

K. Kraus/P. Dorninger, Das Laserscanning. Eine neue Datenquelle zur Erfassung der Topographie. Wiener Schr. Geogr. u. Kartogr. 16, 2004, 312–318.

**KRONZ/KEESMANN 2005**

Fayalitische Schmelzsysteme – Ein Beitrag zur vornezeitlichen Eisen- und Buntmetalltechnologie im Dietzhölzetal (Lahn-Dill-Gebiet, Hessen). In: Jockenhövel/Willms 2005, 403–495.

**LANG 2005**

G. Lang, Seen und Moore des Schwarzwaldes als Zeugen spätglazialen und holozänen Vegetationswandels. Andrias 16 (Karlsruhe 2005).

**LANGE 2005**

G. Lange, Gleichstromgeoelektrik. In: K. Knödel/H. Krummel/G. Lange (Hrsg.), Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten. Band 3: Geophysik (Heidelberg 2005) 128–173.

**LEUSCHNER 1997**

Ch. Leuschner, Das Konzept der potentiell natürlichen Vegetation (PNV): Schwachstellen und Entwicklungsperspektiven. Flora 192, 1997, 239–249.

**LFU 1992**

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Potentielle natürliche Vegetation und Naturräumliche Einheiten. Untersuchungen zur Landschaftsplanung 21 (Karlsruhe 1992).

**LUDEMANN 1995A**

Th. Ludemann, Die Holzkohle der montanarchäologischen Grabungen im Revier Sulzburg, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1994 (1995) 341–349.

**LUDEMANN 1995B**

Th. Ludemann, Zwei Kohlplätze im Mittleren Schwarzwald. Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N. 16, 1995, 319–334.

**LUDEMANN 1996**

Th. Ludemann, Die Wälder im Sulzbachtal (Südwest-Schwarzwald) und ihre Nutzung durch Bergbau und Köhlerei.

Mitt. Ver. Forstl. Standortkde. u. Forstpflanzenzüchtung 38, 1996, 87–118.

**LUDEMANN 1999A**

Th. Ludemann, Zur Brennstoffversorgung im Bergbaurevier Sulzburg. Arch. Nachr. Baden 61/62, 1999, 131–138.

**LUDEMANN 1999B**

Th. Ludemann, Holzkohle – Energiequelle für den Bergbau, Informationsquelle für die Wissenschaft. In: R. Gottschalk (Hrsg.), Früher Bergbau im südlichen Schwarzwald. Begleitheft zur Ausstellung des Museums für Ur- und Frühgeschichte der Stadt Freiburg i. Br. Arch. Inf. Baden-Württemberg 41 (Stuttgart 1999) 123–129.

**LUDEMANN 1999C**

Th. Ludemann, Zur Brennstoffversorgung einer römischen Siedlung im Schwarzwald. In: S. Brather/Ch. Bücker/M. Hoepfer (Hrsg.), Archäologie als Sozialgeschichte. Studien zu Siedlung, Wirtschaft und Gesellschaft im frühgeschichtlichen Mitteleuropa (Festschrift Steuer). Internat. Arch. Stud. Honoraria 9 (Rahden/Westf.) 165–172.

**LUDEMANN 2006A**

Th. Ludemann, Anthracological Analysis of Recent Charcoal-Burning in the Black Forest, SW Germany. In: A. Dufraisse (Hrsg.), Charcoal Analysis: New Analytical Tools and Methods for Archaeology. BAR Internat. Ser. 1483 (Oxford 2006) 61–70.

**LUDEMANN 2006B**

Th. Ludemann, Holzkohle als Archiv der Geschichte und Geobotanik – Ergebnisse und Potenzial anthrakologischer Forschungen im Mittelgebirgsraum Zentraleuropas. Habilitationsschr. Univ. Freiburg, Fakultät für Biologie, Geobotanik (Freiburg 2006).

**LUDEMANN 2007**

Th. Ludemann, Das Abbild der natürlichen Vegetation in der historischen Holznutzung. Synthese anthrakologischer Studien im Mittelgebirgsraum Zentraleuropas. Ber. Reinhold-Tüxen-Ges. 19, 2007, 7–22.

**LUDEMANN 2008A**

Th. Ludemann, Experimental charcoal-burning with special regard to anthracological wood diameter analysis. In: G. Fiorentino/D. Magri (Hrsg.), Charcoals From the Past: Cultural and Palaeoenvironmental Implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology, Lecce, Italy, June 28<sup>th</sup>–July 1<sup>st</sup> 2004. BAR Internat. Ser. 1807 (Oxford 2008) 147–157.

**LUDEMANN 2008B**

Th. Ludemann, Natürliches Holzangebot und historische Nutzung. Heutige Vegetation und historische Holzkohle als wertvolle Quellen. Das Mittelalter. Perspektiven Mediävist. Forsch. 13, 2, 2008, 39–62.

**LUDEMANN 2010A**

Th. Ludemann, Past fuel wood exploitation and natural forest vegetation in the Black Forest, the Vosges and neighbouring regions in western Central Europe.

Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 291, 1/2, 2010, 154–165.

**LUDEMANN 2010B**

Th. Ludemann, Fuel wood economy of historical mining in the Black Forest (Germany). In: P. Anreiter u. a. (Hrsg.), Mining in European history and its impact on environment and human societies. Proceedings for the 1<sup>st</sup> Mining in European History-Conference of the SFB-HIMAT, 12.–15. November 2009, Innsbruck (Innsbruck 2010) 183–186.

**LUDEMANN 2010C**

Th. Ludemann, Kiln site anthracology and fuel wood ecology in western Central Europe. In: P. Anreiter u. a. (Hrsg.), Mining in European history and its impact on environment and human societies. Proceedings for the 1<sup>st</sup> Mining in European History-Conference of the SFB-HIMAT, 12.–15. November 2009, Innsbruck (Innsbruck 2010) 209–213.

**LUDEMANN 2014**

Th. Ludemann, Die Wälder des Nord-schwarzwaldes. Standorte, natürliche Vegetation und anthropogene Veränderung. Mitt. Ver. Forstl. Standortkde. u. Forstpflanzenzüchtung. Standort. Wald 48, 2014, 41–62.

**LUDEMANN 2015A**

Th. Ludemann, Kohlplätze – Landschaftsarchive der historischen Energieholznutzung (Waldköhlerei), einzigartige Informationsquelle zur regionalen Vegetations- und Wirtschafts-geschichte. Jahrb. Regionalgesch. 32, 2014 (2015) 87–108.

**LUDEMANN 2015B**

Th. Ludemann, anthraco2015. 6<sup>th</sup> International Anthracology Meeting. Schauinsland Excursion. Field Guide (Freiburg 2015).

**LUDEMANN/NELLE 2002**

Th. Ludemann/O. Nelle, Die Wälder am Schauinsland und ihre Nutzung durch Bergbau und Köhlerei. Freiburger Forstl. Forsch. 15 (Freiburg 2002).

**LUDEMANN/NELLE 2017**

Th. Ludemann/O. Nelle, Anthracology: Local to global significance of charcoal science. Quaternary Internat. 457, 2017, 1–5.

**LUDWIG 2009**

K. Ludwig, Der späthallstatt- und latènezeitliche Siedlungsplatz Bretten-Bauerbach „Herrenbrunnenbuckel“, Lkr. Karlsruhe. Materialh. Arch. Baden-Württemberg 90 (Stuttgart 2009).

**MATTHES 2012**

B. Matthes, Die Geoelektrische Widerstandstomographie als Methode zur Abbildung archäologischer Strukturen. Eine vergleichende Studie aus Südwestdeutschland (Heidelberg 2012).

**MENIC 2016**

S. Menic, Die latènezeitliche Eisenproduktion im Siegerland. Chaine opératoire und Ökonometrie der Prozessschritte. Anschnitt Beih. 32 (Bochum 2016).

**METZ 1977**

R. Metz, Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald, besonders in dessen alten Bergbaurevieren (Lahr 1977).

**MORRISSEY/MÜLLER 2012**

Ch. Morrissey/D. Müller, Vor- und frühgeschichtliche Befestigungen 27. Wallanlagen im Regierungsbezirk Karlsruhe. Atlas Arch. Geländedenkmäler Baden-Württemberg 2, H. 27 (Stuttgart 2012).

**MÖTSCH U. A. 2019**

A. Mötsch/M. Rageot/B. Schorer/A. Gutekunst/I. Balzer/S. Cafisso/J. Fries-Knoblach/S. Hagmann/L. Hansen/L. Jacobs/G. Patrizi/S. Schreiber/R. Tarpini/A. van Gijn/M. Zerrer/T. Hoppe/D. Krause/C. Spiteri/P. W. Stockhammer, „Mediterran genießen“. Zum Gebrauch lokal hergestellter und importierter Keramik auf der Heuneburg im Spiegel von Nahrungsrückstandsanalysen. In: P. W. Stockhammer/J. Fries-Knoblach (Hrsg.), In die Töpfe geschaut. Biochemische und kulturgeschichtliche Studien zum früheisenzeitlichen Essen und Trinken. BEFIM 2 (Leiden 2019) 113–210.

**MÜLLER U. A. 1974**

T. Müller/E. Oberdorfer/G. Philippi, Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. Beih. Veröff. Landesstelle Naturschutz u. Landschaftspflege Baden-Württemberg 6 (Ludwigsburg 1974).

**NELLE 2002**

O. Nelle, Charcoal Burning Remains and Forest Stand Structure. Examples from the Black Forest (South-West-Germany) and the Bavarian Forest (South-East-Germany). In: S. Thiébault (Hrsg.), Charcoal Analysis. Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses. Proceedings Second International Meeting of Anthracology, Paris, September 2000. BAR Internat. Ser. 1063 (Oxford 2002) 201–207.

**NELLE 2016**

O. Nelle, Anthrakologie und Baumarchäologie. Untersuchungen von Holzkohlen als Teil des Holzerbes. Denkmalpfl. Baden-Württemberg 45,1, 2016, 43–48.

**OPITZ 2013**

R. S. Opitz, An Overview of Airborne and Terrestrial Laser Scanning in Archaeology. In: R. S. Opitz/D. C. Cowley (Hrsg.), Interpreting Archaeological Topography. Airborne Laser Scanning, 3D Data and Ground Observation (Oxford/Oakville 2013) 13–31.

**PAULI 1993**

L. Pauli, Hallstatt- und Frühlatènezeit. In: H. Bender/L. Pauli/I. Stork, Der Müns-terberg in Breisach 2. Hallstatt- und Latènezeit. Münchner Beitr. Vor- u. Frühgesch. 40 (München 1993) 21–172.

**POTT 2005**

R. Pott, Allgemeine Geobotanik. Biogeosysteme und Biodiversität (Heidelberg 2005).

**REIDL U. A. 2013**

K. Reidl/R. Suck/M. Bushart/W. Herter/M. Koltzenburg/H.-G. Michiels/T. Wolf, Potentielle Natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. Naturschutz-Spectrum. Themen 100 (Ubstadt-Weiher 2013).

**RIECKHOFF/BIEL 2001**

S. Rieckhoff / J. Biel, Die Kelten in Deutschland (Stuttgart 2001).

**RÖSCH 2015**

M. Rösch, Nationalpark – Natur – Weißtanne – Fichte. Sechs Jahrtausende Wald und Mensch im Nordschwarzwald. Denkmalpfl. Baden-Württemberg 44,3, 2015, 154–159.

**RÖSCH 2018**

M. Rösch, Evidence for Rare Crop Weeds of the Caucalidion Group in Southwestern Germany since the Bronze Age – Paleo-Ecological Implications. Vegetation Hist. and Archaeobot. 26, 2018, 75–84.

**RÖSCH/HEUMÜLLER 2008**

M. Rösch/M. Heumüller, Vom Korn der frühen Jahre. Sieben Jahrtausende Ackerbau und Kulturlandschaft. Begleitheft zur Ausstellung des Landesamtes für Denkmalpflege in Zusammenarbeit mit dem Hohenloher Freilandmuseum Wackershofen. Arch. Inf. Baden-Württemberg 55 (Esslingen 2008).

**RÖSCH U. A. 2005**

M. Rösch/H. Volk/G. Wieland, Frühe Waldnutzung und das Alter des Naturwaldes im Nordschwarzwald. Neue vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Missenmooren des Nordschwarzwaldes. Allgemeine Forstzeitschr. – Der Wald 12, 2005, 636–638.

**RÖSCH U. A. 2012**

M. Rösch/G. Gassmann/G. Wieland, Keltische Montanindustrie im Schwarzwald. Eine Spurensuche. In: Kelten am Rhein. Akten des dreizehnten internationalen Keltologiekongresses. 23. bis 27. Juli 2007 in Bonn. Erster Teil. Archäologie. Ethnizität und Romanisierung. Beih. Bonner Jahrb. 58,1 (Bonn 2009) 263–278.

**RÖSCH U. A. 2017**

M. Rösch/E. Fischer/B. Kury, Die Maulbronner Klosterweiher. Spiegel von vier Jahrtausenden Kulturlandschaftsgeschichte. Denkmalpfl. Baden-Württemberg 46,4, 2017 282–287.

**RÖSCH/WIELAND 2015**

M. Rösch/G. Wieland, Saurer Schweiß auf saurem Boden. Keltische Landnutzung im Nordschwarzwald. In: M. Rösch/T. Märkle (Hrsg.), Kelten, Dinkel, Eisenerz. Sieben Jahrtausende Siedlung und Wirtschaft im Enztal (Stuttgart 2015) 43–52.

**RUTHHARDT 2005**

T. Ruthardt, C-14 Datierungen. In: Gassmann u. a. 2005a, 155–163.

**SCHADE-LINDIG 2016**

S. Schade-Lindig, Eisenland östlicher Hintertaunus. Hessen Arch. 2016, 247–250.

**SCHÄFER 2009**

A. Schäfer, Frühe Eisenproduktion in der Mittelgebirgszone. Regionale Fallstudien

von der Latènezeit bis zum Frühmittelalter zwischen Luxemburg und Bayern. Habilitationsschr. Univ. Jena 2009.

**SCHÄFER 2010**

A. Schäfer, „Zwischen“ Dünsberg und Waldgirmes. Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen an der mittleren Lahn. Ber. Komm. Arch. Landesforsch. Hessen 10, 2008/2009 (2010), 69–90.

**SCHROTT/SASS 2008**

L. Schrott/O. Sass, Application of Field Geophysics in Geomorphology. Advances and Limitations Exemplified by Case Studies. Geomorphology 93, 2008, 55–73.

**SCHÜRSMANN 1958**

E. Schürsmann, Die Reduktion des Eisens im Rennfeuer. Stahl u. Eisen 78, 1958, 1297–1308.

**SCHWEINGRUBER 1976**

F. H. Schweingruber, Prähistorisches Holz. Die Bedeutung von Holzfindungen aus Mitteleuropa für die Lösung archäologischer und vegetationskundlicher Probleme (Bern 1976).

**SCHWEINGRUBER 1982**

F. H. Schweingruber, Mikroskopische Holz-anatomie. Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezentem und subfossilem Material. (Birmensdorf 1982).

**SCHWEINGRUBER 1990**

F. H. Schweingruber, Anatomie europäischer Hölzer. Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer (Bern 1990).

**SPINDLER 1972**

K. Spindler, Magdalenenberg II. Der hallstattzeitliche Fürstengrabhügel bei Villingen im Schwarzwald (Villingen 1972).

**SPINDLER 1973**

K. Spindler, Magdalenenberg III. Der hallstattzeitliche Fürstengrabhügel bei Villingen im Schwarzwald (Villingen 1973).

**SPINDLER 1976**

K. Spindler, Magdalenenberg IV. Der hallstattzeitliche Fürstengrabhügel bei Villingen im Schwarzwald (Villingen-Schwenningen 1976).

**SPINDLER 1981**

K. Spindler, Die frühen Kelten (Stuttgart 1981).

**STAEHLE 1923**

K. F. Staehle, Urgeschichte des Enzgebietes. Ein Beitrag zur Kulturgeschichte der schwäbischen Heimat (Augsburg 1923).

**STIEREN 1935**

A. Stieren, Vorgeschichtliche Eisenverhüttung in Südwestfalen. Germania 19,1, 1935, 12–20.

**STÖLLNER 2019**

T. Stöllner, Between Mining and Smelting in the Bronze Age – Beneficiation Process in an Alpine Copper Producing District. In: R. Turck/Th. Stöllner/G. Goldenberg (Hrsg.), Alpine Copper II. Anschnitt Beih. 42 (Bochum 2019) 165–190.

**STÖLLNER U. A. 2009**

T. Stöllner/J. Garner/G. Gassmann/A. Kalis/K. Röttger/A. Stobbe/U. Tegtmeyer/

Ü. Yalçın, Latènezeitliche Eisenwirtschaft im Siegerland: Interdisziplinäre Forschungen zur Wirtschaftsarchäologie. *Metalla* 16,2, 2009, 101–203.

**STRAUBE 1996**

H. Straube, *Ferrum Noricum* und die Stadt auf dem Magdalensberg (Wien 1996).

**TURCK U. A. 2019**

R. Turck/T. Stöllner/G. Goldenberg (Hrsg.), *Alpine Copper II*. Anschnitt Beih. 42 (Bochum 2019).

**VERSE 2008**

F. Verse, Archäologie auf Waldeshöhen. Eisenzeit, Mittelalter und Neuzeit auf der „Kalteiche“ bei Haiger, Lahn-Dill-Kreis. Münsters. Beit. Ur- u. Frühgesch. Arch. 4 (Rahden/Westf. 2008).

**WERNER 2010**

W. Werner, Erz und Mineralgänge bei Neuenbürg. In: Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1:50000. Blatt L7114/L7116 Rastatt/Karlsruhe-Süd (Freiburg 2010) 55–71.

**WERNER/DENNERT 2004**

W. Werner/V. Dennert, Lagerstätten und Bergbau im Schwarzwald. Ein Führer unter besonderer Berücksichtigung der für die Öffentlichkeit zugänglichen Bergwerke (Freiburg 2004).

**WIELAND 2005**

G. Wieland, Ein keltischer Fürstensitz in Mittelbaden? Überlegungen zum frühkeltischen Großgrabhügel „Heiligenbuck“

bei Hügelsheim. *Heimatb. Lkr. Rastatt* 44, 2005, 131–138.

**WIELAND 2006A**

G. Wieland, Neue Frühkeltische Funde aus Nagold, Kr. Calw. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 2005 (2006) 101–104.

**WIELAND 2006B**

G. Wieland, Von der Steinzeit zu den Römern. In: Nagold – Geschichte und Geschichten aus 7000 Jahren (Horb 2006) 10–19.

**WIELAND 2009**

G. Wieland, Vorgeschichtliche Höhengründungen am Rand des Nordschwarzwaldes. Überlegungen zur eisenzeitlichen Besiedlung eines besonderen Naturraums. In: J. Biel/J. Heiligmann/D. Krause (Hrsg.), *Landesarchäologie – Festschrift für Dieter Planck zum 65. Geburtstag*. *Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 100 (Stuttgart 2009) 193–205.

**WIELAND/GASSMANN 2012**

G. Wieland/G. Gassmann, Wo die Rennöfen glühen. Keltische Eisenproduktion im Nordschwarzwald. In: *Die Welt der Kelten. Zentren der Macht – Kostbarkeiten der Kunst*. Begleitband zur Großen Landesausstellung Baden-Württemberg (Ostfildern 2012) 183–186.

**WIELAND/PATZELT 2003**

G. Wieland/A. Patzelt, Der Krautbühl von Nagold – Mit Geophysik auf den Spuren von Kelten und Alamannen in Nagold.

(Broschüre der Sparkasse Pforzheim Calw 2003).

**WILLMS 1996**

Ch. Willms, Struktur und Organisation der Verhüttung im Dill/Dietzhölze-Revier. In: A. Jockenhövel (Hrsg.), *Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter*. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Ergebnisse eines Internationalen Workshops (Dillenburg, 11.–15. Mai 1994). *Wirtschaftshistorisches Museum „Villa Grün“*. Vierteljahrschr. Sozial- u. Wirtschaftsgesch., Beih. 121 (Stuttgart 1996) 30–50.

**WILMANNS 2001**

O. Wilmanns, *Exkursionsführer Schwarzwald*. Eine Einführung in Landschaft und Vegetation (Stuttgart 2001).

**WISCHENBARTH/GASSMANN 2001**

P. Wischenbarth/G. Gassmann, Archäologische Ausgrabung eines Eisenerzverhüttungsplatzes im Donauried. In: R. Ambs/G. Gassmann/P. Wischenbarth (Hrsg.), *Keltische Stahl- und Eisenproduktion im Rothtal* (Bayerisch-Schwaben). *Ber. Arch. Landkreis Neu-Ulm u. Angrenzenden Gebieten* 2 (Neu-Ulm 2001) 157–163.

**ZEILER 2013**

M. Zeiler, Latènezeitliche Eisenwirtschaft im Siegerland. Bericht über die montanarchäologischen Forschungen 2009–2011. *Metalla* 20,1, 2013, 1–196.

## ABBILDUNGSNACHWEIS

1, 9, 12–15, 43–61, 93, 128, 129: LAD, F. Schmitt.

2: LAD, L7518/047-01\_20120413-1156\_MG\_1156\_M., Foto O. Braasch.

3: LAD, G. Wieland.

4: LAD, Luftbildarchiv L7318/012–01, Foto O. Braasch.

5: LAD, L7116-014-01\_4680-30, Foto O. Braasch.

6: LAD/Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de), Az.: 2851.9-1/19.

7: LAD, Y. Mühleis.

8: LAD, L. Selb.

10, 62–65, 67–74, 81–85, 87, 88: LAD, R. Staub.

11: B. Matthes nach Vorlage G. Gassmann. 16–21: LAD, H. von der Osten/Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de), Az.: 2851.9-1/19.

22, 23: LAD, H. von der Osten.

24, 25, 27, 31, 32, 34, 35: Universität Heidelberg, B. Matthes.

26: LAD, H. von der Osten, B. Matthes.

28: Universität Heidelberg, S. Hecht.

29, 30: Universität Heidelberg, B. Matthes, R. Staub.

33: Universität Heidelberg, B. Matthes; Gassmann u. a. 2011, 115.

36–42: Universität Heidelberg, B. Matthes; LAD, G. Gassmann; Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de), Az.: 2851.9-1/19.

66, 90, 109–116: LAD, G. Gassmann.

75–80, 89, 118–121: LAD, S. Bauer.

86, 117: LAD.

91: R. Staub, G. Gassmann.

92–108: LAD, D. Tonn.

122: Ludemann 2015a, 97.

123–127: Universität Freiburg, Th. Ludemann.

---

KELTISCHE SCHMELZMEISTER produzierten während des 6. und 5. Jahrhunderts v. Chr. bei Neuenbürg im Nordschwarzwald in großem Stil Eisen. Ein Zusammenhang der bereits in den 1930er Jahren entdeckten keltischen Siedlung auf dem Schlossberg mit dem Neuenbürger Erzrevier konnte 1995/1996 archäologisch belegt werden – der tatsächliche Umfang der bergbaulichen Nutzung der Region wurde aber erst durch ein Forschungsprojekt in den Jahren 2004 bis 2011 erfasst.

Systematische Prospektionen in den Wäldern um Neuenbürg brachten umfangreiche Relikte der keltischen Metallproduktion zutage. Ausgrabungen an sechs der über 80 erfassten Verhüttungsplätze belegen, dass in einem etwa 5 × 6 km großen Gebiet über einen begrenzten Zeitraum während der späten Hallstatt- und frühen Latènezeit eine zentral organisierte und hoch spezialisierte Eisenproduktion betrieben wurde. Die außergewöhnlich gut erhaltenen Verhüttungsplätze gehören zu den ältesten Nachweisen der Eisentechnologie nördlich der Alpen und sind ein über Baden-Württemberg hinaus bedeutendes montanarchäologisches Denkmal.

