Sonderdruck aus:

Jahrbuch für Regionalgeschichte

Band 32 (2014)



Franz Steiner Verlag Stuttgart 2015

Kohlplätze – Landschaftsarchive der historischen Energieholznutzung (Waldköhlerei), einzigartige Informationsquelle zur regionalen Vegetations- und Wirtschaftsgeschichte

von Thomas Ludemann

I. Einleitung

Als Energieträger, Baumaterial und Werkstoff kam dem Rohstoff Holz bis weit in die Neuzeit hinein eine einzigartige Schlüsselstellung im Leben und in der Wirtschaft des Menschen zu. Für die Gewinnung von Metallen, für bergbauliche Aktivitäten und metallurgische Prozesse war eine gesicherte Holzversorgung mindestens ebenso wichtig wie das Vorhandensein abbauwürdiger Erze. Alleine die zur Verhüttung benötigte Holzmenge war um ein Vielfaches schwerer als das damit verhüttbare Erz. Bei fast allen Schritten auf dem Weg vom Rohstoff Erz zum Endprodukt Metall war Holz notwendig. Auch im alltäglichen Leben hatte Holz aufgrund seiner vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten in früheren Zeiten eine große Bedeutung, nicht nur für die Bergleute, sondern für alle Bürger.

Von größter Bedeutung war die energetische Nutzung, denn bevor fossile Brennstoffe genutzt werden konnten, wurde der Energiebedarf der Bevölkerung weitgehend durch Holz gedeckt. Dabei war Holzkohle neben dem unverkohlten Holz der wichtigste Energieträger. Aufgrund des größeren Energiegehalts und der leichteren Transportierbarkeit von Holzkohle gegenüber unverkohltem Holz spielte die Holzkohle-Herstellung (Köhlerei) eine zentrale Rolle. Die kulturelle Entwicklung der Menschheit seit der Steinzeit und bis weit ins Industriezeitalter hinein ist ohne die ausreichende Verfügbarkeit von Holzkohle undenkbar. Holzkohle war über Jahrtausende unverzichtbar für die Metallurgie, um die erforderlichen Ausschmelz- und Reaktionstemperaturen zur Gewinnung der Metalle zu erzielen. Dieser nichtfossile Energieträger kann somit auch als das "Schwarze Gold" der vor- und frühindustriellen Zeit bezeichnet werden. War die Steinzeit auch Holzzeit, so können die Metallzeiten bis zur vorherrschenden Nutzung fossiler Energieträger auch als Holzkohlezeit (auf)gefasst werden.

Die Herstellung von Holzkohle (Meilerköhlerei, Waldköhlerei; siehe Abbildung 1 auf der nächsten Seite) war früher dementsprechend weit verbreitet, insbesondere auch im europäischen Mittelgebirgsraum. Der Wald konnte auf diese Weise von innen heraus genutzt werden, ohne dass eine nennenswerte Erschließung notwendig war. Daher wurde die Köhlerei vor allem auch in entlegenen, unerschlossenen Waldgebieten betrieben, in denen das Holz nicht abtransportiert und in keiner anderen Weise genutzt werden konnte. Solche Gebiete nahmen im Schwarzwald bis in die Neuzeit hinein ausgedehnte Flächen ein. Alleine im Südschwarzwald wurden Tausende von Kohlplatten (Kohlplätze, Meilerplätze, Meilerpodien) angelegt. Es handelt sich um die bei weitem häufigsten "Geländearchive" historischer Waldnutzungen, die mit den übriggebliebenen Holzkohlestücken gut analysierbare Rückstände mit wertvollem Informationsgehalt bergen.

Zum größten Bedarf an Holzkohle kam es in der frühindustriellen Zeit, in der die Köhlerei im oberrheinischen Mittelgebirgsraum ihre Blütezeit erlebte. Der Niedergang der traditionellen Holzkohle-Herstellung vollzog sich in Mitteleuropa bereits im Laufe des 19. Jahrhunderts, mit der zunehmenden Verwendung von fossilen Energieträgern und dem Ausbau der notwendigen Transportwege und -kapazitäten (Eisenbahnbau) als "Gegenbewegung". Weltweit betrachtet ist die Holzkohlewirtschaft vielerorts weiterhin von erheblicher Bedeutung für die Primärenergieversorgung der Bevölkerung, zum Teil auch für die industrielle Produktion.

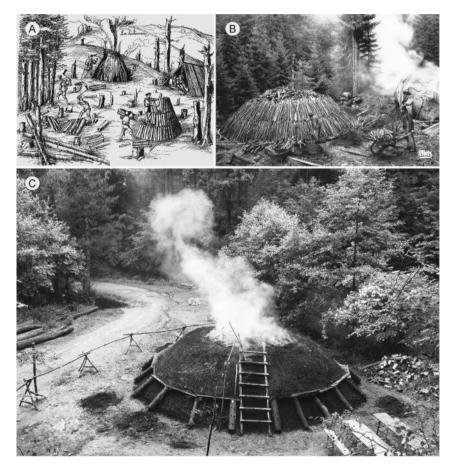


Abbildung 1: Holzkohle-Herstellung in stehenden Rundmeilern. A: Historische Darstellung des Gesamtprozesses vom Holzeinschlag über das Errichten des Meilers bis zum brennenden Meiler. H. GROSS (um 1550): La Rouge Myne de Sainct Nicolas de la Croix (Vogesen). In: HEINRICH WINKELMANN (Hg.): Bergbuch des Lebertals. Federzeichnungen vom Lothringer Bergbau, Lünen 1962, ohne Seitenangabe. B: Meiler kurz vor dem Abdecken. Historische Metz-Aufnahme 1905 (Verlag Metz, Tübingen). C: Meiler kurz nach dem Start des Verkohlungsprozesses. Experimentalmeiler Nr. 4, Südwest-Schwarzwald bei Freiburg. Juni 2008.

Bei unseren forstgeschichtlich-vegetationsökologischen Untersuchungen historischer Kohlplätze in Südwestdeutschland und angrenzenden Gebieten, die in diesem Artikel vorgestellt werden, geht es um die Klärung der folgenden Fragenkomplexe:

- (1) Wo liegen im Gelände Rückstände der historischen Waldköhlerei vor, in welcher Dichte und in welcher Verteilung sind sie vorhanden?
- (2) Welches Holz (Taxa, Stärken u. a.) wurde als Kohlholz verwendet? Gibt es Hinweise auf Holzselektion oder Holzmangel?
- (3) Wie sahen die genutzten Wälder aus und wie wurden sie verändert (Gehölzartenzusammensetzung, Struktur, Zustand)? Gibt es Hinweise auf anthropogene Umweltveränderungen und Walddegradation?
- (4) Spiegelt sich das natürliche Holzangebot in den Nutzungsspektren des Kohlholzes wider? Welche Baumarten waren von Natur aus an den verschiedenen Standorten vorhanden?
- (5) Lassen sich Aussagen zur Nachhaltigkeit der Kohlholznutzungen ableiten? Welche Empfehlungen können im Hinblick auf zukünftige, verstärkt energetisch ausgerichtete Waldnutzungen gegeben werden?

Begonnen wurden die holzkohleanalytisch-waldgeschichtlichen Arbeiten der Freiburger Geobotanik in enger Zusammenarbeit mit der Montanarchäologie und der Archäometallurgie, die die Geschichte des Bergbaus sowie der Metallgewinnung und -nutzung untersuchten¹. Im Rahmen dieser Forschungen standen zunächst Fragen zu anthropogenen Eingriffen und Veränderungen in den Wäldern sowie die Suche nach Hinweisen auf Holzselektion und Walddegradation im Vordergrund.

HEIKO STEUER: Zur Frühgeschichte des Erzbergbaus und der Verhüttung im südlichen Schwarzwald. Literaturübersicht und Begründung eines Forschungsprogramms. In: DERS. (Hg.): Archäologie und Geschichte. Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland 1, Sigmaringen 1990, 387-415; DERS.: Frühe Erzgewinnung und Verhüttung in Europa. Programm und Perspektiven des Kolloquiums. In: DERS., ULRICH ZIMMERMANN (Hg): Montanarchäologie in Europa. Berichte zum Internationalen Kolloquium "Frühe Erzgewinnung und Verhüttung in Europa" in Freiburg im Breisgau vom 4. bis 7. Oktober 1990 (= Archäologie und Geschichte. Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland 4), Sigmaringen 1993, 11-27; DERS.: Alter Bergbau im Sulzbachtal - das Forschungsprogramm. In: Archäologische Nachrichten aus Baden 61/62 (1999), 5-13; DERS.: Montanarchäologie im Südschwarzwald. Ergebnisse aus 15 Jahren interdisziplinärer Forschung. In: Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters 31 (2003), 175-219; DERS., ULRICH ZIMMERMANN; Erze, Schlacken und Metalle. Früher Bergbau im Südschwarzwald. In: Freiburger Universitätsblätter 109 (1990), 21-180; DIES. (Hg.): Alter Bergbau in Deutschland (= Sonderheft der Zeitschrift Archäologie in Deutschland), Stuttgart 1993; THOMAS LUDEMANN: Die Holzkohle der montanarchäologischen Grabungen im Revier Sulzburg, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald. In: Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg (1994), 341-349; DERS.: Die Wälder im Sulzbachtal (Südwest-Schwarzwald) und ihre Nutzung durch Bergbau und Köhlerei. In: Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung 38 (1996), 87-118; DERS.: Zur Brennstoffversorgung im Bergbaurevier Sulzburg. In: Archäologische Nachrichten aus Baden 61/62 (1999), 131-138; DERS.: Holzkohle - Energiequelle für den Bergbau, Informationsquelle für die Wissenschaft. In: Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 41 (1999), 123-129; DERS.: Zur Brennstoffversorgung einer römischen Siedlung im Schwarzwald. In: SEBASTIAN BRATHER (Hg.): Archäologie als Sozialgeschichte: Studien zu Siedlung, Wirtschaft und Gesellschaft im frühgeschichtlichen Mitteleuropa. Festschrift für Heiko Steuer (= Internationale Archäologie. Studia honoraria 9), Rahden/Westf. 1999, 165-172; DERS., OLIVER NELLE: Die Wälder am Schauinsland und ihre Nutzung durch Bergbau und Köhlerei (=Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung 15), Freiburg i. Br. 2002; LANDESDENKMALAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hg.): Früher Bergbau im südlichen Schwarzwald. Begleitheft zur Ausstellung des Museums für Ur- und Frühgeschichte der Stadt Freiburg i. Br. (= Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 41), Stuttgart 1999.

Die konkreten Holznutzungen und Herstellungsprozesse fanden auf der regionalen und lokalen Raumebene statt. Von Gebiet zu Gebiet bestehen dabei unter verschiedenen Gesichtspunkten (räumliche Lage und Verteilung, Dichte und Intensität der Aktivitäten, genutzte Baumarten und Holzstärken, natürliches Potenzial etc.) erhebliche Unterschiede, sowohl qualitativ als auch quantitativ. Daher sind hochauflösende, regionale bis lokale Studien unerlässlich. Kombinierte vegetationskundlich-anthrakologische Untersuchungen an Kohlplätzen mit entsprechender räumlicher Auflösung sind dazu geeignet, die örtlichen Gegebenheiten und Vorgänge der Vergangenheit, das frühere Wirken des Menschen und den anthropogenen Einfluss zu erschließen, tragen zugleich aber auch zum Verständnis des gegenwärtigen Zustandes von Vegetation und Landschaft bei.

II. Material und Methodik

II.1. Untersuchungsgebiet

Der Bezugsraum der vorgestellten Studien ist das Oberrheingebiet mit den angrenzenden Mittelgebirgsräumen von Schwarzwald, Vogesen und Jura-Massiv (Schwäbische Alb, Schweizer Jura). Besonders geeignet ist dieses Gebiet einerseits aufgrund seiner vielfältigen naturräumlich-standörtlichen wie auch siedlungs- und nutzungsgeschichtlichen Differenzierung, andererseits aufgrund seiner besonders günstigen anthrakologischen Datenlage. Das Hauptaugenmerk wird dabei aus geobotanischer und vegetationsökologischer Sicht auf die Betrachtung der Landschaftsebene gerichtet, bei gleichzeitig hoher räumlicher Auflösung. Entsprechende Auswertungsbeispiele für Landschaftsausschnitte verschiedener Größe, überregional bis lokal, sind im Ergebnisteil (Kap. III.3) exemplarisch zusammengestellt.

II.2. Untersuchungsobjekte, Fundplätze

In den von uns untersuchten Gebieten ist es die sehr seltene Ausnahme, dass die Lage von historischen Kohlplätzen in Schriftquellen oder Karten dokumentiert ist. Daher sind vor allem drei Arten von Überlieferungen der historischen Köhlerei von Bedeutung, die zum Auffinden derartiger Objekte im Gelände genutzt werden können: (1) Flurund Ortsnamen, (2) charakteristische Veränderungen der Geländeoberfläche sowie (3) Holzkohle-Anreicherungen im Boden (Abb. 2–5).



Abbildung 2: Namensüberlieferung der Köhlerei in Vogesen, Schwäbischer Alb, Schwarzwald und Schweizer Jura.

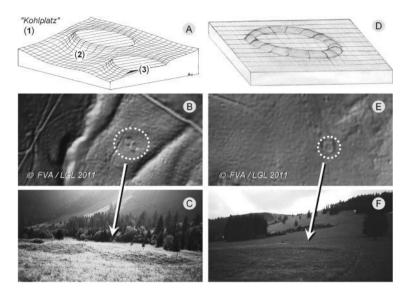


Abbildung 3: "Geländeüberlieferung" der Köhlerei. A: (1) Flurnamen. (2) Veränderung der Geländeoberfläche. (3) Holzkohle-Anreicherung. A–C: Veränderungen der Bodenoberfläche an Kohlplätzen in Hanglage, D–F: in flachem Gelände. A/D: schematisch. B/E: Laserscan-Visualisierung (LiDAR-Hillshades; © FVA/LGL 2011) von Doppelplatte K590/591 und Einzelplatte K538. C/F Geländebefund derselben Kohlplatten im Feldberggebiet, Südschwarzwald. Quelle: Digitales Geländemodell DGM1. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA; www.fva-bw.de) und Landesamt für Geoinformationen und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL; www.lgl-bw.de) Az. 2851.9–1/3. Für die Bereitstellung und Erlaubnis zur Nutzung der Laserscan-Daten danke ich der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt und dem Landesamt für Geoinformationen und Landentwicklung des Landes Baden-Württemberg.

So weisen unzählige überlieferte Flur- und Ortsnamen auf die Tätigkeit der Köhler hin. Im Extremfall heißt nicht nur ein Ort selbst nach den Köhlern (Les Charbonniers in den Südvogesen), sondern es wurden dort auch in und um den Ort die verschiedensten Objekte, Berge, Gewässer, Gebäude, Verkehrswege (Straßen, Pässe) etc. nach den Köhlern benannt. Entsprechende Flurnamen, wie im deutschen Sprachraum Kohlwald, Kohlholz, Kohlbach oder Kohlplatz, in der Schweiz zum Teil mit "Ch" geschrieben (Abb. 2 auf der vorherigen Seite), waren wiederholt hilfreich beim Auffinden der zu untersuchenden Fundplätze, insbesondere dann, wenn keine konkreteren Hinweise und keine zufälligen Entdeckungen vorlagen. Allerdings sind derartige Flurnamen bei den allermeisten der uns inzwischen bekannten Kohlplätze nicht vorhanden; die charakteristischen Rückstände der historischen Waldköhlerei sind noch an vielen weiteren Orten im Gelände nachweisbar, ohne dass entsprechende Flurnamen darauf hindeuten.

Anhand der beiden anderen genannten Merkmale, der charakteristischen Veränderungen der Bodenoberfläche (Abb. 3 auf dieser und 4 auf der nächsten Seite) und der Anreicherung von Holzkohle (Abb. 5 auf Seite 93), sind die ehemaligen Meilerplätze im Gelände sicher aufzuspüren, gut zu erkennen und exakt zu lokalisieren. Es sind typischerweise ein oder mehrere kreisrunde bis ovale Hangterrassen oder ringwall- bis kraterartige Geländestrukturen mit einem Durchmesser von 8 bis 12 m (Abb. 3). Dies sind die eigentlichen



Abbildung 4: Doppelplatte (K1067/1068, links) und Einzelplatte (K1066, rechts) im Wilden Feld der Gemeinde Menzenschwand, Südschwarzwald.

Kohlplätze, Kohlplatten oder Meilerplätze, die zur Errichtung der Holzkohlemeiler angelegt wurden. In Hanglage weisen sie charakteristischerweise eine berg- und eine talseitige Böschung auf, durch bergseitiges Abgraben und talseitiges Auffüllen von Bodenmaterial entstanden (Abb. 3 A–C). In ebenem Gelände sind sie eher ringförmig abgegrenzt durch eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte ringwallartige Aufwölbung (Abb. 3 D–F). Dieser sogenannte Stübbewall besteht aus dem vom Meiler abgezogenen Abdeckmaterial, dem Stübbematerial aus Asche, Holzkohle-Bruchstücken und Erde.

II.3. Luftbildgestützte territoriale Dokumentation

Bis vor wenigen Jahren wurden die historischen Fundplätze zum größten Teil im Rahmen gezielter Geländebegehungen dokumentiert; zunächst wurden sie vielfach auch nur durch Zufall bei vegetationskundlichen Geländearbeiten gefunden. In jüngerer Zeit erleichtert die Auswertung von LiDAR-Daten (hochauflösende, flugzeuggestützte Laserscan-Daten) das Auffinden entsprechender Plätze ganz erheblich. Eine exemplarische Auswertung und Überprüfung von Laserscan-Bildern (LiDAR hillshades; aktuelle Quelle DGM1²) hat nämlich ergeben, dass viele Kohlplätze auf derartigen Bildern der Geländeoberfläche tatsächlich erkennbar sind³. Die verfügbaren Daten liefern die gewünschte exakte Lageinformation der Plätze auch unter Schirm, d. h. für geschlossene Waldbestände mit

- 2 Digitales Geländemodell DGM1. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA; www.fva-bw.de) und Landesamt für Geoinformationen und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL; www.lgl-bw.de) Az. 2851.9–1/3.
- 3 THOMAS LUDEMANN: Scanning the historical and scientific significance of charcoal production local scale, high resolution kiln site anthracology at the landscape level. In: Saguntum Extra 11 (2011), 23 f.; DERS.: Airborne laser scanning of historical wood charcoal production sites a new tool of kiln site



Abbildung 5: A: Freigelegte Holzkohleschicht von K713, Schauinslandgebiet. B: Probenahme an K248, Feldberggebiet, Südschwarzwald.

dichtem Kronenschluss, denn vielfach handelt es sich bei unseren Untersuchungsgebieten um aktuell dicht bewaldete Gebiete. Auf diese Weise lassen sich genaue Angaben zur Lage, Dichte und Verteilung der Fundplätze gewinnen, so dass deren systematische Kartierung und Dokumentation nun genauer und effektiver erfolgen kann – allerdings nicht ohne ergänzende Überprüfung bei gezielten Geländebegehungen (vgl. Kap. III.1). Die Kenntnis der exakten Geländelage der Untersuchungsobjekte ist wiederum eine notwendige Voraussetzung für das Auffinden und die Probenahme und damit auch für die im folgenden Kapitel beschriebene naturwissenschaftlich-großrestanalytische Bearbeitung der verkohlten Rückstände/Holzkohleproben.

II.4. Anthrakologische Analyse und Auswertung

(Kohlplatz-)Anthrakologie

Neben den Pollenprofilen und der Palynologie ("Mikrorestanalyse") sind es vor allem verkohlte Großreste und deren Analysen (Makrorestanalyse/Großrestanalyse), die ein bedeutendes vegetationsgeschichtliches Forschungspotenzial bergen. Bei der Großrestanalyse spielt wiederum die Anthrakologie⁴ eine wichtige Rolle; es ist das spezielle Forschungsfeld, das sich die Analyse und Auswertung von verkohltem historischem Holz zum Ziel gesetzt hat. Im Gegensatz zu unverkohltem Holz bleibt nämlich Holzkohle auch unter den bei uns weit verbreiteten terrestrischen Bodenbedingungen über lange Zeiträume erhalten. Die spezifischen zellulären Strukturen und Merkmale des Holzes werden durch den Verkohlungsprozess konserviert, so dass auch ihr dendrologisch-holzanatomischer Informationsgehalt erhalten bleibt. Unverkohltes Holz wird dagegen – am oder im Boden liegend – unter den bei uns vorherrschenden Bodenbedingungen in der Regel innerhalb weniger Jahre durch natürliche Prozesse abgebaut und zersetzt. Eine günstige, konservierende Feuchterhaltung organischer Rückstände, die auch eine wichtige Voraussetzung

anthracology at the landscape level. In: Saguntum Extra 13 (2012), 247–252; siehe auch Abb. 6 auf der nächsten Seite.

⁴ Holzkohlekunde; Holzkohleanalyse. Von griech. Anthrakos: Kohle.

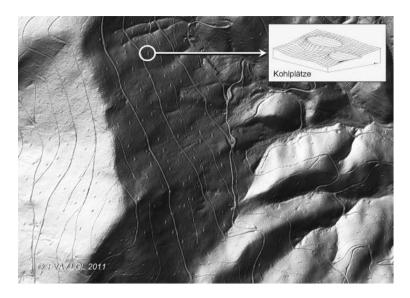


Abbildung 6: Mit hochauflösenden Laserscan-Daten (LiDAR) lassen sich Tausende von Kohlplatten im Südschwarzwald visualisieren. Hillshade-Ausschnitt (ca. 2 km²) aus dem Blauen-Belchen-Gebiet, Südschwarzwald, mit extrem hoher Kohlplatzdichte (©FVA/LGL 2011).

Quelle: Digitales Geländemodell DGM1. FVA/LGL Az. 2851.9-1/3.

für die Gewinnung von aussagekräftigen Pollenprofilen ist, ist nur an entsprechend seltenen und kleinflächigen Sonderstandorten gegeben, vor allem bei nassen, sauren und nährstoffarmen Bedingungen in Mooren und Seen.

Mit den zellulären holzanatomischen Strukturen, die in der Holzkohle auch im wechselfeuchten, sauerstoffreichen Milieu konserviert sind, bleiben zugleich zahlreiche Merkmale und Detailinformationen des Holzes langfristig erhalten. So kann an Holzkohle auch nach Jahrtausenden noch festgestellt werden, von welcher Baumart und von wie starkem Holz sie stammt und wie groß der jährliche Holzzuwachs (Jahrringbreite) damals war. An den entsprechenden Fundplätzen sind auf diese Weise Aktivitäten des Menschen und damit frühere anthropogene Einflüsse auf die Wälder detailliert dokumentiert. Zugleich sind in der Holzkohle Eigenschaften der historischen Waldbestände festgehalten. Die Analyse der verkohlten Rückstände kann somit wertvolle qualitative und quantitative Informationen zu den historischen Waldnutzungen und Waldbeständen liefern.

Wie die Pollenanalyse ist die Anthrakologie ein wichtiger Arbeitsbereich der historischen Geobotanik und der vegetationsgeschichtlichen Forschung; jedoch werden ihre Forschungspotenziale in Mitteleuropa erst wenig genutzt. Sie wurde bisher vor allem dort umfassend und systematisch angewendet, wo ungünstige Voraussetzungen für die Moorbildung, für die Pollenerhaltung und damit auch für pollenanalytische Untersuchungen bestehen, von Montpellier in Südfrankreich⁵ ausgehend vor allem in Südeuropa und im Mittelmeergebiet. Die behandelten Epochen liegen dabei vielfach mehr oder weniger

5 Studien von Jean-Louis Vernet. Siehe dazu auch die folgende Anmerkung.

weit vor der Zeitenwende. Eine gute Übersicht über die entsprechenden Forschungsaktivitäten geben die Tagungsbände der fünf internationalen Anthrakologie-Tagungen, die bisher stattgefunden haben – in Montpellier 1990⁶, Paris 2000⁷, Lecce, Süditalien 2004⁸, Brüssel 2008⁹ und Valencia 2011¹⁰. Inzwischen hat sich die Holzkohleanalyse auch in Deutschland zu einem wichtigen Standbein vegetationsgeschichtlicher Forschungen entwickelt.

Werden überdies Aussagen auf Landschaftsebene und zugleich mit feiner räumlicher Auflösung angestrebt, so bietet die anthrakologische Analyse von Kohlplätzen einzigartige Möglichkeiten: Bei den Kohlplatten handelt es sich nämlich um die bei weitem häufigsten Rückstände historischer Waldnutzung in der Landschaft und zugleich um diejenigen, die den engsten Raum-, Landschafts- und Standortsbezug haben. Letzterer ist besonders gut ausgeprägt, da es sich bei derartigen Plätzen um Herstellungsorte und Produktionsstätten der Holzkohle handelt und nicht um Verbrauchsorte, wie es bei vielen anderen Untersuchungsobjekten historischer Holzkohle der Fall ist.

Die Köhlerei wurde vor allem dort betrieben – und von uns untersucht –, wo das Holz nicht in anderer Weise gewinnbringend genutzt werden konnte, in unerschlossenen, siedlungsfernen Wäldern, aus denen der Abtransport des unverkohlten Holzes nicht möglich oder zu aufwändig war (Waldköhlerei). Das Gewicht des Energieträgers wurde nämlich durch den Verkohlungsprozess erheblich reduziert und ein energiereiches Produkt in gut transportabler (zerkleinerter) Form hergestellt. Im Hinblick auf waldgeschichtliche und waldökologische Fragestellungen kann folglich bei der Analyse von Kohlstätten ein besonders enger, lokaler Raumbezug erwartet werden, so dass sich weitergehende Interpretationsmöglichkeiten eröffnen. Aufgrund ihres engen Raumbezuges sind bei entsprechenden regionalen und lokalen Fragestellungen somit gerade anthrakologische Großrestanalysen von Kohlplätzen erfolgversprechend. Durch derartige Studien werden nämlich die Rückstände historischer Gehölzbestände, die wesentliche Informationen zum anthropogenen Einfluss und zur früheren Vegetation enthalten, direkt und mit hoher räumlicher Auflösung analysiert. Die Analyse liefert detaillierten Aufschluss über die lokalen historischen Vorgänge und Gegebenheiten, insbesondere über die konkreten lokalen Aktivitäten des Menschen zur Sicherstellung der Energieversorgung und über den Zustand der historischen Wälder. Demgegenüber werden bei der Pollenanalyse, der häufig bevorzugten vegetationsgeschichtlichen Methode, die im Verlauf der Zeit in spezielle Sedimentprofile eingetragenen und dort erhalten gebliebenen Pollenkörner

- 6 JEAN-LOUIS VERNET (Hg.): Les charbons de bois les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme: colloque organisé à Montpellier du 10 au 13 septembre 1991 (= Bulletin de la Société Botanique de France: Actualités botaniques 139 [2/3/4]), Paris 1992.
- 7 STÉPHANIE THIÉBAULT (Hg.): Charcoal analysis. Methodological approaches, palaeoecological results and wood uses (= British Archaeological Reports. International Series 1063), Oxford 2002.
- 8 GIROLAMO FIORENTINO, DONATELLA MAGRI (Hg.): Charcoals from the past: Cultural and palaeoenvironmental implications. Proceedings of the Third International Meeting Anthracology, Cavallino, Lecce (Italy), June 28th–July 1st 2004 (= British Archaeological Reports. International Series 1807), Oxford 2008.
- 9 ANDREW C. SCOTT, FREDDY DAMBLON (Hg.): Charcoal and its use in palaeoenvironmental analysis – Selected papers from: 4th International Meeting of Anthracology, Brussels, 8–13 September 2008. In: Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 291 (1/2) (2010), 1–166.
- 10 ERNESTINA BADAL, YOLANDA CARRION ET AL. (Hg.): 5th international meeting of charcoal analysis. The charcoal as cultural and biological heritage (= Saguntum Extra 11 [2011]); DIES. ET AL. (Hg.): Wood and charcoal. Evidence for human and natural history (= Saguntum Extra 13 [2012]).

untersucht. Damit lassen sich die historischen Vegetationsverhältnisse und die Einwirkung des Menschen nur indirekt und mit unsicherem räumlichem Bezug erschließen.

Taxonomisch-holzanatomische Bestimmung

Da die zellulären holzanatomischen Strukturen in der Holzkohle weitestgehend erhalten sind, können zur Bestimmung der Holztaxa, von denen die Holzkohle stammt, die gebräuchlichen holzanatomischen Bestimmungsschlüssel für unverkohltes Holz verwendet werden 11. Ergänzend werden Sammlungen von verkohltem Referenzmaterial bekannter Gehölzarten genutzt. Die Analyse erfolgt lichtmikroskopisch unter Auflicht an Quer-, Radial- und Tangential-Bruchflächen der Holzkohlestücke.

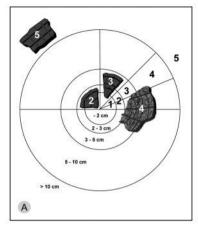
Für die Erfassung der genutzten Holzstärken wurde eine neue einheitliche Analysemethode entwickelt¹². Dabei wird der Durchmesser des genutzten Holzes durch Einpassen der Holzkohlestücke in eine Kreisschablone mit Radialeinteilung ermittelt – mit Hilfe der Jahrringkrümmung und des Winkels der Markstrahlen zueinander. Unterschieden werden fünf Durchmesserklassen. Die ermittelten Verteilungen der Holzkohlestücke auf Durchmesserklassen liefern wertvolle taxaspezifische Zusatzinformationen über die historischen Waldnutzungen. Auch diffizilere Gegebenheiten kommen darin zum Ausdruck, so z. B. welches Gehölzmaterial bei der Holzkohleherstellung zum Abdecken der Meiler verwendet wurde.

Der Mengenanteil der verkohlten Holztaxa wird für jede Probe sowohl nach Stückzahl als auch nach Gewicht ermittelt. Anthrakologische Ergebnisse liegen von über 800 historischen Kohlplätzen aus dem Untersuchungsraum vor. Ausgewählte Fundplatz-Kollektive wurden exemplarisch mit überregionalem bis lokalem Raumbezug ausgewertet (vgl. Kap. III.3).

Rezent-Holzkohleanalyse und Experimentalmeiler-Untersuchungen

Zur Überprüfung und Absicherung der verwendeten Analysemethodik werden rezentholzkohleanalytische und experimentell-anthrakologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei werden allgemein Prozesse untersucht, die heute noch nach den historischen Verfahren ablaufen – teilweise experimentell nachgestellt. In unserem Fall ist es die traditionelle Holzkohle-Herstellung in stehenden Rundmeilern. Das verwendete Holz wird vor dem Verkohlungsprozess genau vermessen, und die ermittelten Ergebnisse werden den holzkohleanalytischen Ergebnissen vergleichend gegenübergestellt. Im Hinblick auf die Absicherung von quantitativen Aussagen zu Art und Stärke des in der Vergangenheit verwendeten Holzes soll auf diese Weise geklärt werden, wie gut sich die Mengenverhält-

- Siehe dazu z. B.: DIETGER GROSSER: Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas, Berlin 1977; FRITZ HANS SCHWEINGRUBER: Mikroskopische Holzanatomie. Formenspektren mitteleuropäischer Stamm- und Zweighölzer zur Bestimmung von rezentem und subfossilem Material, 2. Aufl., Teufen 1982; DERS.: Anatomie europäischer Hölzer: ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zweigstrauchhölzer, Bern, Stuttgart 1990; RUDI WAGENFÜHR: Anatomie des Holzes unter besonderer Berücksichtigung der Holztechnik, 2. Aufl., Leipzig 1980.
- 12 LUDEMANN: Die Wälder im Sulzbachtal (wie Anm. 1), 87–118; DERS.: Zur Brennstoffversorgung einer römischen Siedlung im Schwarzwald (wie Anm. 1), 165–172; DERS., NELLE: Die Wälder am Schauinsland (wie Anm. 1); siehe auch Abbildung 7 auf der nächsten Seite in diesem Beitrag.



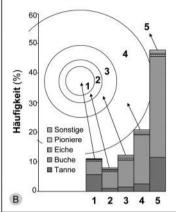


Abbildung 7: Anthrakologische Holzstärken-Bestimmung. A: Messschablone mit den fünf Durchmesserklassen (1–5) und vier eingepassten Holzkohle-Bruchstücken der Klassen 2–5. B: Beispiel für ein Ergebnisdiagramm der taxaspezifischen prozentualen Verteilung auf die fünf Durchmesserklassen.

Quelle: LUDEMANN: Brennstoffversorgung im Bergbaurevier Sulzburg (wie Anm. 1), 131–138; DERS., NELLE: Die Wälder am Schauinsland (wie Anm. 1).

nisse der im Meiler verwendeten Holztaxa und Holzstärken mit den anthrakologischen Analysen abbilden lassen.

Möglichkeiten zu rezent-holzkohleanalytischen Studien boten sich insbesondere beim letzten traditionell arbeitenden Köhler im Münstertal, Südschwarzwald¹³ sowie im Atlas-Gebirge/Marokko in Gebieten, in denen die Köhlerei heute noch berufsmäßig betrieben wird. Experimentalmeiler wurden in den Jahren 2002, 2003, 2006, 2008 und 2012 vom Forstamt der Stadt Freiburg betrieben (Abb. 1C) und von uns wissenschaftlich begleitet¹⁴.

II.5. Vegetations- und standortskundliche Erhebungen

Zur Klärung der weitergehenden Fragen nach dem Bezug der Holznutzung zur Vegetation und zu den Wuchsbedingungen der genutzten Wälder werden in der Umgebung der historischen Fundstätten standorts- und vegetationskundliche Daten erhoben (Höhe, Exposition, Hangneigung, aktuelle Baumschicht und Waldgesellschaften). Die aktuelle Vegetation wird mit den pflanzensoziologischen Standardmethoden erfasst¹⁵. Standortsökologische Parameter werden mit einfachen Methoden im Gelände gemessen oder aus der Literatur und kartographischen Darstellungen ermittelt.

- 13 THOMAS LUDEMANN: Anthracological analysis of recent charcoal-burning in the Black Forest, SW Germany. In: British Archaeological Reports. International Series 1483 (2006), 61–70.
- 14 DERS.: Experimental charcoal-burning with special regard to anthracological wood diameter analysis. In: British Archaeological Reports. International Series 1807 (2008), 147–157.
- 15 Klassifizierung und Kartierung von Pflanzengesellschaften nach: ERICH OBERDORFER (Hg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV: Wälder und Gebüsche, 2. Aufl., Jena 1992; HARTMUT DIERSCHKE: Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden, Stuttgart 1994; OTTI WILMANNS: Ökologische Pflanzensoziologie. Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas, 6. Aufl., Wiesbaden 1998.

Darüber hinaus wurden in größeren Teilgebieten flächendeckende, großmaßstäbliche Vegetationskartierungen durchgeführt. Sie sollen die Verknüpfung der historischen Daten mit der aktuellen Waldvegetation auf Landschaftsebene und zugleich mit hoher räumlicher Auflösung ermöglichen. Innerhalb des Hauptuntersuchungsgebietes wurde dazu eine Fläche von gut $100\,\mathrm{km}^2$ flächendeckend im Maßstab $1:5\,000\,\mathrm{kartiert}^{16}$.

Mit der Verknüpfung der verschiedenen Datensätze – standortskundlich, holzkohleanalytisch, vegetationskundlich – wird die Brücke geschlagen von der lokalen Standortsökologie, den natürlichen Wuchsbedingungen und dem (potenziellen) natürlichen Holzangebot über die historische (vollständige oder selektive) Holznutzung und deren Auswirkungen bis hin zum heutigen Waldbild und weiter, mit Empfehlungen für den naturnahen Waldbau und zukünftige Nutzungen, zur modernen Forstwirtschaft. Die holzkohleanalytischen Untersuchungen sollen dabei vor allem Rückschlüsse auf frühere anthropogene Eingriffe ermöglichen, wie auch auf die Baumartenzusammensetzung der historischen Waldbestände.

III. Ergebnisse und Diskussion

III.1. Dichte und Verbreitung der Kohlplätze

Lange Zeit lagen die höchsten im Südschwarzwald ermittelten Meilerplatzdichten bei 40 Kohlplatten/km², d. h. man trifft dort im Gelände im Durchschnitt alle 170 m auf einen Kohlplatz. Bei der exemplarischen Prüfung der Laserscan-Daten konnte dieser Wert auf über 150 Meilerplätze pro km² erhöht werden¹⁷. Bei optimaler gleichmäßiger Verteilung auf der Fläche entspricht dies einem mittleren Abstandswert zwischen den einzelnen Plätzen von unter 90 m; d. h. man trifft dort durchschnittlich alle 90 m im Gelände auf einen Kohlplatz (vgl. auch Abb. 6 auf Seite 94).

Ohne die Nutzung der Laserscan-Daten waren der Freiburger Arbeitsgruppe nach jahrelangen umfangreichen Geländeerhebungen im weiteren Mittelgebirgsraum um Ober- und Hochrhein (Schwarzwald, Vogesen, Jura-Massiv) immerhin etwa 2 700 Fundplätze der historischen Holzkohle-Herstellung bekannt. Mit Hilfe der neuen Fernerkundungsmethode (LiDAR) konnte die Anzahl bekannter bzw. vermuteter historischer Kohlplätze innerhalb von kurzer Zeit auf ein Vielfaches erhöht werden, alleine im Südschwarzwald von etwa 2 000 Fundplätzen, die nach vielen Jahren Feldforschung dokumentiert waren, auf über 9 000 Plätze auf der Grundlage des hochauflösenden Geländemodells¹⁸. Bei konservativer Schätzung und nach exemplarischer Überprüfung im Gelände gehen wir nun davon aus, dass es im Südschwarzwald im Ganzen weit über 10 000 historische Meilerplätze gibt. Sie finden sich dort weit gestreut in verschiedensten Geländelagen, in allen Höhenlagen und sowohl in den höchsten und abgelegensten Gebieten als auch siedlungsnah. Damit

- 16 THOMAS LUDEMANN, WOLFGANG RÖSKE, MATTHIAS KRUG: Atlas zur Vegetation des Südschwarzwaldes Feldberg, Belchen, Oberes Wiesental (= Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung 45), Freiburg 2007; THOMAS LUDEMANN: Die Waldlebensräume und ihre Vegetation Standorte, Charakterisierung und Verbreitung. In: REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Hg.): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald, Ostfildern 2012, 181–278.
- 17 LUDEMANN: Airborne laser scanning (wie Anm. 3).
- 18 Digitales Geländemodell DGM1. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA; www.fva-bw.de) und Landesamt für Geoinformationen und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL; www.lgl-bw.de) Az. 2851.9–1/3; siehe auch Abbildung 8 auf der nächsten Seite.

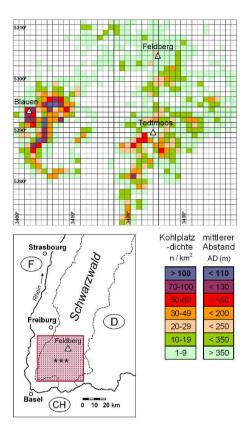


Abbildung 8: Kohlplatzdichte im Südschwarzwald. *Gauß-Krüger-Koordinaten. Km²Gitter. ***Untersuchungsgebiet. 40 x 40 km-Ausschnitt.

Quelle: LUDEMANN: Airborne laser scanning (wie Anm. 3), 247–252.

kommt zum einen die große, zum Teil flächendeckende und landschaftsprägende Bedeutung der historischen Köhlerei zum Ausdruck, zum anderen das große wissenschaftliche Forschungspotenzial der Kohlplatz-Anthrakologie.

Die räumliche Verteilung der Fundplätze gibt Aufschluss darüber, in welchen Orten und Gebieten die Holzkohleproduktion eine große Rolle spielte und mit welcher Intensität sie betrieben wurde. Darüber hinaus können auf der Grundlage der ermittelten Fundplatzdichten Modellrechnungen für die nachhaltige und die vollständige Nutzung der natürlichen Holzvorräte durchgeführt werden. Daraus lassen sich Aussagen zum möglichen Umfang (Menge) sowie zum Arbeitskräfte- und Zeitbedarf für die Holzkohleproduktion in bestimmten Gebieten ableiten.

III.2. Das verwendete Holz, anthrakologische Klassifikation

Nach den anthrakologischen Untersuchungen wurde als Energieholz nicht nur die weit verbreitete und gut geeignete Rotbuche (Fagus sylvatica) genutzt, wie häufig angenommen, sondern alle einheimischen Baumgattungen und einige Sträucher (siehe Abbildung 9 auf der nächsten Seite): Rotbuche (Fagus sylvatica), Weißtanne (Abies alba), Fichte (Picea abies), Eiche (Quercus), Ahorn (Acer), Kiefer (Pinus), Kernobstgewächse (Pomoideae; Sorbus u. a.), Pappel (Populus), Birke (Betula), Hasel (Corylus avellana), Weide (Salix), Erle (Alnus), Hainbuche (Carpinus betulus), Esche (Fraxinus excelsior), Kirsche (Prunus), Linde (Tilia) und Ulme (Ulmus), sowie äußerst selten und in Abbildung 9 unter Sonstige zusammengefasst Stechplame (Ilex aquifolium), Eibe (Taxus baccata), Schneeball (Viburnum) und Hartriegel (Cornus). Deren Holz gilt zum Teil gegenüber demjenigen der Buche als erheblich schlechterer Energieträger, insbesondere dasjenige der Nadelbäume (Fichte, Tanne, Kiefer) und der Weichlaubhölzer (Weide, Pappel), und dementsprechend auch als erheblich schlechter für die Holzkohle-Produktion geeignet.

Die Mengenanteile der nachgewiesenen Gehölzgattungen sind sehr verschieden. Einen großen Anteil erzielen lediglich die Arten der weit verbreiteten natürlichen Schlusswälder (Klimaxwälder), *Fagus*, *Abies* und *Picea*. Des Weiteren sind Eiche, Ahorn und Kiefer zu erwähnen, auf die ein Anteil von einem bis wenigen Prozent entfällt (Abbildung 9).

Die einzelnen Fundplätze weisen sehr verschiedene Zusammensetzungen der Holzkohleproben auf. In Abbildung 9 sind ähnliche Proben zu anthrakologischen Einheiten (HK-/Holzkohle-Typen) zusammengefasst. Sie sind jeweils gekennzeichnet durch eine bestimmte Kombination vorherrschender Taxa, wobei dominante (>2:1; fett hervorgehoben), kodominante (2:1 bis 1:2) und subdominante (<1:2 bis 1:4; in Klammern gesetzt) Gattungen unterschieden werden. Die prozentualen Anteile, die die einzelnen Gattungen jeweils durchschnittlich in den zusammengefassten Befunden einer Einheit erzielen, sind in Abbildung 9 für jede unterschiedene Einheit farbig unterlegt angegeben. Die holzkohle-analytische Klassifikation der Befunde zeigt, dass fast alle nachgewiesenen Baumarten bzw. -gattungen zumindest in einzelnen Proben auch bedeutende Anteile erzielen und dominant oder kodominant vorkommen. In der weit überwiegenden Anzahl der Einzelbefunde und -proben herrschen allerdings die Baumarten der Klimaxwälder vor, vor allem Buche, Tanne und/oder Fichte, in einem kleineren Teil der Proben auch Eiche, Ahorn oder Kiefer. Weitere Holzgattungen fanden sich in größerer Menge nur in einzelnen Befunden.

Bei der räumlichen Differenzierung der anthrakologischen Ergebnisse werden entweder Landschaftsprofile oder flächige Landschaftsausschnitte betrachtet. Die Landschaftsprofile folgen bevorzugt ökologischen Gradienten der Wuchsbedingungen, die vertikal und horizontal in der Landschaft ausgebildet sind, wie Höhen-, Kontinentalitäts-, Luv-Lee-, Niederschlags- oder Temperatur-Gradienten¹⁹.

Beispiele für lokale und regionale großmaßstäbliche Höhen- und Landschaftsprofile finden sich für den Schwarzwald bei: THOMAS LUDEMANN: Vegetations- und Landschaftswandel im Schwarzwald unter anthropogenem Einfluß. In: Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 6, Hannover 1994, 7–39; DERS.: Die Wälder im Sulzbachtal (wie Anm. 1), 81–118; DERS.: Das Waldbild des Hohen Schwarzwaldes im Mittelalter. Ergebnisse neuer holzkohleanalytischer und vegetationskundlicher Untersuchungen. In: Alemannisches Jahrbuch 1999/2000 (2001), 43–64; DERS.: Historische Holznutzung und Waldstandorte im Südschwarzwald. In: Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung 18 (2002), 194–208; DERS.: Anthracology and forest sites – the contribution of charcoal analysis to our knowledge of natural forest vegetation in south-west Germany. In: British Archaeological Reports. International Series 1063 (2002),

																			nde				e e
							aee						S	10					Befunde	ge	e	ے	mittlere Höhe [m ü. NN]
	<u>~</u>	v	ø	Quercus		o	Pom oideae	Populus	a	lus	Ų	S	Carpinus	Fraxinus	Sni		5	Sonstige	ah B	Befunde	Summe	Anzahl Analysen	ere H
HK-Typ (sub)dominante Taxa	Fagus	Abies	Picea	gne	Acer	ij	mo _c	do	Betula	Corylus	Salix	Alnus	Sarp	ă	Prunus	Щia	Ulmus	Ö	Anzahl	% B	s %	Anzahl Analys	mittle [m ü.
Buche Bu	85	7	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287	32	46	38694	916
Buche (Tanne)	70	25	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	8		8881	871
Buche (Fichte Tanne)	56	19	20	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	1		1167	1004
Buche (Fichte)	67	7	24	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2		2051	1073
Buche (Eiche) Buche (Ahorn Fichte)	67 54	5	17	22	0 22	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2677 424	1080
Buche (Ahorn)	63	3	3	0	23	0	2	0	0	1	2	0	0	1	0	0	1	0	7	1	ł	705	966
Buche (Birke)	64	5	0	0	0	0	0	2	21	3	3	0	1	0	0	0	0	1	2	0	ı	193	540
Buche (Hasel)	54	0	0	12	0	0	0	0	0	26	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0		106	590
Buche (Hainbuche)	69 49	2 46	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	10	12	791 11810	480 829
Buche Tanne Buche Tanne (Fichte)	42	41	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	12	1113	925
Buche Tanne (Eiche)	36	47	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	o	ŀ	234	620
Buche Tanne (Ahorn)	43	40	1	0	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0		387	1043
Buche Tanne (Hasel)	38		30	1	1	0	5	1	9	10	1	2	6	0	0	1	0	0	1	0	- 1	101	500
Buche Tanne Fichte Buche Tanne Fichte (Kiefer)	35 25	33 36	26	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36 1	4	4	3562 100	770
Buche Tanne Fichte (Kernobst)	35	22	25	0	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0		110	1185
Buche Fichte	46	7	44	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	4	6	3563	1101
Buche Fichte (Tanne)	41	18	39	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1		1272	1052
Buche Fichte (Ahorn) Tanne	35	5 87	41	0	15	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	4	6	375 3457	1186 746
Tanne (Buche)	7 25	71	0	2	0	0	0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	2	٥	3059	682
Tanne (Buche Eiche)	23	53	0	22	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ł	201	515
Tanne (Buche Fichte)	23	57	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	Ì	377	968
Tanne (Buche Fichte Erle)	12	47	21	0	2	0	2	1	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	1	0		155	910
Fichte	13	59 50	28 46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3	4	100 2861	1000
Tanne Fichte Tanne Fichte (Buche)	17	40	41	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1	4	874	1028
Fichte	3	6	84	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	9	13	8145	1143
Fichte (Buche)	24	8	65	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	Ì	1771	1124
Fichte (Buche Tanne)	19	20	60	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1		470	992
Fichte (Tanne)	2	25	66 67	0	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	-	1483 103	968
Fichte (Ahorn) Fichte (Kiefer)	0	10	76	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	271	882
Fichte (Birke)	0	4	73	0	0	1	0	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ō	Ì	100	975
																			832	93	93		
Eiche Ei	1	0	0	93 63	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	3	1727	324 760
Eiche (Buche)	28 6	24	0	68	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	- }	32 193	405
Eiche (Esche)	0	0	0	66	0	0	2	0	0	2	0	2	1	24	1	0	2	0	2	0		839	215
Eiche Buche	44	2	0	48	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	12	1		3181	510
Eiche Buche (Tanne)	41	12	0	39	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	1	0	0	1	0		507	370
Eiche Buche (Weide)	32	42	0	54 23	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	278 138	515
Eiche Buche Tanne (Kirsche)	24	29	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	1	0	ł	21	770
Eiche Tanne	7	54	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		382	525
Eiche Tanne (Buche)	19	46	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		97	720
Ahorn Buche	59	4	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	222	1088
Ahorn Buche (Tanne) Ahorn Buche Fichte (Tanne)	36 32	15 14	0	0	27 22	0 0	7	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0		105 96	905
Ahorn Buche Fichte (Tanne)	25	18	29	0	24	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		192	1075
Ahorn Buche Fichte Tanne (Esche)	28	17	17	0	19	0	2	0	3	0	0	6	0	7	0	0	0	0	1	0		176	910
Ahorn Fichte	4	4	59	0	33	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0		301	1298
Kiefer Buche	33	15 39	1	1	0	40 54	0	5	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	1	0	2	86 168	955
Kiefer Tanne Kiefer Tanne Fichte	0	35	32	0	0	32	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		168 260	955
Kiefer Fichte	0	3	47	0	0	49	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1		724	830
Kiefer	0	1	15	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		100	880
Kiefer (Fichte)	0	6	21	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		94	880
Kernobst	3	1	6	0	0	0	88	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	55 1	6	6	100	1265
Kernobst Buche	38	2	11	0	1	0	40	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0		144	830
Pappel Eiche	15	2	0	25	0	0	0	41	7	0	0	2	7	0	1	0	0	0	1	0		100	450
Pappel Birke Hainbuche (Tanne)	0	16	0	1	0	0	1	34	23	2	0	1	25	0	0	0	0	0	1	0		200	500
Birke (Buche Tanne)	18	17	9	0	0	0	0	0	54	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0		100	815
Birke Fichte (Erle) Hasel Weide Bu Tanne Eiche (Erle)	9 23	9	0	0 12	0	0	0	5	25	22	19	7	0	0	0	0	0	0	1	0		100 184	930
Erle Bu (Hasel Weide Hainbuche Ei)	28	4	0	9	1	0	2	1	0	13	10	18	9	0	0	4	0	0	1	0		90	300
Erle Fichte (Birke Buche)	10	6	38	0	9	1	0	0	10	0	0	20	0	0	0	6	0	0	2	0		80	920
	46	21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	30	0	0	0	1	0	1	0		151	480
Hainbuche Buche (Tanne)					_																		
Hainbuche Buche (Tanne) Esche (Buche) Summe	20	0	0	0	0	0	0 <1	0	0	0 <1	0 <1	0 <1	0 <1	80	0	0 <1	0	0 <1	1	0	100	5 112916	215

Abbildung 9: Anthrakologische Klassifikation der Befunde. Erläuterung im Text.

Im Folgenden sind Ergebnisse und Auswertungen anthrakologischer Untersuchungen beispielhaft für verschiedene Raumebenen, überregional bis lokal, zusammengestellt. Sie geben die gesetzmäßigen Raummuster der bei der historischen Energieholznutzung verwendeten Baumgattungen und deren quantitative Zusammensetzung für verschiedene Geländeausschnitte wieder und zeigen die Differenzierungsmöglichkeiten aus naturwissenschaftlicher (geobotanisch-waldgeschichtlicher) Sicht auf, fokussiert auf die räumliche Auflösung der Ergebnisse auf Landschaftsebene.

Abbildung 10 auf der nächsten Seite gibt eine überregionale Übersicht anthrakologischer Befunde für ein 130km langes Landschaftsprofil im weiteren Oberrheingebiet – durch fünf große naturräumliche Einheiten, von den Vogesen durch das Rheintal, den Schwarzwald und die Baar-Hochmulde auf die Schwäbische Alb²⁰. Weite Mittelgebirgsteile der Vogesen und des Westschwarzwaldes sowie die Schwäbische Alb werden durch die überwiegende Nutzung von Buche gekennzeichnet. Demgegenüber zeichnen sich einerseits das Rheintal und die daran angrenzenden Mittelgebirgs-Randlagen durch die Nutzung von Eiche und auch Esche, Erle und Hainbuche aus, während andererseits das Nadelholz im Ostschwarzwald und in der Baar eine viel größere Bedeutung als Energieträger erzielt. Deutlich kommt der Unterschied der genutzten Nadelbaumarten zwischen Vogesen und Westschwarzwald einerseits sowie Ostschwarzwald, Baar und auch zentralen Schwarzwaldlagen andererseits zum Ausdruck, indem in Letzteren die Fichte neben der Tanne eine wichtige Rolle spielt und im Ostschwarzwald zusätzlich die Kiefer mit einem nennenswerten Anteil vertreten ist.

Abbildung 11 auf Seite 105 zeigt eine flächenhafte regionale Synthese für den Südschwarzwald, fokussiert auf die zentralen Gebirgsteile mit den höchstgelegenen Fundplätzen um den Feldberggipfel²¹. Für die sieben häufigsten Taxa, auf die zusammen ein

209-217; DERS., TILLMANN BRITSCH: Wald und Köhlerei im nördlichen Feldberggebiet/Südschwarzwald. In: Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz N. F. 16 (1997), 487–526; DERS., NELLE: Die Wälder am Schauinsland (wie Anm. 1); DERS., HANS-GERD MICHIELS, WILKO NÖLKEN: Spatial patterns of past wood exploitation, natural wood supply and growth conditions: indications of natural tree species distribution by anthracological studies of charcoal-burning remains. In: European Journal of Forest Research 123 (2004), 283-292. Für die Vogesen siehe: WILKO NÖL-KEN: Holzkohleanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte der Vogesen (Diss. Universität Freiburg, Fakultät für Biologie), Freiburg 2005. Eine flächenhafte regionale Synthese für die nachmittelalterliche Kohlholznutzung im Südschwarzwald findet sich bei: THOMAS LUDEMANN: Large-scale reconstruction of ancient forest vegetation by anthracology - a contribution from the Black Forest. In: Phytocoenologia 33 (4) (2003), 645-666; DERS.: Gegenwartsbezogene Landschaftsgenese des Schwarzwaldes und der Vogesen auf der Grundlage paläoökologischer Untersuchungsmethoden. In: ELMAR KULKE, HEINER MONHEIM, PETER WITTMANN (Hg.): GrenzWerte. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen des 55. Deutschen Geographentages Trier, 1.-8. Oktober 2005, Berlin/Leipzig u. a. 2006, 517-526; DERS.: Holzkohle als Archiv der Geschichte und Geobotanik - Ergebnisse und Potenzial anthrakologischer Forschungen im Mittelgebirgsraum Zentraleuropas (Habil.-Schr. Universität Freiburg, Fakultät für Biologie, Geobotanik), Freiburg 2006.

- 20 THOMAS LUDEMANN: Das Abbild der natürlichen Vegetation in der historischen Holznutzung. Synthese anthrakologischer Studien im Mittelgebirgsraum Zentraleuropas. In: Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 19, Hannover 2007, 7–22; DERS.: Past fuel wood exploitation and natural forest vegetation in the Black Forest, the Vosges and neighbouring regions in western Central Europe. In: Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 291 (1/2) (2010), 154–165.
- 21 LUDEMANN: Large-scale reconstruction of ancient forest vegetation (wie Anm. 19); DERS.: Gegenwarts-bezogene Landschaftsgenese des Schwarzwaldes (wie Anm. 19); DERS.: Holzkohle als Archiv (wie Anm. 19).

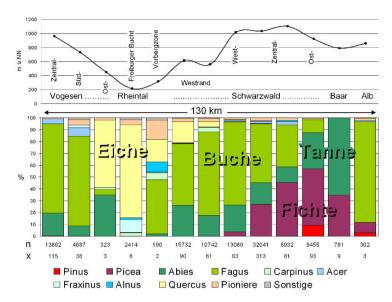


Abbildung 10: Anteil der als Energieholz verwendeten Gehölztaxa auf einem überregionalen Landschaftsprofil von den Vogesen zur Schwäbischen Alb. n Anzahl Analysen. x Anzahl Befunde. Quelle: LUDEMANN: Das Abbild der natürlichen Vegetation (wie Anm. 20), 7–22; DERS.: Past fuel wood exploitation (wie Anm. 20).

Anteil von über 98 % entfällt, ist in den sechs Verbreitungskarten jeweils der durchschnittliche Prozentanteil für mehrere benachbarte Kohlplätze angegeben. In den markanten Raummustern der verwendeten Haupt- und Nebenbaumarten spiegelt sich das natürliche standortsspezifische Vorkommen der Baumarten deutlich wider. Den in weiten Teilen vorherrschenden, die höchsten Lagen um den Feldberg und östliche Gebietsteile jedoch meidenden Buchen und Tannen steht als "Gegenspieler" die Fichte gegenüber, die gerade um den Feldberggipfel sowie in vermoorten Gebieten im Osten höchste Anteile erzielt. Eingebettet in ein großes Tannen-Buchenwald-Areal im übrigen zentralen und im westlichen Südschwarzwald, gelangt die Fichte in den höchsten Gipfellagen ab etwa 1200 bis 1300 m üNN zur Dominanz. Einen Vorkommensschwerpunkt in den höchsten Lagen zeigen auch Ahorn und Pomoideae (Eberesche). Aus vegetationskundlicher und waldökologischer Sicht kommen darin

- (a) das natürliche Verbreitungszentrum des subalpinen Bergahorn-Buchenwaldes (*Ace-ri-Fagetum*) in den höchsten, nährstoffreichen und nordexponierten Lagen des Südschwarzwaldes zum Ausdruck, ferner
- (b) die lokalklimatisch extremen Wuchsbedingungen der höchsten, waldgrenznahen Gipfellagen. Dort werden nämlich die Waldbestände durch hohe Windgeschwindigkeiten, niedrige Temperaturen und Schneereichtum immer wieder in der Weise aufgelichtet, dass es einer konkurrenzschwachen, lichtbedürftigen und relativ kurzlebigen Baumart wie der Eberesche (Vogelbeere, *Sorbus aucuparia*) möglich ist, sich als Pionierbaumart und

Vorwaldgehölz regelmäßig und dauerhaft am Aufbau der Bestände zu beteiligen (Fichten-Ebereschen-Vorwald, *Piceo-Sorbetum*).

In den niedrigen Anteilen der Eiche spiegeln sich die ausklingenden, submontanen, wärmegetönten Standorte der tieferen Lagen des Westschwarzwalds mit der Trauben-Eiche (*Quercus petraea*) wider, in denjenigen von Kiefer die regionalen Nadelwälder des Ostschwarzwaldes, in denen sich die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) von Natur aus am Aufbau der Bestände beteiligt.

Eine großmaßstäbliche flächige Untersuchung mit lokaler räumlicher Auflösung konzentrierte sich auf die zentralen Schwarzwald-Hochlagen und dort wiederum auf ein räumlich eng begrenztes, standörtlich vielfältiges Pilotgebiet mit hoher Meilerplatzdichte südlich des Feldbergs. Dieses Beispiel für die hohe räumliche Auflösung der Kohlplatz-Anthrakologie und die feine lokalstandörtlich bedingte Differenzierung der historischen Kohlholznutzung ist in Abbildung 12 auf Seite 106 dargestellt. Bei der Untersuchung von 34 historischen Kohlstätten wurden auch auf dieser Raumebene für die genutzten Taxa regelmäßige Verbreitungsmuster festgestellt, die die lokalen ökologischen Standortsunterschiede in hervorragender Weise nachzeichnen²². Der kleine Geländeausschnitt von etwa einem Quadratkilometer erstreckt sich zwischen 1 100 und 1 400 m üNN just aus dem Tannen-Buchenwaldgebiet südlich des Feldbergmassivs hinauf auf die flachen Kuppenund Gipfellagen der Hochfläche, wo Fichtenwälder vorherrschen. Darüber hinaus ist eine zusätzliche räumliche Differenzierung zwischen Buche und Tanne deutlich erkennbar, indem letztere den flacheren, geschützten Karboden und Moorrandbereich bevorzugt, die Buche dagegen die Steilhänge der Karwände.

Weitere lokale bis regionale Landschaftsprofile liegen vor vom Schwarzwald-Westrand²³, von Gipfelprofilen nördlich und östlich der zentralen Schwarzwald-Hochlagen²⁴ sowie aus dem Ostschwarzwald²⁵. Sie erstrecken sich jeweils über einige Kilometer und bilden ebenfalls die lokalstandörtlichen Unterschiede detailliert ab.

III.3. Raummuster der Kohlholznutzung, Wuchsbedingungen und Waldvegetation

In einem weitergehenden Auswertungsschritt werden die anthrakologischen Daten mit rezent-ökologischen und vegetationskundlichen Parametern verknüpft und standortsspezifische Aussagen zur historischen und zur natürlichen Baumartenzusammensetzung sowie zur anthropogenen Veränderung der Wälder abgeleitet. Die Raummuster der Kohlholznutzung und ihr Zusammenhang mit den Standorts- und Wuchsbedingungen der Baumarten bilden einen Schwerpunkt der geobotanisch-waldgeschichtlichen Forschungen. Eine fachlich-inhaltliche Darstellung der Verknüpfung der verschiedenen Datensätze ist im Rahmen dieses Übersichtsartikels nicht möglich; dazu muss auf die angegebenen Veröffentlichungen verwiesen werden. Jedoch kann allgemein festgehalten werden, dass sich die dokumentierten historischen Energieholznutzungen in starkem Maße am lokalen

- 22 LUDEMANN: Vegetations- und Landschaftswandel im Schwarzwald (wie Anm. 19).
- 23 Schauinsland-Profil: LUDEMANN, NELLE: Die Wälder am Schauinsland (wie Anm. 1).
- 24 Bärental, Zastlertal: LUDEMANN: Das Waldbild des Hohen Schwarzwaldes im Mittelalter (wie Anm. 19); DERS.: Anthracology and forest sites (wie Anm. 19), 209–217; DERS.: Die Waldlebensräume und ihre Vegetation (wie Anm. 16); DERS., BRITSCH: Wald und Köhlerei im nördlichen Feldberggebiet (wie Anm. 19).
- 25 Steinatal, Vogelmoos: LUDEMANN: Historische Holznutzung und Waldstandorte (wie Anm. 19); DERS., MICHIELS, NÖLKEN: Spatial patterns of past wood exploitation (wie Anm. 19).

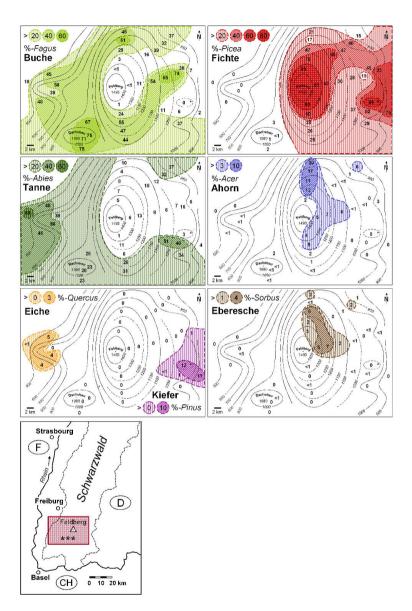


Abbildung 11: Regionale Raummuster der Kohlholznutzung im Südschwarzwald. Anteil (%) der sieben häufigsten Gehölztaxa, die bei der nachmittelalterlichen Holzkohle-Herstellung verwendet wurden. Ergebnis der Holzkohleanalyse von 200 Kohlplätzen. Benachbarte Plätze derselben Höhenlage zu 35 Teilkollektiven zusammengefasst.

Quelle: LUDEMANN: Large-scale reconstruction of ancient forest vegetation (wie Anm. 19), Abb. hier in veränderter Form

***Untersuchungsgebiet (=Ausschnitt der sechs Verbreitungs-Karten).

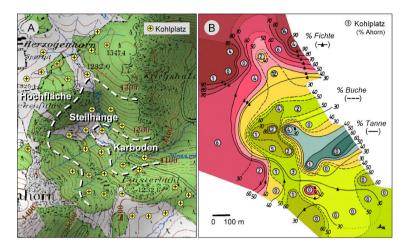


Abbildung 12: Lokalstandörtliches Raummuster der vier Hauptbaumarten Buche, Tanne, Fichte und Ahorn, die östlich des Herzogenhorns, Südschwarzwald, als Kohlholz verwendet wurden. A Lage der Kohlplätze und topografische Gliederung. B Ergebnis der Holzkohleanalyse. Mit Isoprozentlinien zwischen 30 und 90 % für Buche, Tanne oder Fichte sind jeweils jene Kohlplätze umfahren, an denen der entsprechende Prozentwert im anthrakologischen Ergebnis überschritten wird.

Quelle: LUDEMANN: Scanning the historical and scientific significance (wie Anm. 3), 23 f., Abb. hier in veränderter Form.

natürlichen Holzangebot orientierten. Die Raummuster der Kohlholznutzung spiegeln auf den verschiedenen räumlichen Betrachtungsebenen die natürlichen Unterschiede der ökologischen Wuchsbedingungen und der erwarteten natürlichen Baumartenzusammensetzungen hervorragend wider. Aus waldökologischer Sicht vermitteln die lokalen, regionalen und überregionalen Profile sowie die flächendeckenden Darstellungen der historischen Holznutzungen für verschiedene Landschaftsausschnitte ein überraschend gutes Bild vom natürlichen Wechsel der Baumartenkombinationen und -anteile in den Höhen- und West-Ost-Gradienten der Mittelgebirge um das weitere Oberrheingebiet. Umso bemerkenswerter ist dieser Befund, da er für einen wald- und forstgeschichtlich außerordentlich späten Zeitabschnitt gilt, in dem der Mensch anderenorts die Landschaft bereits in erheblichem Maße umgestaltet und verändert hatte.

IV. Schlussfolgerungen

(1) Holzkohle-Rückstände früherer anthropogener Aktivitäten, die wissenschaftlich analysiert werden können, sind quasi aus allen Kulturepochen vorhanden und in den jeweils besiedelten und genutzten Räumen weit verbreitet, und dies in einem bisher nicht bekannten Umfang. Eine hervorragende Rolle spielen dabei die Rückstände der Holzkohle-Herstellung (Waldköhlerei), insbesondere bei der Betrachtung der landschaftlichen Dimension sowie bei der Erfassung der lokalen Differenzierung.

- (2) Systematische anthrakologische Untersuchungen von Kohlplätzen können neue und differenzierte Antworten auf Fragestellungen der Vegetationskunde und Wald(nutzungs) geschichte sowie verschiedener weiterer Fachrichtungen geben. Zur historischen Energieholzversorgung und zu bedeutenden historischen Waldnutzungen können qualitative und quantitative Aussagen zu den tatsächlich verwendeten Holztaxa und Holzstärken geliefert werden.
- (3) Die Verknüpfung der anthrakologischen Daten mit Kenntnissen der rezenten ökologischen und vegetationskundlichen Bedingungen der Wälder ermöglicht darüber hinaus standorts- und waldgesellschafts-spezifische Aussagen zur historischen und zur natürlichen Baumartenzusammensetzung der Wälder. Einzigartige Auswertungs- und Aussagemöglichkeiten auf lokaler und regionaler Ebene ergeben sich aus der großen Anzahl, der weiten Verbreitung und der hohen Dichte entsprechender Fundplätze.
- (4) Im Ganzen wurden alle Baumarten genutzt. Die ermittelten Mengenanteile entsprechen dabei naturnahen Verhältnissen. Im Klimaxgebiet der Buchenmischwälder wurde nicht nur Buche als Energieholz genutzt, sondern auch große Anteile starken Tannen- und Fichtenholzes.
- (5) Auf lokaler bis überregionaler Ebene wurden räumliche Unterschiede und Muster der historischen Holznutzung gefunden, die sich mit dem natürlichen, standortsbedingten Vorkommen der Baumarten hervorragend erklären lassen. In den anthrakologischen Ergebnissen spiegeln sich das natürliche Standortspotenzial, die natürlichen Wuchsbedingungen und die Klimaxvegetation wider. Die historischen Waldnutzungen orientierten sich also eng am natürlichen Holzangebot.
- (6) In zahlreichen Waldgebieten waren noch weit in die Neuzeit hinein ausgedehnte Waldbestände mit naturnaher Baumartenzusammensetzung vorhanden.
- (7) Hinweise auf spezielle Holzselektion oder auf Walddegradation sowie Sekundärund Pionierwälder ließen sich nicht bzw. nur ganz selten finden und müssen damit – bezogen auf die erfassten Nutzungen, Zeiträume und Gebiete – als Ausnahme gelten.
- (8) Im Hinblick auf die Frage nach der Nachhaltigkeit der untersuchten historischen Energieholznutzung können aus den anthrakologischen Ergebnissen keine Hinweise auf flächige nachhaltige Degradation der Kohlwälder, zum Beispiel in Form der überwiegenden Nutzung von Pionier- und Lichtbaumarten oder von Schwachholz, abgeleitet werden. Hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung ist keine erhebliche anthropogene Veränderung feststellbar; die erfassten historischen Wälder verfügten noch bis weit in die Neuzeit hinein über eine naturnahe Baumartenzusammensetzung. Aussagen zur Waldstruktur sind weniger leicht ableitbar. Jedoch ergeben sich keine Hinweise auf Walddegradation und Holzmangel, da in den meisten Fällen überwiegend starkes Holz der Klimaxbaumarten genutzt wurde. Dass es sich um moderate historische Nutzungen gehandelt haben muss, die nicht zur nachhaltigen, großflächigen Wald(boden)degradation geführt haben, dafür sprechen nicht zuletzt auch die heutigen Waldbilder und die produktionsstarken Bestände in diesen Gebieten. Hätten nachhaltige Degradationsprozesse stattgefunden, dann hätten derartige Bestände in den zur Verfügung stehenden Zeiträumen nicht wieder aufwachsen können.

Hinsichtlich der Frage, ob es sich dabei um ein bewusstes und gezieltes nachhaltiges Wirtschaften in unserem heutigen Sinne gehandelt hat, ist als ein entscheidender Gesichtspunkt zu bedenken, dass sich Einschränkungen und eine gewisse Zurückhaltung (Nachhaltigkeit) bei der Nutzung der Holzvorräte früher zwangsläufig ergaben, einerseits

aus den weit größeren Abhängigkeiten vom Rohstoff Holz in der Vergangenheit, andererseits aus den begrenzten Transport- und Aufarbeitungsmöglichkeiten, die früher bei fehlender Walderschließung sowie ohne den Einsatz von fossiler Energie und Maschinen mit Motorkraft bestanden.