

2

Bergbau, Geowissenschaften und Archäologie



Der auf Erfahrung gegründete Bergbau ist wesentlich älter als die wissenschaftliche Erforschung und Beschreibung der Erde, mit der sich die Geowissenschaften befassen. Er lieferte durch die praktischen Erfahrungen der Bergbautreibenden besonders auf den Gebieten Mechanik, Hydraulik und Metallgewinnung (Probierkunst und Hüttenwesen) den im 16. Jahrhundert aufkeimenden Naturwissenschaften zahlreiche wesentliche Impulse, insbesondere für die Physik und die Chemie, erhielt andererseits aber auch wichtige Anregungen aus dem Bereich der Mathematik, welche die wissenschaftliche Grundlage des bergmännischen Vermessungswesens, der Markscheidekunst, darstellt (AGRICOLA 1556, SUHLING 1983).

Naturgemäß wurden auch die Erdwissenschaften vom Bergbau stark beeinflusst. Eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung zu einem eigenständigen Wissenschaftszweig war, dass die an vielen verschiedenen Orten gemachten Naturbeobachtungen dokumentiert und weitergegeben werden konnten. Mit dem 1450 durch JOHANNES GUTENBERG erfundenen Buchdruck waren die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen worden.

Um das Jahr 1500 erschien anonym das vom Freiburger Stadtphysikus ULRICH RÜLEIN VON CALW verfasste „nützlich Bergbüchlein“ (Abb. 5), „die erste deutschsprachige Druckschrift über Dinge des Bergbaus, eine volkstümliche Belehrungsschrift für wissensdurstige Bergleute und eine Werbeschrift zur Wiederaufrichtung und Förderung des Freiburger Bergbaus aus dem Niedergang und Tiefstand der vergangenen Jahrhunderte“ (PIEPER 1955). In späteren Jahrzehnten wurde es mehrfach neu aufgelegt und fand weite Verbreitung. RÜLEIN, Sohn eines Müllers, stammte aus dem Nordschwarzwälder Calw (geboren ca. 1465, gestorben 1525). Ob er den zu dieser Zeit schon mehr als 250 Jahre alten Bergbau in der Nordschwarzwälder Bergbaustadt Bulach (Kap. 5.2) kannte und durch ihn vielleicht inspiriert wurde, ist wahrscheinlich, aber nicht erwiesen.

Ein nützlich bergbüchlein



Zu den großen Pionieren der Bergbaukunde gehört der Humanist GEORGIUS AGRICOLA (1494–1555) aus dem sächsischen Glauchau. Das Interesse des Stadtarztes und Apothekers AGRICOLA am Bergbau geht auf seine Bemühungen zurück, etwas über das Heilvermögen der Minerale, die reichlich durch den Bergbau zu Tage kamen, zu erforschen (SUHLING 1983, WAGENBRETH & WÄCHTLER 1990). Er zeichnete bereits Grubenrisse und Lagerstättenkarten, um den Bergleuten bei der Planung des Abbaus zu helfen (WELLMER & BECKER-PLATEN 1999). Im Jahr 1530 erschien das erste montanwissenschaftliche Buch von GEORGIUS AGRICOLA, der zu dieser Zeit in der bedeutenden erzgebirgischen Bergbaustadt Joachimsthal wohnte. Es handelt sich um eine Art „wissenschaftliche Programmschrift“ (SUHLING 1983) mit dem Titel

◀ Abb. 5

**Titelblatt des ersten Buches
über den deutschen Bergbau.**

„Ein nützlich Bergbüchlein“ VON RÜLEIN VON CALW,
erschieden um das Jahr 1500.

„Bermannus sive de re metallica dialogus“ (Bermann oder ein Dialog über den Bergbau). Im Jahr 1556 erschien sein Hauptwerk, das berühmte, in 12 Kapitel gegliederte Bergbaulehrbuch „De re metallica“, das u. a. die Techniken der Prospektion, des Abbaus, der Förderung, der Wasserhaltung, der Aufbereitung und Verhüttung ausführlich darstellt. Es erfuhr rasche und weite Verbreitung und stellte über Jahrhunderte das wichtigste Lehrbuch für den Bergbau dar. Im gleichen Jahr war auch das Schwazer Bergbuch erschienen, bei dem es sich um eine kolorierte Handschrift handelt, von der heute noch 10 Exemplare erhalten sind.

Noch vor „De re metallica“ erschien in Basel im Jahre 1550 die 6. Auflage der „Cosmographia“ von SEBASTIAN MÜNSTER² – es war die erste Ausgabe mit Berichten und Darstellungen über den Bergbau (Abb. 6 und 7). Es ist zugleich die älteste Darstellung von Bergbau im Oberrheingebiet. MÜNSTERs Berater in Bergbauangelegenheiten war der Elsässer Landrichter JOHANN HUBINSACK; mit GEORGIUS AGRICOLA stand er in brieflichem Kontakt, und die Holzschnitte in seiner „Cosmographia“ fertigte derselbe Künstler an, der auch die berühmten Bergbaudarstellungen bei AGRICOLA schuf (WILSDORF 1954).

Mit HUBINSACK konnte MÜNSTER auch eine Grubenbefahrung im Elsass vornehmen, über die er wie folgt berichtet:

„Dann (wurde) ich durch den hochgemeldten Landrichter Herrn Johann Hubinsack geführt zu einem gang / gar tieff hinab / der glitzt von bley / sylber / und anderen metallen / das es ein lust war zu sehen. Es stunden auch vier oder fünff knappen daran / die hetten große arbeit ehe sie das zeh metall mit schrotmeißlen und hämmern gewinnen mochten. Und bey denen waren zwen oder drei andere / die fürten das abgeschlagen erz mit trögen hinweg biß zum nechsten schacht / do ward es durch die haspeler hinauff gezogen / und darnach fürbaß mit trögen geführt mit eim andern haspel / und also für und für biß es auß dem berg kam.“

Zur Zeit von RÜLEIN, AGRICOLA und MÜNSTER wurden die Vorgänge unter Tage – vom gebirgsmechanischen Verhalten der Gesteine (z. B. Entspannung und Lösen von Gesteinsbrocken) bis zum Auftreten oder Verschwinden von Erzgängen – dem Wirken von allerlei Fabelwesen zugerechnet, wie die Beschreibung von SEBASTIAN MÜNSTER in seiner „Cosmographia“ (Ausgabe 1553, Erstes Buch, S. 13–14) zeigt:

„Das hat man auch offft erfahren, dass in etlichen ertzgruben kleine teüfelin oder bergmenlin gefunden werden, deren ettliche den leüten keinen schaden thun, sunder lauffen hin und wider, gleich als weren sie gar geschefftig und thun doch nichts. Sie lassen sich sehen als grüben sie in den gengen, und schöpften die bergmateri in die troggen, treiben den haspel umbher [...] und am aller meisten thun sie das in den gruben do vil silber verborgen ligt. Sie werffen etwa schollen von erdrich nach den arbeitern, verletzen aber sie gar selten. Die bergwercker sehen solich bergmänlin nit ongern in den klüfften, dann es ist ein zeichen das sylber am selbigen ort ist.“

² SEBASTIAN MÜNSTER (1489–1552): Geb. in Ingelheim, Mathematiker, Kartograph, Professor für Hebräistik und Theologie. Im Jahr 1544 veröffentlichte er erstmals die „Cosmographia“ mit mehr als 500 Holzschnitten (Abb. 6 und 7). Die „Cosmographia“ wurde insgesamt zwischen 1544 und 1628 auf Deutsch in 46 Auflagen herausgegeben. Dazu kamen noch mehrere Editionen in lateinischer, französischer und italienischer Sprache.

Von dem Teütschen land.
 Geschrifte herren Johann Hubinsack
 Landrichters im Leberthal/ an Seba-
 stian Münster.

MDLV



◀ Abb. 6
 Bergbaudarstellung
 in der „Cosmographia“
 von SEBASTIAN MÜNSTER.

Bei der auf Beschreibungen des Landrichters JOHANN HUBINSACK aus dem Elsässsischen Leberthal zurückgehenden Abbildung handelt es sich um die erste bildliche Darstellung von Erzbergbau im Oberrheingebiet in einem Buch (entnommen aus einer Ausgabe von 1553). Die Szene zeigt die wichtigsten Arbeitsschritte im Bergbau: Suche (symbolisch dargestellt durch einen Prospektor mit der Wünschelrute), Abbau durch einen Hauer mit Schlägel und Eisen, Förderung und Aufbereitung des erzhaltigen Gesteins.



Dygeleeter/günstiger/lieber herr/cüwer schreibē an mich gechan/dā
 ein jr meldē wie euch mein güter freündt Jobst Heilmā Nürenschrē-
 ber mein gefalles eüwers büchs d Cosmographey anzeigt/ hab ich ver-
 nommen vñ kan wol gedencken dz jr vil fleiß/ mühe vnd arbeit daran
 gelegt/ aber doch onuergebenlich/ dann es euch wie billich zñ grossen
 rüm vnd ewigem danck reichē wirt. Vnd ist wol ware/ heet ich eüweren güten wil-
 len wie jez gewisse/ ich wolt eüch wol grunelichen berichte viler Bergwercken an-
 zeige haben/dāñ selic eins dē andē in alle dingē gleich ist/ so were mir auch Wasel
 nit zñ

Auch wenn viele Naturbeobachtungen nicht erklärt werden konnten und Mythen und Aberglauben weit verbreitet waren, so war jedoch ohne Zweifel das empirisch erworbene und nur mündlich weitergegebene Wissen über die Errichtung und den Unterhalt eines Bergwerks und der zugehörigen Anlage über Tage weit voran-

geschritten. Das großartige Wasserzuleitungssystem zu den Bergwerken im Suggental zeigt z. B., zu welchen technischen und organisatorischen Leistungen die Bergbautreibenden zu dieser Zeit in der Lage waren. Auch im Glottertal, am Schauinsland und bei Todtnauberg hatte man bereits im 13. Jahrhundert aufwändige,



◀ **Abb. 7**
Darstellung eines Pochwerks
in der „Cosmographia“
VON SEBASTIAN MÜNSTER.

Eine Poche mit fünf Stempeln wird über ein
 überschlächtiges Wasserrad angetrieben
 (entnommen aus einer Ausgabe von 1553).

kilometerlange Gräben sowie zahlreiche Teiche und Wasserkünste errichtet, um die Wässer aus den Bergwerken zu heben. Durch Ausgrabung und eingehende Untersuchung des hauptsächlich im 15. und 16. Jahrhundert betriebenen Silber- und Bleibergwerks Caroline bei Sexau (Kap. 5.8) konnte z. B. nachgewiesen werden, dass die Bergleute des ausgehenden Mittelalters sowohl in der Vermessungstechnik als auch in der Anlage von Grubenbauen in einer hinsichtlich der wechselnden Gebirgsstandfestigkeit schwierigen Störungszone sehr kundig waren. Obwohl der Erzgang bereits nach wenigen Metern Tiefe grundwassererfüllt war, gelang es den Bergleuten hier, durch geschicktes Anlegen von Schächten und Wasserlösungsstollen dem Gang bis ca. 50 m unter Gelände zu folgen – mit Schlägel und Eisen.

Doch von der Beobachtung und Weitergabe dieses Wissens bis zum Verstehen der Vorgänge in der Erdkruste, dem täglichen Arbeitsumfeld des Bergmanns, war es noch ein langer

Weg. Erst im ausgehenden 17. Jahrhundert erkannte der dänische Arzt und Naturforscher NIELS STENSEN (1638–1687) als erster das Grundgesetz der geologischen Lagerungsfolge („jung über alt“). Der schottische Gelehrte JAMES HUTTON (1726–1797) postulierte, dass durch Naturbeobachtung die Gesetze zu ermitteln seien, die Gott den Vorgängen in und auf unserer Erde zugrunde gelegt hat. Seine Lehre vom Plutonismus geht davon aus, dass die wesentlichen Gestaltungskräfte aus dem Erdinnern (dem „Zentralfeuer“) kämen.

Die erste systematische Arbeit über die Gesteine und den Gebirgsbau legte der Professor an der Freiburger Bergakademie ABRAHAM GOTTLÖB V. WERNER (1749–1817) vor. Er gilt in Deutschland als der Vater der wissenschaftlichen Geologie. Beobachtungen in den Bergbaurevieren des Erzgebirges und die umfangreiche Gesteins- und Mineraliensammlung der Bergakademie waren die Grundlage für seine Arbeiten. Er war es auch, der im Jahr 1798 im Auftrag des sächsischen

Kurfürsten FRIEDRICH AUGUST mit der ersten geologischen Landesaufnahme³ in den deutschen Landen begann (WELLMER & BECKER-PLATEN 1999). Auch JOHANN WOLFGANG VON GOETHE (1749–1832) schrieb fast 300 Aufsätze, Briefe und Notizen, die sich mit geologischen und bergbaulichen Dingen beschäftigten. Die Schriften von AGRICOLA, WERNER und GOETHE belegen, dass Bergbau und Geologie sich gegenseitig befruchteten.

Die Erkenntnis, dass Bergbau und Geologie nicht voneinander zu trennen sind, führte im Zuge der Verwaltungsreformen der letzten Jahre auch dazu, dass nach vielen Jahrzehnten getrennten Wirkens Staatliche Geologische Dienste und Bergbehörden wieder näher zusammenrückten. Den Anfang machte das Land Baden-Württemberg im Jahr 1998 mit der Zusammenlegung des Geologischen Landesamts und des Landesbergamts zum Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB); 2002 folgten die Länder Sachsen-Anhalt (Landesamt für Geologie und Bergwesen) und Rheinland-Pfalz (Landesamt für Geologie und Bergbau), 2004 das Land Brandenburg (Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe).

Montanarchäologie

Die Untersuchung der Zeugnisse des alten Bergbaus im Schwarzwald mit Methoden der Archäologie ist ein relativ junger Zweig dieser Wissenschaft. Ihr Ziel ist es, Informationen zur Technik-, Wirtschafts-, Sozial- und Kulturgeschichte zu gewinnen. Die moderne Archäologie arbeitet dabei interdisziplinär mit vielen naturwissenschaftlichen Fächern wie Physik, Chemie, Mineralogie, Geologie, Biologie und Anthropologie. Als Teildisziplin der Biologie hat sich die Dendrochronologie etabliert, die neben der Radiokarbonmethode (¹⁴C-Datierung) ein wichtiges Hilfsmittel zur Altersdatierung z. B.

von Grubenanlagen darstellt (BILLAMBOZ & TEGEL 2002). Der nachfolgende Beitrag von TEGEL gibt hierzu eine Übersicht. Geophysikalische, vor allem geomagnetische und geoelektrische Verfahren und Methoden der Luftbildauswertung werden eingesetzt, um Grabungsareale zu erkunden und somit anschließend ganz gezielt Grabungen durchführen zu können oder um punktuelle archäologische Bodenbefunde (Gräben, Mauern, Verhüttungsanlagen usw.), die an einer Stelle erschlossen wurden, in einen größeren räumlichen Zusammenhang zu stellen.

Die ersten montanarchäologischen Arbeiten in Südwestdeutschland wurden am Isteiner Klotz bei Kleinkems im Markgräflerland durchgeführt. Auf ein Feuersteinbergwerk war man im Gewinn Kachelfluh im Jahr 1939 zufällig bei Bauarbeiten zur Anlage eines Nebengleises für das dortige Zementwerk gestoßen. Zunächst wurde ein Grab aus der Jungsteinzeit (ca. 4000–1800 v. Chr.) entdeckt, bei dessen näherer Untersuchung Abraummateriale eines Silexbergbaus zu Tage kam. Das Badische Landesamt für Ur- und Frühgeschichte und das gleichnamige Institut der Universität Freiburg führten zusammen mit dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum zwischen 1950 und 1953 archäologische Grabungen durch, die zeigten, dass der neolithische Feuersteinbergbau sehr umfangreich war (SCHMID 1951, 1980, vgl. Kap. 4.2). Nach langer Pause sind nun die Grabungen am Isteiner Klotz im Jahr 2003 wieder aufgenommen worden – diesmal von der Universität Basel. Hauptziel ist, anhand von Holzkohleproben den Feuersteinabbau genau datieren zu können (ENGEL & SIEGMUND 2003).

An der Universität Freiburg schlossen sich 1987 Archäologen, Historiker, Geographen, Lagerstättenkundler, Geologen und Mineralogen zum Forschungsverbund „Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends in Südwestdeutsch-

³ Über die Geschichte der geologischen Landesaufnahme in Südwestdeutschland sind ausführliche Informationen unter www.lgrb.uni-freiburg.de/über_uns/geschichte erhältlich.

land“ zusammen (STEUER 1990). In den Jahren 1987–1990 wurden zunächst Prospektionsprogramme durchgeführt, über deren erste Ergebnisse in den Freiburger Universitätsblättern, Heft 109, berichtet wurde. Viele Grabungen wurden vom Landesdenkmalamt veranlasst oder vorgenommen. Seither sind zahlreiche interessante, oft überraschende Ergebnisse erzielt worden, über die teilweise nachfolgend kurz berichtet wird (vgl. auch Literaturverzeichnis). Zu erwähnen sind u. a. die Grabungen bei Sulzburg am Riestergang und im Bereich einer Bergbausiedlung im Gewann „Geißmättle“, am Rammelsbacher Eck, ferner am Birkenberg bei St. Ulrich und im Münstertal im Gebiet der ehemaligen Bergbausiedlung Münster, sowie die Freilegung keltischer Eisenverhüttungsanlagen bei Neuenbürg im Nordschwarzwald (FRÖHLICH & STEUER 2000, GASSMANN 1999, 2001).

Von großer Bedeutung waren auch die Untersuchungen des neolithischen Hämatitbergbaus am Rammelsbacher Eck im Münstertal und einer 2 km entfernt liegenden Grube bei Bad Sulzburg im Zeitraum 1988–1997 (GOLDENBERG & MAASS 1999), auf die noch später eingegangen wird (Kap. 4.2). Untersucht wurden ferner die Technik der frühen Metallverhüttung und die durch den Bergbau, die Erzaufbereitung und die Verhüttung hervorgerufenen Umweltbelastungen sowie Technik und Organisation des Wasserbaus in den Montanrevieren (GOLDENBERG 1993, 1994, HAASIS-BERNER 2001). Die archäologischen Arbeiten am Schauinsland sind noch nicht abgeschlossen (STRASSBURGER 2004 sowie STRASSBURGER in Vorbereitung).

Unterstützt wurden und werden diese Forschungen insbesondere auf mineralogisch-geochemischen und lagerstättengeologischem Gebiet auch vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (KIRCHHEIMER 1976, MAUS 1990), welches z. B. das bislang

wenig beachtete Revier Freiamt-Sexau in einem interdisziplinären Projekt eingehend untersuchte (WERNER 1994, WERNER & KALTWASSER 1994). Hier wurden auch die ersten erfolgreichen dendrochronologischen Datierungen an Grubenhölzern aus dem Schwarzwald vorgenommen (BILLAMBOZ & TEGEL 1994).

Bedeutende montanarchäologische Grabungen werden seit 1995 bei Neuenbürg durchgeführt. Hier stieß der Geologe und Archäologe GUNTRAM GASSMANN in einem Bachbett zufällig auf Verhüttungsschlacken (Abb. 72), die er als „vermutlich sehr alt“ einstufte. Geologische Kartiererfahrung, archäologische Kenntnisse von anderen vorgeschichtlichen Bergbaurevieren und der Einsatz geophysikalischer Prospektionsmethoden führten zum Nachweis des ältesten und eines der wahrscheinlich bedeutendsten keltischen Eisenerzbergbau- und -verhüttungsreviere in Mitteleuropa (Kap. 4.2). Vor 2600 Jahren waren hier schon reiche Eisenerze abgebaut und an Ort und Stelle verhüttet worden. Im Frühjahr 2004 gelang es den Archäologen unter Leitung GASSMANNs, einen ersten Beweis dafür zu liefern, dass an den weitläufigen keltischen Verhüttungsplätzen auch im Frühmittelalter – also rund 1300 Jahre später – Eisen geschmolzen wurde. Zufall oder Überlieferung?

Die Grabungen liefern auch ein anschauliches Beispiel dafür, warum frühe Zeugnisse der Besiedlung und Rohstoffnutzung im Schwarzwald so schwer nachzuweisen sind. Aufgrund der steilen Hänge und der humiden Klimabedingungen werden Gruben, Stollenmundlöcher und Kulturschichten rasch von Bachablagerungen, Fließerden oder Hangschuttmassen überdeckt. Es besteht kein Zweifel, dass unter derartigen Ablagerungen auch in anderen Gebieten des Schwarzwalds noch zahlreiche weitere Zeugnisse für die uralte Nutzung der Rohstoffe verborgen liegen.

Exkurs

Dendrochronologische Untersuchungen in den Bergbaurevieren des Schwarzwalds

WILHELM TEGEL

Einleitung

Holzfunde aus historischen Bergbaurevieren bieten eine breite Palette an Informationen zu chronologischen Fragen und ermöglichen uns Einblicke in die Geschichte des Waldes und die intensive Beziehung zwischen Mensch, Holz und Wald. Da die Holznutzung mit der Geschichte des Bergbaus immer in engem Zusammenhang stand, kann diesem Werkstoff mit seinem enormen Informationspotenzial eine hohe Bedeutung zugemessen werden. Bei der Freilegung historischer Bergwerke sollte daher stets das Augenmerk auf Holzfunde gelegt werden.

Die Grundlage der Holzuntersuchungen ist die Dendrochronologie (altgriech.: *Dendron* = Baum, *Chronos* = Zeit, *Logos* = Kunde). Mit ihrer Hilfe kann über die vorwiegend von der Witterung abhängigen Breitenschwankungen der Jahrringe ermittelt werden, wann ein Baum wuchs und wann er gefällt wurde. Jahrringabfolgen können auch wichtige Hinweise über die Herkunft des Bauholzes, die Standortverhältnisse der Bäume sowie die Waldnutzungsformen liefern. Das Ver-

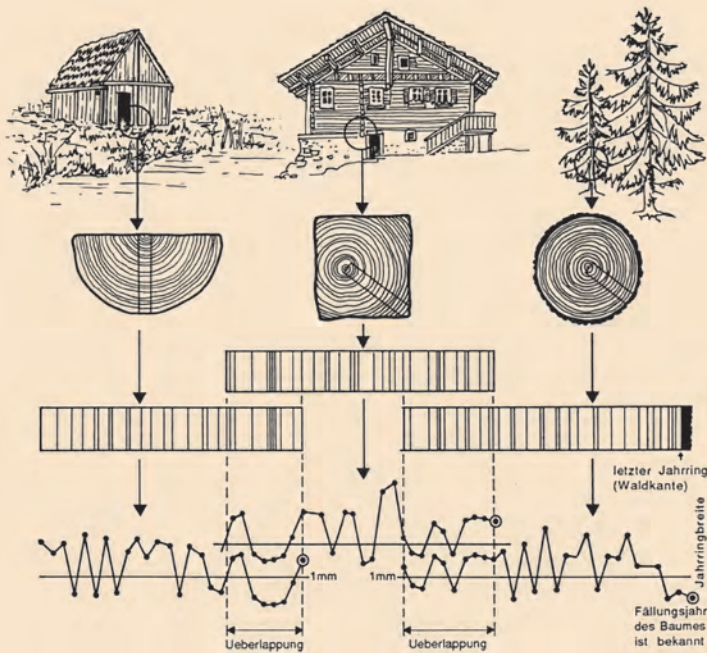
fahren basiert auf der Tatsache, dass Gehölze unter identischen Klima- und Standortbedingungen in unseren Breiten einen ähnlichen Jahreszuwachs aufweisen. Die individuellen Jahrringmuster – also die Abfolgen von engen und breiten Jahrringen – können optisch miteinander verglichen und dann zeitlich zugeordnet werden (Abb. 8). Nach einer Vermessung der Jahrringbreiten werden sie für den visuellen Vergleich in Kurven umgesetzt. Statistische Berechnungen mit Hilfe spezieller Korrelationsprogramme unterstützen dieses Vorgehen. Durch Verkettung der Jahrringserien bzw. durch Mittelung der Messreihen im Überbrückungsverfahren können lange Jahrring- bzw. Referenzchronologien aufgebaut werden, die als Grundlagen für die Datierung weiterer Hölzer zur Verfügung stehen.

BERND BECKER beschäftigte sich seit 1970 an der Universität Hohenheim mit den dendrochronologischen Datierungsgrundlagen. Ihm gelang es, die bisher längste Jahrringchronologie zu erstellen (die süddeutsche Eichenstandardchronologie reicht bis 8200 v. Chr. zurück). Seine Chronologien, die mehrheitlich mit Hilfe von Eichenstammfunden aus Flussablagerungen von Main, Donau und Rhein erstellt wurden, bilden die Basis für die Datierungen von Holzfunden in West- und Mitteleuropa (BECKER 1982). Neben den langen Eichenreferenzen, die sich über das gesamte Holozän erstrecken, stehen mittlerweile auch Jahrringchronolo-

gien für die Baumarten Tanne, Buche, Kiefer und Fichte zur Verfügung. In Süddeutschland decken sie die letzten rund 1000 Jahre ab. Die Jahrringanalyse findet seit den 70er Jahren eine breite Anwendung in der Archäologie, Bau- und Kunstgeschichte. In Verbindung mit Klima- und Umweltfragen leistet sie in zahlreichen Teilgebieten der Geowissenschaften, wie z. B. der Fluss-, Küsten-, Gletscher- und Vulkanforschung, einen wertvollen Beitrag (SCHWEINGRUBER 1993).

Holz und Bergbau

Nicht nur als Baumaterial für Aufbereitungs- und Fördergeräte und den Ausbau der Schächte und Stollen wurde Holz in großem Umfang verarbeitet, es mussten auch gewaltige Mengen zur Herstellung von Holzkohle für die Verhüttung sowie für das Feuer setzen im Bergbau aufgewendet werden. Im Schwarzwald beispielsweise führte der große Holzbedarf im Mittelalter und in der Neuzeit zu einer Übernutzung und damit zu nachhaltigen Veränderungen der Wälder bis hin zum Kahlschlag großer Gebiete. Erst als die Holzkohle als Energieträger gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch die Steinkohle ersetzt wurde, entspannte sich die dramatische Lage für den Wald. Der heutige Schwarzwald, wie er sich mit seinen ausgedehnten Fichtenbeständen präsentiert, ist ein forstwirtschaftliches Produkt der Neuzeit. Noch im Mittelalter war diese Landschaft geprägt durch Buchen- und



▲ **Abb. 8**
Der Weg zum Jahrringkalender.

Ausgehend von den zeitlich bekannten Fälldaten heutiger Bäume können im Überbrückungsverfahren Referenzchronologien erstellt werden (n. SCHWEINGRUBER 1993).

Tannenwälder. Fichten waren lediglich im Ostschwarzwald beigemischt (OBERDORFER 1982).

Aufgrund von Pollenuntersuchungen aus Torfschichten der Moore und Analysen von Holzkohlen alter Meilerplätze der Köhlerei (LANG 1973, LUDEMANN 1995) können wir uns mittlerweile ein Bild über den Wandel der Waldvegetation in Bezug auf die Artenzusammensetzung machen. Zu den Fragen früher Waldnutzungsformen und Waldtypen liefern historische Texte und dendrochronologische Untersuchungen wichtige

Anhaltspunkte. Über die Holzart, das Baumalter und den Stammdurchmesser der datierten Holzfundstücke erhalten wir eine Vorstellung davon, welche Waldbetriebsformen (z. B. Hochwald, Mittelwald und Niederwald) praktiziert wurden und wie sie sich im Laufe der Zeit verändert haben. Die Jahrringmuster liefern Hinweise auf menschliche Eingriffe in den Wald wie z. B. Rodungen und ermöglichen eine zeitliche Einordnung. Um die Bergbauaktivitäten in den einzelnen Revieren chronologisch fassen zu können, sind insbesondere Datierungen

der Bauhölzer hilfreich. Dennoch fand die Dendrochronologie in der Bergbauforschung bisher nur in geringem Umfang Anwendung.

Erste Untersuchungen, leider damals ohne Erfolg, wurden in den 1940er Jahren durch den Forstbotaniker B. HUBER mit Hölzern aus der Grube Ilse bei Senftenberg durchgeführt.

Erst in den 1970er Jahren erfolgten durch E. HOLLSTEIN wieder Analysen von Bergbauhölzern. Ihm gelang die Altersbestimmung von Tannen aus dem keltischen Salzbergwerk im Österreichischen Hallstatt. Ferner wurden von ihm Eichenhölzer aus verschiedenen Bergwerken des Spätmittelalters und der frühen Neuzeit dendrochronologisch datiert (HOLLSTEIN 1974, 1980). Dabei handelte es sich um Proben aus dem Kraichgau (Stollen bei Wiesloch, 12. und 13. Jahrhundert), dem Saarland (Kupfer-Pingenfeld bei St. Barbara-Wallerfangen bei Saarlouis, 16. Jahrhundert), dem Siegerland (Bergbausiedlung Müsen bei Siegen, 13. Jahrhundert) und der Schneifel (Stollen bei Auw, Kreis Prüm, 16. Jahrhundert). Hinzu kamen Buchenhölzer aus den Kupferstollen auf dem Limberg in Wallerfangen (16. Jahrhundert) (NEYES-EIDEN 2003).

In Frankreich, in den Vogesen, im Lyonnais und in den Französischen Alpen wurden ebenfalls dendrochronologische Untersuchungen im Kontext der Bergbauforschung durchgeführt (LAMBERT & LAVIER 1992).

Probenahme und Interpretation der Datierungsergebnisse

Maßgebend für positive Datierungsergebnisse ist die Auswahl geeigneter Proben. Folgendes ist hierbei zu berücksichtigen:

- Die Holzprobe sollte nicht aus einem Abschnitt entnommen werden, der Reaktionsholz aufweist, wie zum Beispiel im Ast oder Wurzelbereich.
- Bei Einzelproben sollten mindestens 80 Jahrringe vorhanden sein.
- Eine möglichst große Anzahl von Proben aus einer Zeitstellung bzw. Bauphase sollte analysiert werden können. Erst gut belegte Jahrringserien gewährleisten zuverlässige Datierungen.

Um das Fälldatum des verarbeiteten Baumes ermitteln zu können, muss die Waldkante, d. h. sein letzter Wuchsring, vorhanden sein. Weist die Probe noch zumindest Splintholz auf, kann aufgrund von Erfahrungswerten die Anzahl der bis zur Waldkante noch fehlenden Jahrringe geschätzt werden.

Methoden der Dokumentation von Jahrringbreiten

- Probenentnahme mit einem Hohlbohrer (Zuwachsbohrer): Ein Bohrkern wird entnommen, der je nach Typ des Bohrers einen Durchmesser von 5 bis 25 mm aufweist.
- Die Jahrringbreitenmessung erfolgt direkt am Objekt unter Zu-

hilfenahme einer Messlupe. Kopieren der Jahrringe (1 : 1) auf eine transparente Folie oder im Abpausverfahren.

- Fotografische Aufnahme der Jahrringfolge am Objekt. Die Messungen erfolgen mit Hilfe der Fotografie.
- Holzproben werden in Scheibenform abgesägt.

Die dendrochronologischen Datierungen können unterschiedlich präzise ausfallen. Im Idealfall gelingt eine jahrgenaue Datierung (Waldkantendatierung). Voraussetzung hierfür ist, dass der letzte vom Baum ausgebildete Jahrring (Waldkante) bei der Probe noch vorhanden ist.

Vor allem bei Eichen sind sog. Splintgrenzendatierungen möglich. Bei angewitterten oder abgebeilten Hölzern, bei denen noch Reste von Splintholz vorhanden sind, kann die fehlende Anzahl von Jahrringen bis zur Waldkante innerhalb eines gewissen Spielraumes eingegrenzt werden (HOLLSTEIN 1980). Der Splint bei Eichenholz umfasst 10 bis 30 Ringe. Demnach erhält man bei einer theoretischen Rekonstruktion von 20 ± 10 Jahren für das Splintholz eine Datierungsgenauigkeit des Fälldatums auf ± 10 Jahre. Fehlt jegliche Spur des Splintholzes, kann nur der letzte vorhandene Kernholzring als Anhaltspunkt für die Altersbestimmung berücksichtigt werden. In diesem Fall handelt es sich um eine Kernholzdatering, die den frühestmöglichen Zeitpunkt der Baumfällung angibt.

Zum Stand der dendrochronologischen Untersuchungen im Schwarzwald

Dank verstärkter Aktivitäten der historischen Bergbauforschung im Schwarzwald verbunden mit Ausgrabungen alter Bergwerke konnten in den letzten Jahren zahlreiche Bauhölzer freigelegt und untersucht werden. In Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau konzentrierten sich die Untersuchungen in den mittelalterlichen bis neuzeitlichen Bergbaurevieren des Schwarzwaldes bisher auf die Gruben Caroline bei Sexau und benachbarte Gruben, die Grube Segen Gottes bei Haslach-Schnellingern und das Schauinsland-Bergwerk bei Freiburg i. Br. Es zeigte sich, dass die Erhaltungsbedingungen für Holz unter Tage in bergfeuchtem Milieu ausgezeichnet sind. Als Bauholz wurde von den Bergleuten Tanne, Eiche, Fichte, Kiefer und in wenigen Fällen auch Buche genutzt.

Das vorrangige Ziel der Untersuchungen war bisher, einzelne Konstruktionen zu datieren, um somit die chronologischen Abfolgen der Stollenvortriebe besser zu erfassen. Da es generell wenig schriftliche Quellen zu den mittelalterlichen Bergbaurevieren des Schwarzwaldes gibt, können so wichtige Zeitmarken gesetzt werden. Erst in einem weiteren Schritt – bei besserer Datierungslage – sollen in Zukunft auch weitere Fragestellungen (Waldwirtschaft, Dendroökologie und

Dendroklimatologie) vermehrt berücksichtigt werden. Die Datierungsergebnisse der letzten Jahre werden im Folgenden vorgestellt.

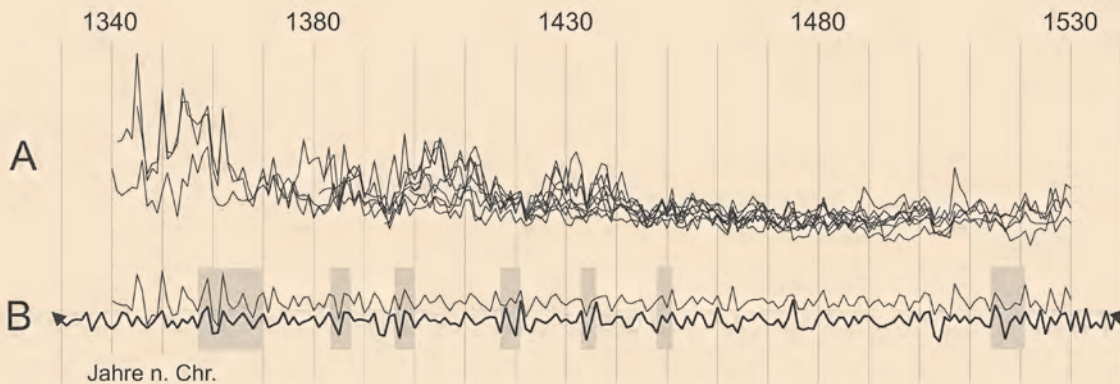
Grube Caroline bei Sexau (Kap. 5.8)

Die ersten Untersuchungen in der Grube Caroline erfolgten 1994 mit Verschalungsbrettern eines Haspelschachtes (Abb. 189 und 190) (BILLAMBOZ & TEGEL 1994, WERNER 1994, WERNER & KALTWASSER 1994). Eine weitere Probenserie eines anderen Haspelschachtes auf der Grube Caroline wurde 1998 analysiert (Abb. 9). Beide Konstruktionen lieferten die bisher ältesten Datierungen aus einem Bergbaurevier im Schwarzwald. Der Schwerpunkt lag auf der Analyse der Hölzer aus dem Haspelschacht der 6. Sohle, wo man auf die gut erhaltenen Reste der Förderkonstruktion stieß, deren un-

terer Teil mit Grundrahmen und Außenverschalung hervorragend erhalten war (Abb. 189 und 190).

Aus den senkrecht stehenden Eichen-Spaltbrettern der Schachtverschalung wurden sechs Proben entnommen, deren beachtliche Zuwachsfolgen problemlos miteinander synchronisiert werden konnten. Die Ergebnisse zeigten, dass vier der Bretter aus zwei verschiedenen Bäumen stammen, die jeweils im Winterhalbjahr 1528 und im Frühjahr 1530 gefällt wurden (Abb. 9). Da Bauholz üblicherweise saftfrisch verarbeitet wurde, kann man davon ausgehen, dass die Holzverbauung unmittelbar danach, nicht jedoch vor 1530 errichtet wurde. In der Nähe des Haspelschachtes wurde auch ein Eichenbrett aus der Türstockverbauung entnommen, das eine Kernholzdatering um 1757 ermöglichte.

Aus dem zweiten, im Jahr 1998 beprobten Haspelschacht auf der sechsten Sohle konnten vier Eichen- und zwei Tannenschalbretter untersucht werden. Zwei Phasen der Verschalung waren zeitlich differenzierbar. Für die ältere Phase (Frühjahr 1530) wurden Eichenspalthölzer verwendet, deren bearbeitungstechnische Merkmale mit den untersuchten Hölzern des 1994 beprobten Schachtes identisch sind. Aus diesem Grund und wegen der übereinstimmenden Fälldaten lässt sich die Feststellung treffen, dass die beiden Haspelschächte zeitgleich angelegt wurden. Die beiden untersuchten Tannenbretter sind einer Bergbauphase um 1780 zuzuordnen. Demnach handelt es sich hier um eine 250 Jahre später durchgeführte Ausbesserungsarbeit. Die Ergebnisse der dendrochronologischen Untersuchungen zeigen, dass die Carolinengrube



▲ **Abb. 9**
Die Jahrringkurven der Haspelschächte in der Grube Caroline bei Sexau.

- (A) Darstellung der neun Einzelserien als Kurvenschar.
(B) Synchronisierung der Mittelkurve mit der süddeutschen Referenzchronologie. Besonders markante Übereinstimmungen sind grau hinterlegt.

kurz nach dem Bauernkrieg in vollem Betrieb war und in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts die frühneuzeitlichen Stollen erneut aufgewältigt wurden.

*Grube Segen Gottes
bei Haslach i. K. Schnellingen
(Kap. 5.6)*

Aus der Grube „Segen Gottes“ konnten bisher 11 Bauhölzer datiert werden. Die Proben wurden von fünf Eichenspaltbrettern aus der Türstockabdeckung am Haspelschacht (Abb. 171 und 172) entnommen. Weitere sechs, deren Herkunft unklar ist, befanden sich im Abraum aus verschiedenen Schächten.

Die Spalthölzer aus der Abdeckung von Türstöcken stammen von Bäumen, die 1730 gefällt wurden. An den Proben fand sich noch die Rinde. Da diese bei einer längeren Lagerung abgefallen wäre, kann man davon ausgehen, dass die Bäume relativ schnell verarbeitet wurden. Das Brett, das im mittleren Bereich eingesetzt wurde, weist auf einen etwas früheren Holzeinschlag um 1721 ± 1 hin. Möglicherweise handelt es sich hier um ein wieder verwendetes Holz. Die Bretter aus dem Abraum lieferten ebenfalls Datierungen in die erste Hälfte des 18. Jahrhunderts.

*Schauinsland
(Kap. 5.10)*

Im Jahr 2003 wurde eine Serie von 14 Hölzern aus der Grube Schauinsland untersucht. Ursprünglich stammen sie aus einem Pumpenschacht zwischen dem Gegentrum III-Stollen und der 4. Feldstrecke über der Kappler Sohle (vgl. Abb. 204). Die Hölzer wurden geborgen, als die Versatzsäule in den Schächten von unten her abgezogen wurde, so dass es zu einer Vermischung gekommen sein dürfte. Weiterhin wurden drei Bohrkerne aus sich noch in Funktion befindlichen Verbauungen des Pumpenschachts entnommen. Bei den untersuchten Bauhölzern handelte es sich um Tannen- und Fichtenkanthölzer, die aus dem Stamm gespalten wurden. Sägespuren konnten in keinem Fall beobachtet werden.

Die Jahrringkurven von fünf Tannenproben ließen sich synchronisieren. Die resultierende 205-jährige Mittelkurve konnte mit den regionalen Referenzchronologien zwischen 1564 und 1768 zur Deckung gebracht werden. Bisher waren acht Tannenhölzer datierbar, davon ermöglichten vier Waldkantendatierungen. Die für diese Bretter genutzten Bäume wurden 1749, 1766 ± 1 und 1769 ± 1 gefällt.

Weitere Untersuchungen

Aus der Grube Tettebach in Obersexau wurde ein Türstock aus Eichenholz untersucht (WERNER & KALTWASSER 1994). Die Probe mit 86 Jahrringen ermöglichte eine Splintgrenzendatierung um 1730 ± 10 . In der Eisensteingrube im Steckwald im Revier Freiamt-Sexau wurden ebenfalls drei Eichenhölzer zur Untersuchung entnommen, die aber leider nur sehr wenige Jahrringe aufwiesen. Für die zwei Holzfunde aus den Bergbaurevieren südlich von Freiburg ist bisher leider keine dendrochronologische Datierung möglich. Das als Bauelement eines Blasebalggerüstes angesprochene Tannenholz aus der Willnau am Schauinsland besitzt nur 27 Jahrringe. Auf eine Analyse eines ca. 30-jährigen Erlenpfastens des Kupferschmelzplatzes in Münstertal-Süßenbrunn wurde verzichtet. Laut ^{14}C -Messung sind diese beiden Hölzer Reste früherer, hochmittelalterlicher Bergbautätigkeiten (ZIMMERMANN 1993).

Fazit

Die bisher dendrochronologisch untersuchten Tannen- und Eichenhölzer aus den Bergbaurevieren im Schwarzwald lieferten bereits viele präzise Zeitmarken für die Bergbauforschung. Die gewonnenen Jahrringserien dienen auch als wichtige Bausteine für die Erstellung von Regionalchronologien und für eine künftige Auswertung aus paläoökologischer und klimatologischer Sicht.