

# Über die Rohstoffquellen Baden-Württembergs

## Vielfalt, Potenzial und Nutzung

*Wolfgang Werner*

### Kurzfassung / Abstract / Résumé

Die Verfügbarkeit von Bodenschätzen ist Voraussetzung für die Entstehung und den Erhalt von Zivilisationen. Moderne Industriegesellschaften sind besonders abhängig von einer kontinuierlichen und zuverlässigen Rohstoffversorgung. Alleine in Baden-Württemberg werden jährlich zwischen 120 und 135 Mio. t an mineralischen Rohstoffen und fossilen Energieträgern benötigt, rund zwei Drittel der Gesamtrohstoffmenge stammen aus heimischen Lagerstätten. Die reibungslose Belieferung mit Rohstoffen bewirkte in den letzten rund 30 Jahren, dass ihre Bedeutung in der gesellschaftlichen Wahrnehmung schrittweise abnahm; erst die deutliche Verteuerung vieler wichtiger Rohstoffe und die wachsende wirtschaftliche Konkurrenz, speziell durch asiatische Staaten, führten in den letzten Jahren zu einer wieder verstärkten Beschäftigung mit den Themen Rohstoffversorgung und vorausschauender Rohstoffsicherung.

Aufbauend auf einen Vortrag über die Rohstoffressourcen Baden-Württembergs bei der Tagung „Landesschätze unserer Zukunft“ gibt der vorliegende Beitrag einen Überblick über die Vielfalt an heimischen Rohstoffen und erläutert anhand besonders interessanter Lagerstättenbeispiele Entstehung und Bedeutung dieser Rohstoffe, vor allem aus den Bereichen Steine und Erden, Industriemineralien und Metallerze. Es wird eine Übersicht über die lange Geschichte der Rohstoffaufsuchung und -gewinnung seit keltischer und römischer Zeit bis in die Gegenwart und über den gegenwärtigen Umfang der heimischen Rohstoffgewinnung sowie der kurzfristig verfügbaren Vorräte gegeben, nicht erschlossene Rohstoffpotenziale werden genannt.

### On the mineral resources of Baden-Wuerttemberg – Variety, potential and use

Mineral resources are a fundamental precondition for the evolution and preservation of civilizations. Modern industrial societies are especially dependent on a continuous and reliable supply. The country of Baden-Wuerttemberg requires minerals and fossil fuels in an amount of 120–130 million tons per year. About 90–100 million tons per year are obtained from domestic deposits, mainly aggregates and industrial minerals.

The unproblematic supply with minerals and fuels led to a decreasing recognition in the public perception during the past 30 years. Only after the significant increase of commodity prices and the growing economic competition, especially with Asian countries, the engagement on the fields of mineral supply and foresighted mineral planning increased.

This paper will give an overview of the variety of mineral resources in Southwest Germany (state of Baden-Wuerttemberg), as well as illustrate origin, cultural and economic significance of

aggregates, industrial minerals and ores taking interesting deposits as examples for explanation. Furthermore, the long history of exploration and mining activities from the Celts and Romans until present days will be outlined. Additionally, the current extent of exploitation and mining reserves and undeveloped mineral resources will be described.

## Au sujet des ressources en matières premières dans le Bade-Wurtemberg – Variété, potentiel et utilisation

Les richesses naturelles du sol sont une condition essentielle à la formation et au maintien des civilisations. Les sociétés industrielles modernes sont tributaires d'un approvisionnement ininterrompu et fiable en matières premières. Rien que dans le Bade-Wurtemberg, on a besoin chaque année d'entre 120 et 135 millions de tonnes de matières premières minérales et d'énergies fossiles. A peu près deux tiers de la quantité totale des matières premières proviennent des gisements locaux. La livraison sans faille en matières premières a eu pour conséquence dans les 30 dernières années que leur importance dans la perception de la société a diminué petit à petit; c'est seulement l'augmentation sensible des prix de beaucoup de matières premières importantes et celle de la concurrence économique, en particulier des pays asiatiques, qui ont fait prendre davantage conscience dans les dernières années des thèmes de l'approvisionnement et de la garantie prévisionnelle en matières premières.

En prenant pour base un exposé sur les ressources en matières premières lors de la conférence „Richesses de notre pays pour notre avenir“, le texte actuel donne un aperçu de la variété des ressources locales et explique, à l'aide d'exemples de gisements particulièrement intéressants, la formation et la signification de ces matières premières, provenant essentiellement des secteurs des roches et des terres, des minéraux industriels et des minerais métaux. Il y aura un aperçu sur la longue histoire de la recherche et de l'exploitation des matières premières depuis l'ère celtique et romaine jusqu'à nos jours et sur la quantité actuelle de l'exploitation locale des matières premières, ainsi que des réserves disponibles à court terme. Les potentiels minéraux non exploités seront cités.

## Inhalt

1	Einleitung, Anlass .....	16
1.1	Neue gesellschaftliche Herausforderungen .....	16
1.2	Herausforderung für die Wissenschaft .....	18
2	Die mineralischen Rohstoffe des Landes Baden-Württemberg, Erkundung und Dokumentation .....	18
2.1	Erdgeschichtliche Prozesse .....	18
2.2	Übersicht über die Vielfalt an mineralischen Rohstoffen .....	21
2.2.1	Steine und Erden .....	22
2.2.2	Industriemineralien .....	24
2.2.3	Metallerze .....	27
2.2.4	Energierohstoffe .....	28

2.3 Rohstoffkartierung, -erkundung und -dokumentation des Geologischen Landesdienstes, neuere Ergebnisse .....	29
2.3.1 Stand der Kartierung .....	32
2.3.2 Rohstofferkundung: Es bleibt viel zu tun .....	33
3 Rohstofflagerstätten als Ausdruck erdgeschichtlicher Ereignisse, erläutert anhand ausgewählter Beispiele .....	34
3.1 Der Oberrhein Graben – auch für Lagerstätten sucher eine ungewöhnliche Struktur ....	35
3.2 Karbonatgesteine – langfristig wichtige Lagerstätten .....	39
3.3 Kaiserstuhl-Phonolith und Ries-Suevit – wertvolle Trassrohstoffe .....	46
3.3.1 Kaiserstuhl Phonolith .....	47
3.3.2 Ries-Suevit .....	49
3.3.3 Erkundungsarbeiten des LGRB .....	52
3.4 Naturwerksteine – beeindruckende Werkstoffvielfalt für Architektur und Baudenkmalpflege .....	52
3.5 Steinsalz – weißes Gold im Mittleren Muschelkalk .....	55
3.6 Fluss- und Schwerspatgänge im Schwarzwald – Potenzial für die Zukunft .....	57
3.7 Silberführende Erzgänge – Grund für 2.000 Jahre Bergbau .....	63
3.8 Nickel und Wolfram – zwei Beispiele für natürlichen Rohstoffmangel .....	66
4 Vergangenheit, Gegenwart und mögliche Zukunft der Rohstoffgewinnung im Gebiet des heutigen Landes Baden-Württemberg .....	67
4.1 Zur Geschichte der Rohstoffgewinnung .....	67
4.1.1 Anfänge der Rohstoffgewinnung .....	69
4.1.2 Mittelalter .....	76
4.1.3 Zum Umfang des mittelalterlichen Bergbaus .....	81
4.1.4 16. bis 18. Jahrhundert .....	83
4.1.5 19. und 20. Jahrhundert .....	86
4.1.6 Frühere Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen in Südwestdeutschland .....	90
4.2 Art und Umfang der heutigen Rohstoffgewinnung .....	92
4.3 Künftige Rohstoffgewinnung .....	95
5 Zusammenfassung und Ausblick .....	99
Weiterführende Literatur .....	102

# 1 Einleitung, Anlass

Die dauerhafte Verfügbarkeit von mineralischen Rohstoffen für Bau, Handwerk und Industrie, für Landwirtschaft, Ernährung, Medizin u. v. m. ist für die Entwicklung und den Erhalt von Zivilisationen grundlegende Voraussetzung. Je komplexer und höher entwickelt Infrastruktur, Industrie und Technik sind, desto größer ist die Abhängigkeit von der regelmäßigen Versorgung mit verschiedensten Rohstoffen.

Menschen ließen sich von Beginn an dort nieder, wo neben Wasser und fruchtbaren Böden auch mit den jeweiligen Techniken nutzbare mineralische Rohstoffe verfügbar waren. Schon in den frühesten Kulturen wurden besonders wichtige Rohstoffe über große Entfernungen gehandelt und getauscht, so z. B. Jaspis (= Hornsteinquarz, „Stahl der Steinzeit“), die Rötel genannten blutroten Hämatiterze, Metallerze besonders von Eisen, Kupfer, Zinn und Gold sowie Steinsalz.

Je größer die Nachfrage war, desto wertvoller wurden Rohstoffe und umso häufiger wurden Auseinandersetzungen und sogar Kriege darum geführt. Auch bei heutigen internationalen Krisen spielt der Zugang zu Rohstoffen eine (oft verdeckte) Hauptrolle, wobei Erdöl und Erdgas in unserer mobilen und hochtechnisierten Zeit besondere Bedeutung zukommt. „Rohstoffe stehen auch als Synonym für Macht, das zeigt die ganze Menschheitsgeschichte. Kultur entwickelt sich dort, wo man es verstand mit Rohstoffen umzugehen.“<sup>1</sup> Immer wieder wird auch das Sprichwort „Alles kommt vom Bergwerk her“ zitiert, das Bezug nimmt auf die allgemeine Bedeutung der aus der Erde gewonnenen Rohstoffe für die technisch-kulturelle Entwicklung. Im Zusammenhang mit den für den Bau wichtigen bearbeitungsfähigen Gesteinen kann man sagen: „Der Naturwerkstein steht in allen Kulturen am Beginn des Bauens und Gestaltens“.<sup>2</sup>

## 1.1 Neue gesellschaftliche Herausforderungen

In Deutschland, wie in ganz Europa, ist heute der volkswirtschaftliche Beitrag der Veredlung und Verarbeitung von Rohstoffen sowie des Handels der daraus erzeugten Produkte weitaus bedeutender als der Beitrag der Urproduktion, darunter der Gewinnung von Primärrohstoffen. Der hochspezialisierten, arbeitsteiligen Gesellschaft ist dadurch die Bedeutung von Primärrohstoffen häufig nicht bewusst. Neben anderen Gründen stößt die Rohstoffgewinnung in Tagebauen und Bergwerken auch deshalb heute immer wieder auf Ablehnung. Dabei ist Rohstoffgewinnung nicht beliebig auf andere Orte verschiebbar, weil Rohstoffe nur am Ort ihres Vorkommens gewonnen werden können. Im dicht besiedelten Mitteleuropa sind Raumnutzungskonkurrenzen an der Tagesordnung und stellen für die Raumplanung durchaus eine Herausforderung dar. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Situation in Zukunft eher verschärfen als entspannen wird.

Unabhängig von der Frage des weiteren Ausbaus der Infrastruktur ist es erforderlich, den Baubestand funktionstüchtig zu erhalten. Interessanterweise scheint die Gewinnung von Naturwerksteinen für die Erhaltung sakraler und profaner Baudenkmale von der Diskussion um Naturschutz und Flächennutzungskonkurrenz weitgehend ausgenommen zu sein. Einerseits werden im Vergleich mit anderen mineralischen Rohstoffen verhältnismäßig geringe Gesteinsmengen gewonnen; andererseits erfährt die möglichst originalgetreue Bewahrung der vertrauten Kultur- und Geschichtsdenkmale eine besondere allgemeine Wertschätzung.

---

<sup>1</sup> CARL-WOLFGANG SAMES, Anaconda. Berichte aus der Rohstoffwelt, München 1986, Umschlagtext.

<sup>2</sup> Deutscher Natursteinverband: <http://www.natursteinverband.de>.

Die Sorge um die weitere Verfügbarkeit von sogenannten kritischen Rohstoffen (Kap. 4.3), welche seit gut einem Jahrzehnt starken Preisschwankungen unterliegen, hat zuerst die deutsche Industrie und dann die Bundespolitik<sup>3</sup> erfasst; diese Rohstoffe stammen überwiegend aus Regionen der Welt, welche für die europäische Wirtschaft kaum berechenbar sind. „Ein sicherer, preisgünstiger und nachhaltiger Zugang zu Rohstoffen ist von zentraler Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft. Dies trifft in besonderem Maß für die Industrierohstoffe zu, bei denen eine hohe Importabhängigkeit besteht. [...] Die Verantwortung des Staates besteht darin, die politischen, rechtlichen und institutionellen Rahmenbedingungen für eine Rohstoffversorgung zu setzen, die die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen gewährleistet. [...] Parallel dazu ist die Eigeninitiative der Wirtschaft gefordert. Mit der Rohstoffallianz hat die Industrie einen ersten wichtigen Schritt in diese Richtung getan, um die Kräfte zu bündeln und Deutschland auf den Rohstoffmärkten wieder ins Spiel zu bringen. Andererseits müssen die Unternehmen die Rohstoffeffizienz und -effektivität weiter erhöhen. Sie müssen noch mehr als bisher Materialien recyceln und auf alternative Grundstoffe (Substitution) setzen. Nicht zu vergessen ist, dass Deutschland selbst reich an heimischen mineralischen Rohstoffen ist, die ebenfalls wesentlich zur sicheren Versorgung der Wirtschaft beitragen. Zentrale Bausteine einer sicheren und nachhaltigen Rohstoffversorgung sind: 1. Verbesserung der Rohstoffeffizienz, Recycling und Substitution. 2. Nutzung heimischer Rohstoffe. 3. Sicherstellung der Rohstoffimporte“.<sup>4</sup>

Neben verstärkten Anstrengungen in Bezug auf internationale Rohstoffkooperationen werden deshalb auch wieder Erkundungsmaßnahmen im eigenen Land staatlich gefördert. Das 2013 gestartete Deutsche Explorationsförderprogramm gilt vor allem dem Nachweis der hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit gegenwärtig besonders „kritischen Rohstoffe“; mindestens acht der im Programm genannten 20 mineralischen Rohstoffe sind in baden-württembergischen Vorkommen zu finden. Ob sie bauwürdige Anreicherungen aufweisen, kann ohne entsprechende Erkundung nicht beurteilt werden.

Die deutsche Industrie ist beim Erkunden und Erschließen von Lagerstätten durchaus mit Schwierigkeiten konfrontiert, denn viel praktisches Wissen ist in den letzten Jahrzehnten verloren gegangen. Die einst in Deutschland stark engagierten Rohstoffkonzerne haben sich ab Mitte der 1980er Jahre weitgehend bis vollständig aus der Rohstofferkundung und -gewinnung in Mitteleuropa zurückgezogen. Die Erkundung bzw. die Wieder- oder Neuerschließung von Lagerstätten erfordert Zeit, oftmals mehrere Jahrzehnte – insbesondere, wenn es an erforderlicher Sachkunde und Erfahrung mangelt.

---

<sup>3</sup> In der breiten Öffentlichkeit hingegen sind Sorgen um die Rohstoffversorgung kaum anzutreffen. Laut der aktuellen Studie der R+V-Versicherung zu den Ängsten der Deutschen ([http://www.ruv.de/de/presse/r\\_v\\_infocenter/studien/aengste-der-deutschen.jsp](http://www.ruv.de/de/presse/r_v_infocenter/studien/aengste-der-deutschen.jsp), Stand Sept. 2014) gehört die Sorge um die Entwicklung der Wirtschaft zwar zu den „sieben Hauptängsten“, doch dass zur Entwicklung der Wirtschaft auch eine regelmäßige Versorgung mit hochwertigen Rohstoffen gehört, ist kaum im Blickfeld.

<sup>4</sup> JOACHIM PFEIFFER, Perspektiven für eine sichere und nachhaltige Rohstoffversorgung in Deutschland. Von staatlichen Rahmenbedingungen und wirtschaftlichen Initiativen, in: Rohstoffversorgung sichern. Für Wachstum und Arbeitsplätze in Deutschland und Europa (Strategiepapier der CDU/CSU-Bundestagsfraktion), hg. von MICHAEL GROSSE-BRÖMER und STEFAN MÜLLER, Berlin 2012, [https://www.cducusu.de/sites/default/files/CDU-CSU\\_BR\\_Rohstoffe\\_Oktober%202012.pdf](https://www.cducusu.de/sites/default/files/CDU-CSU_BR_Rohstoffe_Oktober%202012.pdf), S. 41–46, hier S. 41 f.

## 1.2 Herausforderung für die Wissenschaft

Die erkennbaren Herausforderungen auf dem Rohstoffsektor sind für wissenschaftliche Gesellschaften, die sich der Förderung der Forschung, der Verbreitung von Wissen und dem kulturellen Erbe verpflichtet fühlen, Motivation, sich dem Thema Rohstoffversorgung zu widmen. Das Alemannische Institut befasst sich seit über 80 Jahren mit vielfältigen Themen zur Geschichte und Entwicklung des Alemannischen Sprachraums. Aufgrund der Diskussionen um die künftige Rohstoffversorgung wurde am 10. und 11. Mai 2012 in den Räumen des Regierungspräsidiums Freiburg, Abt. Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), die Tagung *Landeschätze unserer Zukunft* abgehalten. Die zweitägige Veranstaltung befasste sich unter besonderer Berücksichtigung geschichtlicher Forschung mit den Herausforderungen der Zukunft, wobei der Bogen von den mineralischen Bodenschätzen über Wasser, Erdwärme und Klima bis zur Nutzung des Waldes gespannt wurde (vgl. Vorwort zu diesem Band). Der vorliegende Beitrag knüpft an den bei dieser Tagung gehaltenen Übersichtsvortrag *Rohstoffquellen Baden-Württembergs* an.

Es ist nicht möglich, in einem Zeitschriftenbeitrag eine umfassende Darstellung der heimischen Rohstoffvorkommen und ihrer wirtschaftlichen sowie geschichtlichen Bedeutung zu liefern. Daher wird hier eine Übersicht der Rohstoffvorkommen in Baden-Württemberg anhand charakteristischer Beispiele für verschiedene Rohstoffarten und -lagerstätten gegeben. Zusammen mit einem Abriss der Nutzungsgeschichte soll den landeskundlich interessierten Leserinnen und Lesern eine Vorstellung von der Vielfalt der heimischen Rohstoffe und ihres Gewinnungs- und Nutzungspotenzials vermittelt werden.

## 2 Die mineralischen Rohstoffe des Landes Baden-Württemberg, Erkundung und Dokumentation

### 2.1 Erdgeschichtliche Prozesse

Rohstofflagerstätten sind stets etwas Besonderes, aber selbstverständlich auch integraler Bestandteil der jeweiligen speziellen erdgeschichtlichen Entwicklung einer Region. Vielfältige geologisch-tektonische Vorgänge erfassten während der vergangenen rund 500 Mio. Jahre<sup>5</sup> das Segment der Erdkruste, das heute vom Staatsgebiet Baden-Württembergs überdeckt wird. Gebirgsbildungsprozesse und Gesteinsumwandlungen unter hohen Drücken und Temperaturen, magmatische Ereignisse, hydrothermale Aktivitäten mit zugehörigen Mineralisationsprozessen sowie mehrere große Erosions- und Abtragsphasen, verbunden mit Anhäufungen von Sedimentmassen unter marinen, limnischen oder fluviatilen Ablagerungsbedingungen, haben ihre

---

<sup>5</sup> Natürlich ist die Erdgeschichte auch des Krustensegments, das vom Land Baden-Württemberg überdeckt wird, viel älter als 500 Mio. Jahre; das „Gesteinsrecycling“ durch plattentektonische Prozesse (besonders Subduktion und Aufschmelzung) und Erosion war aber so effektiv, dass wir nur noch spärliche Reste von älteren Einheiten finden. Einige wenige ultrabasische Gesteine im Schwarzwald, die als tektonische Schuppen in jüngeren Gneisen vorkommen, sind 1–2 Mrd. Jahre alt, die sogenannte Kerngneis-Gruppe im Mittleren Schwarzwald ist nach Funden von Mikrofossilien etwa 0,7 Mrd. Jahre alt. Vgl. ECKHARD VILLINGER, Geologische Übersichts- und Schulkarte von Baden-Württemberg 1 : 1 000 000, hg. vom Regierungspräsidium Freiburg und dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg i. Br., 13. vollst. neu bearb. Aufl. 2011.

tiefen Spuren hinterlassen, ließen verschiedene Gesteine entstehen und formten eine abwechslungsreiche Mittelgebirgslandschaft.

Die erdgeschichtlich junge Tektonik in Süddeutschland, ausgelöst durch die seit etwa 100 Mio. Jahren fortschreitende Kollision der afrikanischen und der eurasischen Kontinentalplatten, führte im Zusammenhang mit der Auffaltung des alpinen Kettengebirges zur Heraushebung und tektonischen Kippung der im nördlichen Vorland, also in Baden-Württemberg und Bayern, verbreiteten Gesteinsserien und in der Folge, beginnend etwa vor 50 Mio. Jahren, zum Einbruch des Oberrheingrabens und anderer Extensions- und Blattverschiebungsstrukturen wie Hohenzollern- und Lauchertgraben, Freudenstädter Graben, Fildergraben und Bodensee-Becken. Jungtertiäre Meteoriteneinschläge prägen die Ostalb (Ries und sein weites Umland, Steinheimer Becken) und mehrfache Gletschervorstöße während des Pleistozäns das Alpenvorland bis zur Donau (Abb. 1). All diese geologischen Vorgänge haben nutzbare Gesteine und Minerale hinterlassen.

Die in großer Versenkungstiefe (5–15 km) entstandenen kristallinen Gesteine treten im Schwarzwald und Odenwald zu Tage, Schichten des erdmittelalterlichen Deckgebirges prägen das Schichtstufenland, weiche tertiäre Molasse-Sedimente und pleistozäne Gletscher- und Schmelzwasserablagerungen das Alpenvorland Oberschwabens, das Bodenseegebiet und den Oberrheingraben (Abb. 1).

Festgesteinslagerstätten sind in Südwestdeutschland – anders als z. B. im norddeutschen Tiefland – seltener unter mächtigen jungen Lockergesteinen verborgen, sie können daher vielfach im Tagebau oder in Bergwerken genutzt werden, die nur wenige Hundert Meter tief reichen. Bergwerke, welche 800 bis 1.000 m tief sind, wurden in Sedimentgesteinsserien, die tief im Oberrheingraben versenkt wurden (Kalisalz bei Heitersheim, Buggingen und Mulhouse), und auf den Erz- und Mineralgängen des Schwarzwalds angelegt (Schauinsland bei Freiburg, Grube Clara bei Oberwolfach).

Ausführliche Darstellungen der Erdgeschichte und des geologischen Baus Südwestdeutschlands sind z. B. in den Publikationen von Otto F. Geyer und Manfred P. Gwinner,<sup>6</sup> Rudolf Hüttner,<sup>7</sup> Roland Walter,<sup>8</sup> Elmar P. J. Heizmann,<sup>9</sup> Norbert Hauschke und Volker Wilde,<sup>10</sup> Isabel Rupp und Edgar Nitsch<sup>11</sup> sowie Eckhard Villinger<sup>12</sup> zu finden. Eine eingehende Beschreibung aller Bau- und Werksteine des Landes und der angrenzenden Regionen bietet das jüngst erschienene LGRB-Nachschlagewerk *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung*.<sup>13</sup> Im Buch wird auch auf Verbreitung, Entstehung und Eigenschaften der Gesteine eingegangen.

<sup>6</sup> OTTO F. GEYER / MANFRED P. GWINNER, *Geologie von Baden-Württemberg*, Stuttgart, 4. neu bearb. Aufl. 1991; OTTO F. GEYER / MANFRED P. GWINNER, *Geologie von Baden-Württemberg*, hg. von MATTHIAS GEYER, EDGAR NITSCH und THEO SIMON, Stuttgart, 5. völlig neu bearb. Aufl. 2011.

<sup>7</sup> RUDOLF HÜTTNER, *Bau und Entwicklung des Oberrheingrabens – ein Überblick mit historischer Rückschau*, in: *Festschrift zum 65. Geburtstag von Joachim Homilius*, hg. von RALPH HÄNEL (Geologisches Jahrbuch, Reihe E, Bd. 48), Stuttgart 1991, S. 17–42.

<sup>8</sup> ROLAND WALTER, *Geologie von Mitteleuropa*, Stuttgart, 6. vollst. neu bearb. Aufl. 1995.

<sup>9</sup> *Vom Schwarzwald zum Ries*, hg. von ELMAR P. J. HEIZMANN (Erdgeschichte mitteleuropäischer Regionen, Bd. 2), München 1998.

<sup>10</sup> *Trias, eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter*, hg. von NORBERT HAUSCHKE und VOLKER WILDE, München 1999.

<sup>11</sup> ISABEL RUPP / EDGAR NITSCH, *Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzung und erste geologische Ergebnisse (LGRB-Informationen, Bd. 21)*, Freiburg i. Br. 2008.

<sup>12</sup> VILLINGER, *Übersichts- und Schulkarte (wie Anm. 5)*.

<sup>13</sup> WOLFGANG WERNER u. a., *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung*, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 2013.

**Geologische Einheiten**

- Quartär (q)
- Tertiär (t)
- Oberjura (jo)
- Mitteljura (jm)
- Unterjura (ju)
- Keuper (k)
- Muschelkalk (m)
- Buntsandstein (s)
- Zechstein (z)
- Rotliegend (r)
- Kristallines Grundgebirge (KR)
- Jüngere Magmatite (JM)
- Impakt-Formation (tX)

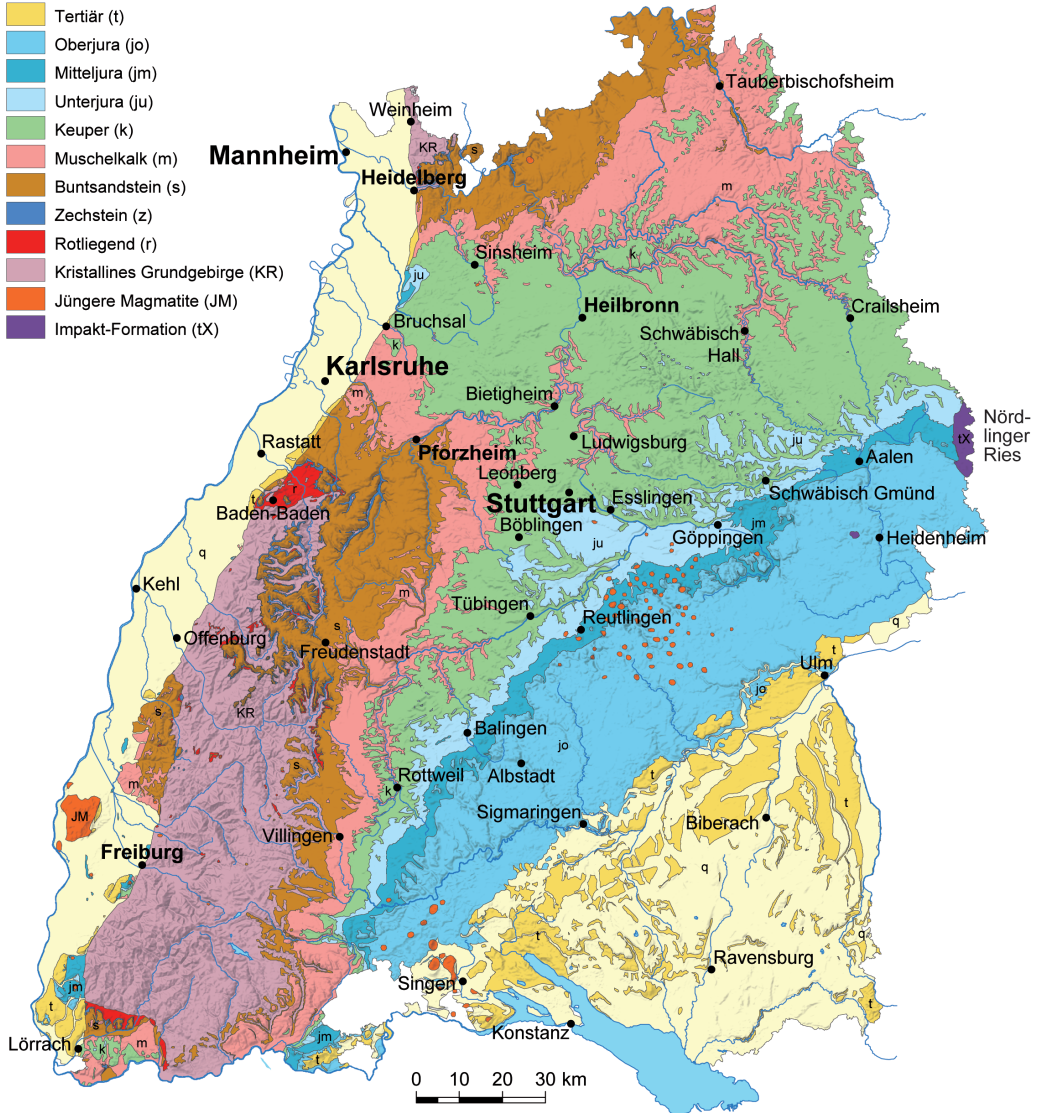


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg. Auffällige geologische Großeinheiten sind (von Westen nach Osten bzw. Südosten) der Oberrheingraben mit dem Kaiserstuhl-Vulkan, die Grundgebirgsaufbrüche von Schwarzwald und Odenwald mit den umrahmenden Buntsandstein- und Muschelkalklandschaften, das weite Keuperland zwischen Rottweil, Bruchsal und Crailsheim, der auffällige Mittelgebirgszug der Schwäbischen Alb, welcher an der Grenze zu Bayern vom Meteoritenkrater des Nördlinger Rieses begrenzt wird, und schließlich das aus tertiären und quartären Lockersedimenten aufgebaute oberschwäbische Alpenvorland. Grundlage: Digitale geologische Übersichtskarte, LGRB.



## 2.2 Übersicht über die Vielfalt an mineralischen Rohstoffen

Die Grafiken der Abb. 2 und 3 geben systematische Übersichten über die in Baden-Württemberg auftretenden festen mineralischen Rohstoffe. Abb. 2 zeigt eine Gliederung, in der als Beispiel die Gruppe der Naturwerksteine weiter unterteilt ist, in Abb. 3 sind die verschiedenen Lagerstättentypen nach der geologischen Komplexität geordnet; diese spielt eine große Rolle für die Rohstofferkundung (Technik, finanzielle Aufwendungen). Nachfolgend werden die im Land Baden-Württemberg verbreiteten Rohstoffgruppen vorgestellt.

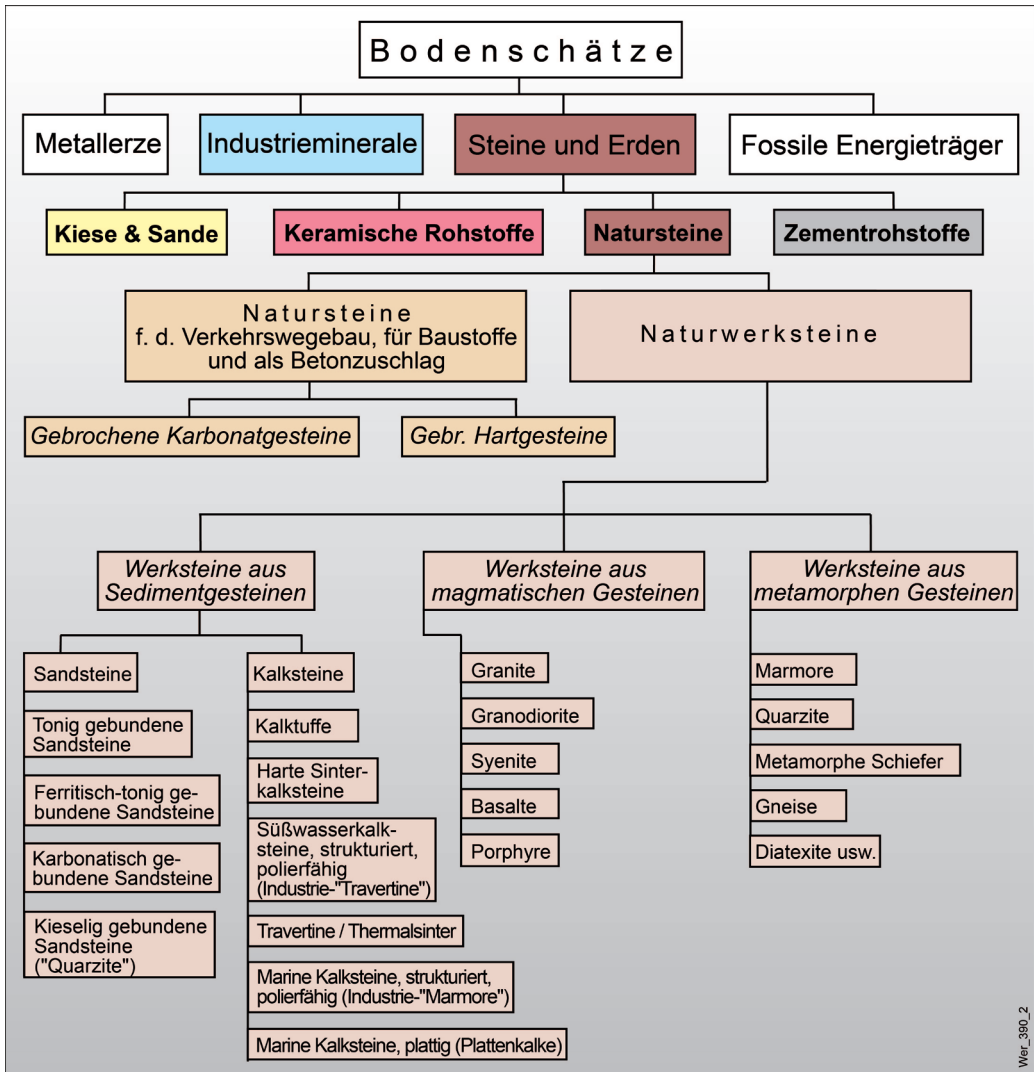


Abb. 2: Systematik der Bodenschätze; als Beispiel sind die vier Hauptgruppen der Steine- und Erden-Rohstoffe angeführt und die zugehörige Gruppe der Natursteine, bei diesen besonders die Naturwerksteine, weiter aufgliedert. Grafik: LGRB.

niedrig		Erkundungsaufwand / Lagerstättenkomplexität										hoch								
Massenrohstoffe für den Bau (Steine - und Erden - Rohstoffe)				Industriemineralien für den Bau			Naturwerksteine	Industriemineralien für Gewerbe, Chemie usw.				Metallerglagerstätten								
locker		fest		oberflächen-nah				tiefliegend, stratiform	tiefliegend, gangförmig		strati-form	gang-förmig	unregelmäßig, disseminiert usw.							
Kies und Sand im Oberflächengraben		Kies und Sand in Oberschichten		Jura im Oberflächengraben Oberfläch der Schwäbisch-Fränkischen Alb Muschelkalk Porphyre Gneise Granite			Quarzsand	Gipsstein	Zeolithreicher Phonolith	unregelmäßig schichtig massig	Anhydritstein, Gipsstein	Steinsalz	Kalialsalz	Quarz	Baryt	Fluorit	Blei / Kupfer	z. B. Eisen, Mangan, Zink, Zink, Antimon, Kobalt	z. B. Silber, Kupfer, Blei, Zink, Antimon, Kobalt	unregelmäßig, disseminiert usw. z. B. Zinn, Wolfram, Blei, Zink, Silber, Gold, Seltene Erden

Wer\_413\_2

Abb. 3: Gliederung der für Baden-Württemberg wichtigen mineralischen Rohstoffe nach ihrer Lagerstättenkomplexität und dem damit einhergehenden Untersuchungsaufwand. Es wird deutlich, dass die Komplexität im Aufbau der Lagerstättenkörper von den Massenrohstoffen über die Industriemineralien zu den Metallerglagerstätten ansteigt; die Naturwerksteine sind in der Wechselhaftigkeit mit den schichtigen Industriemineralerglagerstätten vergleichbar. Grafik: LGRB.

### 2.2.1 Steine und Erden

Von herausragender Bedeutung in wirtschaftlicher wie kultureller Hinsicht ist die Gewinnung der Steine- und Erden-Rohstoffe. Als „Steine und Erden“ werden in der Rohstoffwirtschaft Locker- und Festgesteine bezeichnet, die als Massenrohstoffe vornehmlich in der Bauindustrie genutzt werden können.<sup>14</sup> Abbau und Verwendung dieser Rohstoffe prägen Städte und Kulturlandschaften seit vielen Jahrhunderten. Aus ihnen wurden Straßen, Brücken, Gebäude, Mauern aller Art, Dämme usw. in nicht zu beziffernder Menge gebaut. Die Spuren der Abbautätigkeit sind auch Bestandteil der süddeutschen Kulturlandschaft (Abb. 4 und 5), sie dominieren das Landschaftsbild aber nicht, wie dies in den Braunkohlenrevieren Mitteldeutschlands oder am Niederrhein der Fall ist, sondern sie sind vernetzt mit anderen vertrauten Elementen der Kulturlandschaft.<sup>15</sup> Die Bedeutung von betriebenen und aufgelassenen Steinbrüchen und Gruben in kultureller, denkmalpflegerischer und naturschutzfachlicher Hinsicht ist heute in Fachkreisen anerkannt.<sup>16</sup>

Für die anwendungsorientierte, vor allem von der regionalen Raumplanung genutzte Bestandsaufnahme und Bewertung der Rohstoffvorkommen durch den staatlichen geologischen Dienst (Kap. 2.3) werden in Baden-Württemberg folgende Gruppen von Steine- und Erden-Rohstoffen unterschieden:

- Kiese und Sande für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag;
- Natursteine für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag (oft auch als „Hartsteine“ bezeichnet),

<sup>14</sup> Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland, hg. von ANDREAS BÖRNER u. a. (Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte Reihe D, H. 10), Hannover 2012.

<sup>15</sup> Kulturlandschaften in Baden-Württemberg, hg. vom Institut für Landespflege der Universität Freiburg und der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe 2014; WOLFGANG WERNER, Über die Wiedererschließung historisch genutzter Naturwerksteinlagerstätten, in: Tagungsband Mitteldeutscher Natursteintag, 9.–10. Mai 2014 in Leipzig, Freiberg/Sachsen 2014, S. 35–40.

<sup>16</sup> Naturstein in der Kulturlandschaft, hg. von SIEGFRIED SIEGISMUND und ROLF SNETHLAGE, Halle/Saale 2013.



Abb. 4: Granitsteinbruch im Seebachtal bei Ottenhöfen, Nordschwarzwald. Foto: Jens Wittenbrink, LGRB.

- (A) Untergruppe Karbonatgesteine,
- (B) Untergruppe Vulkanite,
- (C) Untergruppe Plutonite,
- (D) Untergruppe Metamorphite.

Zu den Natursteinen im engeren Sinne zählen solche Festgesteine, die in gebrochener Form z. B. als Splitt- und Schotterkörnungen, Brechsande sowie Mehle für den Verkehrswegebau, für vielfältige Baustoffe und für Betonzuschlag oder in un bearbeiteter Form z. B. als Blöcke für den Hang- und Uferverbau verwendet werden können.

- Zementrohstoffe und Zementzuschlagstoffe;
- Energierohstoff Ölschiefer;
- keramische Rohstoffe, wobei in Baden-Württemberg nur die grobkeramischen Rohstoffe, auch als Ziegeleirohstoffe bezeichnet, von Bedeutung sind;
- Naturwerksteine, also vom Steinmetz oder Bildhauer bearbeitbare, großformatig verfügbare Natursteine; vor allem in architektonischer und geschichtlicher bzw. denkmalpflegerischer Hinsicht sind die Naturwerksteine von Bedeutung. Naturwerksteine sind eine Untergruppe der großen Gruppe der Natursteine; sie sind zu unterscheiden von den Natursteinen für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag, die in gebrochener Form zum Einsatz kommen.



Abb. 5: Große Kiesgruben am Oberrhein bei Meißenheim (Ortenaukreis); die Gewinnung erfolgt mittels Schwimmbagger, welche einen Nassabbau bis 80 m Tiefe erlauben. Die neu entstandenen Seeflächen sind auch Freizeitgebiet (Vordergrund). Foto: Heinz Schlecht, Fa. RMKS.

Über den Umfang der Nutzung dieser Rohstoffe informiert Kap. 4.2. Ausführliche Erläuterungen zur Rohstoffgewinnung in Baden-Württemberg sind in den Landesrohstoffberichten des LGRB<sup>17</sup> zu finden.

## 2.2.2 Industriemineralien

Von den oben genannten Massen- oder Baurohstoffen werden Vorkommen von Industriemineralien unterschieden. Es handelt sich um natürlich gebildete Minerale, die vor allem in industriellen Prozessen eingesetzt werden, dort aber nicht zur Gewinnung von Metallen oder von Energie. Wichtige Industriemineralien sind Kalk, Gips, Anhydrit, Steinsalz, Kalisalz, Flussspat, Schwespat, Quarz, Feldspat, Kaolin und Glimmer. Wertvoll sind sie wegen ihrer mineralischen und chemischen Eigenschaften. Industriemineralien können im Gegensatz zu den Steine- und Erden-Rohstoffen oder auch zu den Metallen nur einmal verwendet werden: Steinsalz (Kochsalz, NaCl) wird

<sup>17</sup> Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2002. Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (Informationen, Bd. 14), Freiburg i. Br. 2002; Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006. Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB-Informationen, Bd. 18), Freiburg i. Br. 2006; Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2012/2013. Bedarf, Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen. Dritter Landesrohstoffbericht, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB-Informationen, Bd. 27), Freiburg i. Br. 2013.

gelöst, Karbonate und Sulfate gebrannt, getempert und intensiv mit anderen Stoffen vermischt, mit denen sie chemische oder mineralische Bindung eingehen, Flussspat und Schwerspat werden in industriellen oder chemischen Prozessen in ihre Bestandteile zerlegt oder intensiv mit anderen Stoffen vermengt. Steinsalz oder Kalk können für die meisten Anwendungen nicht substituiert werden. Die beeindruckende Anwendungsvielfalt von Steinsalz zeigt Abb. 6.

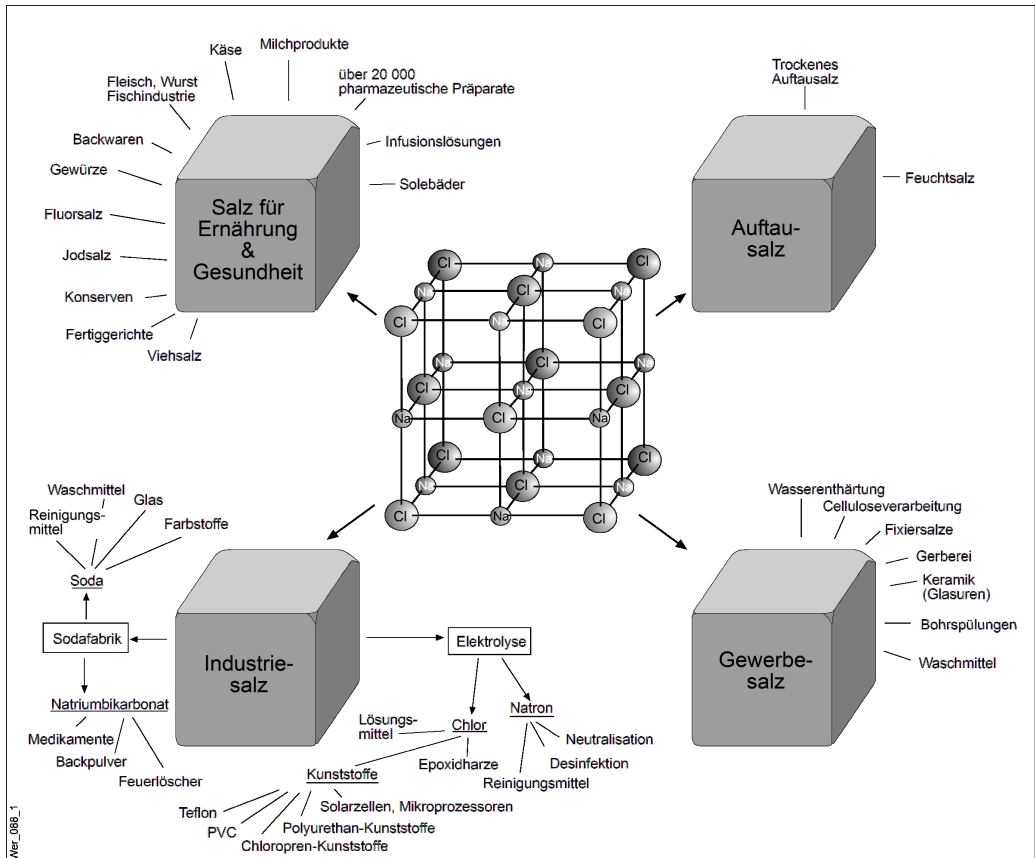


Abb. 6: Anwendung von Steinsalz aus Baden-Württemberg; man unterscheidet als Haupteinsatzbereiche Salz für Ernährung und Gesundheit, Industrie- und Gewerbesalz sowie Auftausalz. Grafik: LGRB.

Industrieminerale werden über und unter Tage abgebaut; überwiegend im Tagebau gewonnen werden in Baden-Württemberg

- hochreine Kalksteine für Weiß- und Branntkalke (Oberjura, Mitteljura, z. T. Muschelkalk),
- Quarzsande (Keuper, Miozän, Quartär) und kaolinreiche Mürbsande (bes. Stubensandstein),
- Gips- und Anhydritstein (Keuper, Mittlerer Muschelkalk).

Feinkeramische Rohstoffe wie Kaolin und Bentonit treten in Baden-Württemberg nur in kleinen oder aufgrund von nicht verwertbaren Beimengungen nicht rentablen Vorkommen auf.

Im Tiefbau bzw. Bergbau unter Tage gewonnen werden oder wurden in Baden-Württemberg

- Steinsalz (Mittlerer Muschelkalk),
- Kalisalz im südlichen Oberrheingraben (Alttertiär),
- Flussspat/Fluorit (Entstehung überwiegend Oberjura bis Tertiär),
- Schwerspat/Baryt (überwiegend Oberjura bis Tertiär).

### Untertägige Gewinnung von Rohstoffen in Baden-Württemberg (2012)

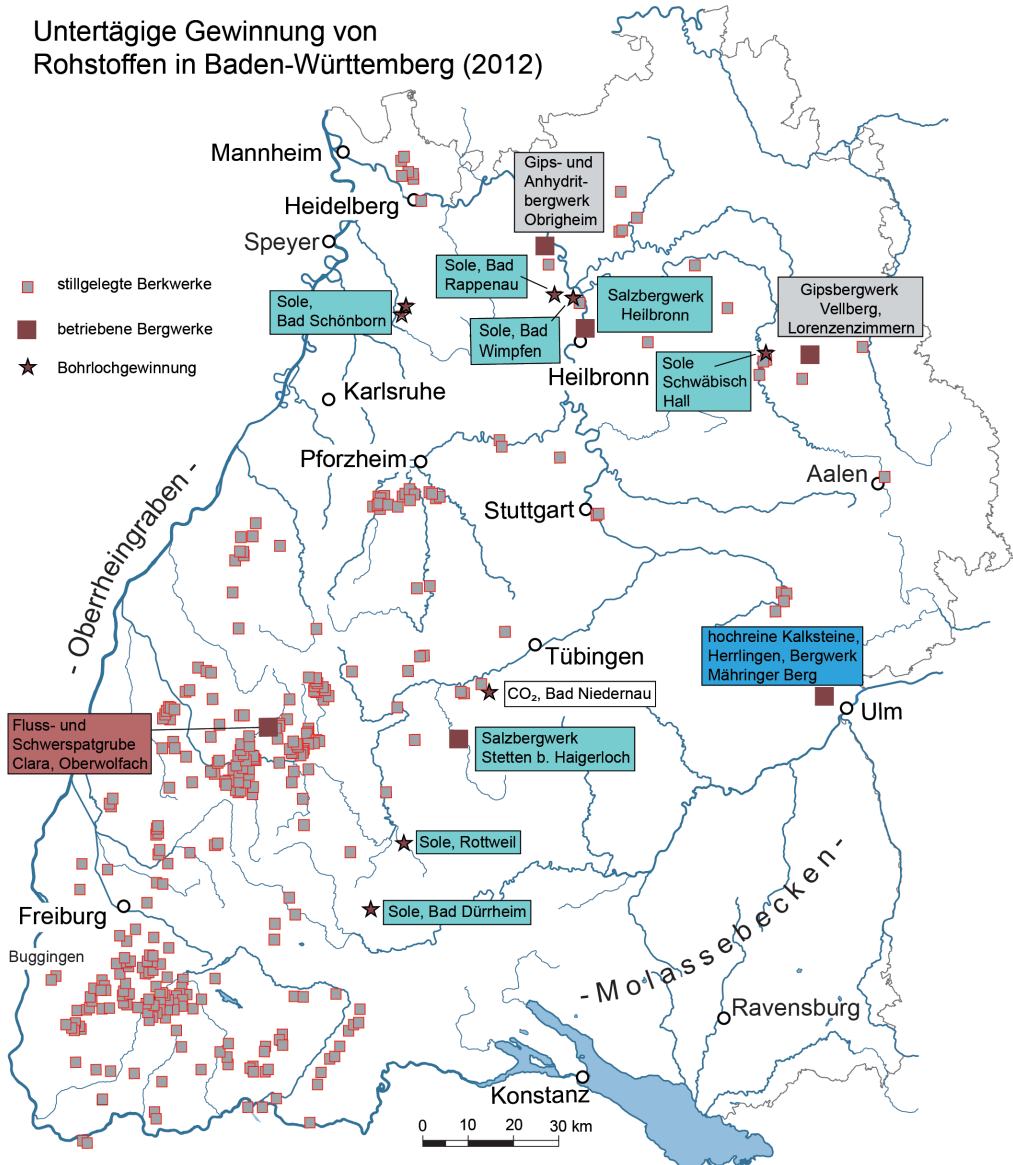


Abb. 7: Anlagen zur untertägigen Gewinnung von Bodenschätzen in Baden-Württemberg, Stand 2013; mit Beschriftungskästen sind die in Betrieb befindlichen Anlagen dargestellt, unterschieden nach gefördertem Rohstoff. Von den zahlreichen stillgelegten Bergwerken liegen die meisten im Schwarzwald. Grafik: LGRB.

Hochreine Kalksteine, Anhydritstein und Quarzmürbsande bzw. Quarzsandsteine sind auch in großen tiefliegenden Lagerstätten verbreitet und werden auch örtlich im Bergbau unter Tage gewonnen.

Die Karte der Abb. 7 gibt eine Übersicht der Bergwerke in Baden-Württemberg, in denen früher bzw. heute Lagerstätten der oben genannten Rohstoffe genutzt wurden bzw. noch werden.

### 2.2.3 Metallerze

Es handelt sich um Minerale bzw. Mineralaggregate, die aufgrund ihres Metallinhalts begehrt sind. Metalle treten in natürlichen Lagerstätten in sulfidischen, oxidischen oder silikatischen Verbindungen oder auch in rein metallischer Form („gediegen“) auf. Im bergmännischen Sprachgebrauch werden aber oftmals alle aus einer Lagerstätte gewonnenen, wertvollen Minerale als „Erze“ bezeichnet; so spricht der Bergmann auf Spatgruben z. B. gerne von „Flussspaterz“.

Die wichtigsten Lagerstättentypen von Metallerzen in Südwestdeutschland (Abb. 8–10) sind

- Gangerze (Abb. 8) im Schwarzwald und im Odenwald: an Fluss- und Schwerspat, Quarz und Karbonate gebundene Erze meist von Eisen, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Antimon, Kobalt, Uran usw. Entstehungsalter: Perm bis Tertiär im Zusammenhang mit hydrothermalen Aktivität auf tektonischen Störungen (Hydrothermalgänge).
- Eisenerze des Braun- bzw. Mitteljuras: Erzlager überwiegend aus oolithischen Eisenerzen, Verbreitungsgebiete: Schwäbische Alb, Klettgau, Vorbergzone am östlichen Rand des Oberrheingrabens.
- Blei-Zink-Silbererze vom Typus Wiesloch sind an stark tektonisch beanspruchte Schichten des Muschelkalks am Oberrheingrabenrand gebundene, metasomatische Erzanreicherungen (Verdrängungslagerstätten).
- Bohnerze (Abb. 9), welche in verkarsteten Gebieten des Oberjuras der Schwäbisch-Fränkischen Alb auftreten; Entstehung: Verwitterungsbildungen subtropischer Klimate, Kreide bis Tertiär.
- Verwitterungserze, also durch oberflächennahe Verwitterung meist aus oben genannten Gangvererzungen hervorgegangene Erze der sogenannten Eisernen Hüte (Abb. 10); sie waren für den vorschichtlichen und historischen Bergbau bis in das 19. Jahrhundert von Bedeutung.



Abb. 8: Zinkblende-Bleiglanz-Gang aus der Lagerstätte Schauinsland als Beispiel für einen Schwarzwälder Erzgang; weiß: Quarz. Bildbreite entspricht 16 cm. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.



Abb. 9: Bohnerze der Schwäbischen Alb, ein bis ins 19. Jahrhundert hinein wichtiges Eisenerz. Bohnerz-lehm aus dem Gebiet Albstadt; Größe der Eisenerz-„Bohnen“ 1–4 mm. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

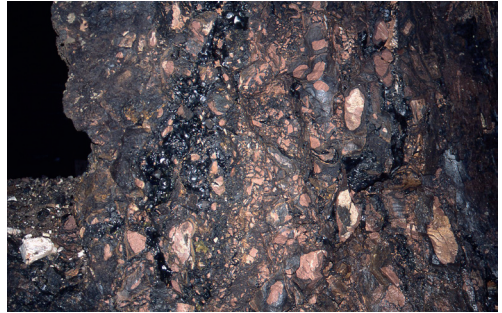


Abb. 10: Brauneisenvererzung eines „Eisernen Huts“ über einem eisenkarbonatreichen Schwer-spatgang, Grube Frischglück bei Neuenbürg. Bildbreite entspricht ca. 1,5 m. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

## 2.2.4 Energierohstoffe

Dazu gehören Kohle, Erdöl und Erdgas sowie die als Ölschiefer bezeichneten kohlenwasserstoffreichen Schwarzschiefer des Posidonienschiefers (Unterjura), wobei Letztgenannte heute vor allem als Zementrohstoffe genutzt werden. Kohle wurde in Baden-Württemberg in nennenswertem Umfang nur bei Diersburg und Berghaupten kurzzeitig aus der oberkarbonischen Berghaupten-Formation gewonnen.<sup>18</sup> In einem schmalen, knapp vier Kilometer langen, in das Grundgebirge des Schwarzwalds eingefalteten Trog treten einige Meter mächtige Steinkohleflöze auf. Brenntorf war vom 18. bis ins frühe 20. Jahrhundert als Holzersatz stark nachgefragt. Torf wird noch in sehr geringem Umfang in Oberschwaben gewonnen, jedoch nur für balneologische Zwecke, so im Reicher Moos bei Bad Wurzach.<sup>19</sup>

Ebenfalls im Alpenvorland treten Erdöl- und Erdgasvorkommen auf und zwar bevorzugt in Karbonatgesteinen tertiären und mesozoischen Alters. Die meist recht kleinen, kompliziert gebauten und in der Regel verwässerten konventionellen Kohlenwasserstofflagerstätten wurden bis 1997 genutzt. Die Geschichte ihrer Suche und Gewinnung im westlichen Alpenvorland ist in den Erläuterungen zur Karte der mineralischen Rohstoffe 1 : 50.000 von Baden-Württemberg dargestellt.<sup>20</sup>

Im Jahr 2003 wurde durch eine Geothermiebohrung zufällig die Lagerstätte Römerberg nahe Speyer entdeckt. Sie ist an tektonisch gestörte, verkieselte Buntsandsteinschichten gebunden und gehört wahrscheinlich zu den bedeutendsten Kohlenwasserstofflagerstätten Deutschlands. Damit war eine geologische Einheit als hoffig erkannt worden, die bislang niemand für prospektiv ge-

<sup>18</sup> GUNTRAM KESSLER / JOACHIM LEIBER, Erläuterungen zu Blatt 7613 Lahr/Schwarzwald-Ost, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Geologische Karte Baden-Württembergs 1 : 25 000), Freiburg i. Br./ Stuttgart 1994; HELGE STEEN, Geschichte des modernen Bergbaus im Schwarzwald. Eine detaillierte Zusammenstellung der Bergbauaktivitäten von 1890 bis zum Jahr 2000, Norderstedt 2004.

<sup>19</sup> JÜRGEN HEINZ / CHRISTA SZENKLER / WOLFGANG WERNER, Erläuterungen zu Blatt L 8124/ L 8126 Bad Waldsee/ Memmingen, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2002; Rohstoffbericht 2006 (wie Anm. 17).

<sup>20</sup> JÜRGEN HEINZ, Erläuterungen zu Blatt L 8122 Weingarten, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2002; HEINZ / SZENKLER / WERNER, Erläuterungen zu Blatt L 8124/ L 8126 Bad Waldsee/Memmingen (wie Anm. 19).



halten hatte. Das Förder- und Explorationsunternehmen, die Fa. Gaz de France Suez (GdF Suez), teilt dazu mit: „Heute weiß man, dass das Reservoir eine längliche Form hat und sich in einer Tiefe von etwa 2.000 bis 2.500 Metern unterhalb der Ortschaften Otterstadt, Speyer und Römerberg von Nordost nach Südwest erstreckt. In dieser Tiefe befinden sich poröse Gesteine, vor allem Buntsandstein, die das Erdöl im Laufe der Erdgeschichte in sich aufgenommen haben. Die Lagerstätte hat voraussichtlich eine Größe von fünf bis sechs Quadratkilometern, und es lagern dort schätzungsweise 50 Millionen Barrel förderbares Öl. Die Förderdauer beträgt schätzungsweise rund 30 Jahre. Die Qualität des Öls entspricht annähernd der Sorte Brent – die für Europa wichtigste Rohölsorte“.<sup>21</sup> Dieser Fund und der in den letzten Jahren steigende Weltmarktpreis für Erdöl in Verbindung mit verbesserten Explorations- und Produktionstechnologien haben neue Prospektionsarbeiten von Unternehmen im Oberrheingraben und im oberschwäbischen Molassebecken angestoßen.<sup>22</sup>

### 2.3 Rohstoffkartierung, -erkundung und -dokumentation des Geologischen Landesdienstes, neuere Ergebnisse

Während sich Hochschulen überwiegend im Rahmen von mehrjährigen Forschungsprojekten einzelnen speziellen Fragestellungen, meist methodischer Art, widmen, ist es die Aufgabe eines Staatlichen Geologischen Dienstes (SGD), die Geologie des jeweiligen Landesgebiets kontinuierlich unter Nutzung der aktuellsten Erkenntnisse zu erkunden und zu dokumentieren. Viele wichtige Informationen über den Untergrund des Landes gewinnt ein SGD vor allem im Rahmen von Beratungen und Begutachtungen, wenn es um die öffentliche oder industrielle Nutzung des Untergrunds geht, also z. B. um Bergbau und oberflächennahe Rohstoffgewinnung, Geogefahrenabwehr, Ingenieurbauwerke, Wassergewinnung und Geothermie. Im Vordergrund steht das Erheben, Aus- und Bewerten von Daten über den Untergrund des Landes, die Regionalisierung und Bewertung der Primärinformationen sowie die Herstellung öffentlich zugänglicher Produkte, insbesondere digitaler raumbezogener Geodaten.

Je mehr der geologische Untergrund für Anlage und Erhaltung der komplexen Infrastruktur eines dicht besiedelten Landes benötigt wird, desto mehr steigen die Anforderungen an belastbare geowissenschaftliche Basisinformationen. Ihre landesweit flächendeckende Herstellung und ihr Vertrieb sind traditionelles Mandat, Kernkompetenz und Alleinstellungsmerkmal des Staatlichen Geologischen Dienstes. Geodaten und Sachinformationen sind längst nicht mehr auf Kartendarstellungen an der Erdoberfläche beschränkt. Neben diesen klassischen Produkten werden zunehmend Bohrinformationen und Erkenntnisse aus der geologischen 3D-Modellierung angeboten.

Vorrangiges Ziel der amtlichen Rohstoffgeologen ist es nicht, unmittelbar erschließungsfähige Lagerstätten zu finden – das ist Aufgabe der Industrie –, sondern durch eine systematische rohstoffgeologische Landesaufnahme Basiswissen zu schaffen, das als Planungs- und Bewertungsgrundlage in öffentlich-rechtlichen Verfahren dient. Die Internetseite des LGRB ([www.lgrb-bw.de](http://www.lgrb-bw.de)) ist das geowissenschaftliche Serviceportal für Baden-Württemberg. Es stellt alle qualitätsgesicherten Produkte (analoge und digitale Karten und Geodaten einschließlich erläuternder Schriften) aus allen Bereichen der geowissenschaftlichen Landesaufnahme und darüber hinaus bereit.

<sup>21</sup> Quelle: <http://www.erdoel-in-speyer.de/index.php/component/content/category/8-oelfoerderung-speyer.html>, Stand August 2014.

<sup>22</sup> Rohstoffbericht 2006 (wie Anm. 17); Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

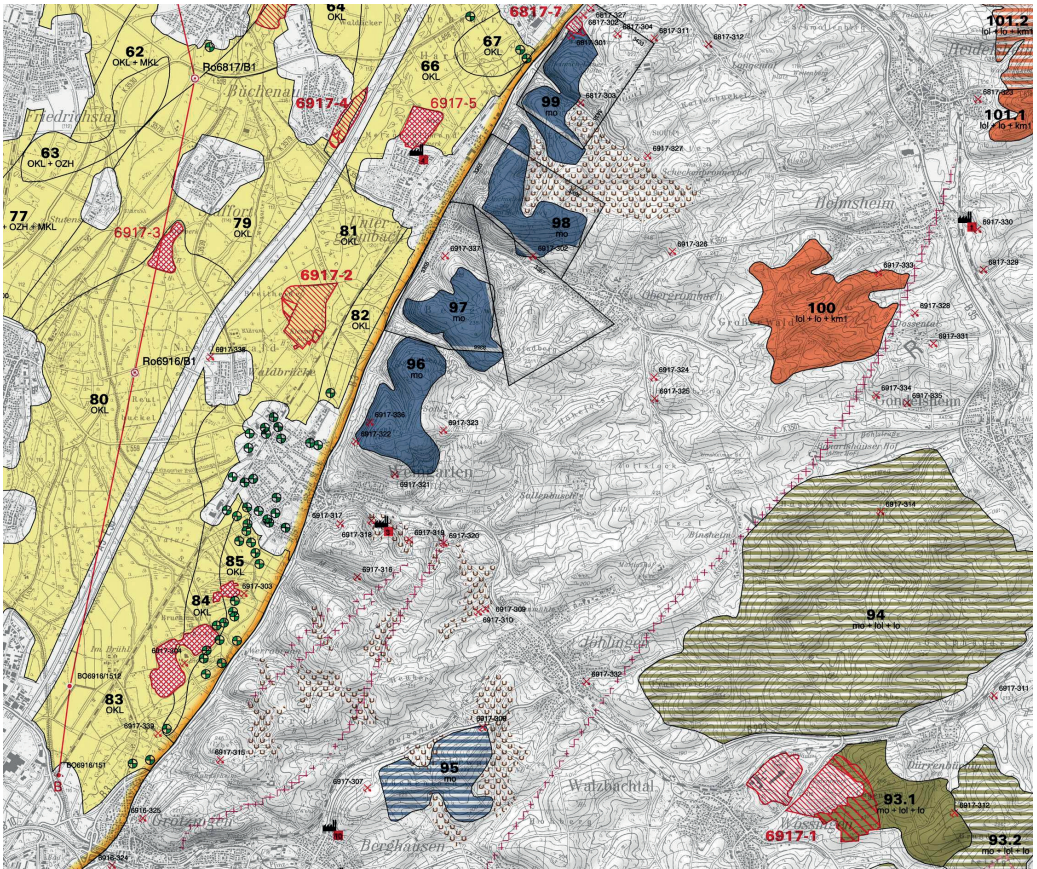


Abb. 11: Ausschnitt KMR 50 Speyer/Karlsruhe-Nord als Beispiel für eine Karte der mineralischen Rohstoffe 1 : 50.000. MARKUS KLEINSCHNITZ / DAGMAR KESTEN, Erläuterungen zu Blatt L 6716/L 6916 Speyer/Karlsruhe-Nord, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2007. Herausgeber: LGRB.

Bei der amtlichen Rohstoffkartierung werden Lage, Ausdehnung, Art und Zusammensetzung sowie Verwendungsmöglichkeiten von oberflächennahen Rohstoffvorkommen ermittelt. Neben der reinen Feldbegehung mit Aufnahme und Bemusterung von natürlichen und künstlichen Tagesaufschlüssen gehören dazu auch bohrtechnische, geochemische und geophysikalische Erkundungsarbeiten, außerdem werden die Aufsuchungsergebnisse der Rohstoffindustrie bei der Erstellung der Karten berücksichtigt. Beispiele für Vorgehen und Ergebnisse von großen, mehrjährigen Erkundungsprogrammen sind im letzten Landesrohstoffbericht<sup>23</sup> zu finden, das erwähnte Nachschlagewerk *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg*<sup>24</sup> berichtet über die Erkundungsarbeiten auf heimische Werksteinlagerstätten und ihre Ergebnisse. Neuere Darstellungen der Aufgabe des LGRB im Zusammenhang mit der rohstoffgeologischen Landesaufnahme und der plane-

<sup>23</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>24</sup> WERNER u. a., *Naturwerksteine* (wie Anm. 13).

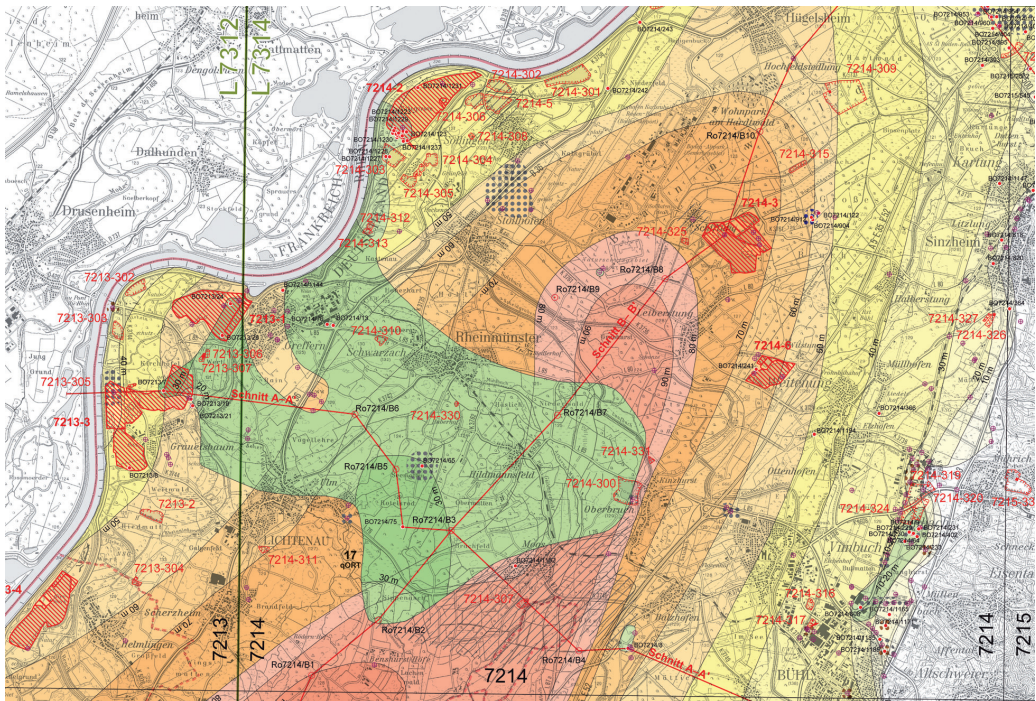


Abb. 12: Karte der nutzbaren Kiesmächtigkeiten zwischen dem Rhein und dem Schwarzwaldrand bei Bühl, ermittelt durch Rohstofferkundung des LGRB. Dargestellt sind auch die in Betrieb befindlichen Kiesgruben (rote Schraffur) und die Verbreitung des sogenannten Oberen Zwischenhorizonts (grün), über dem nur 20–30 m mächtige Kiese und Sande gewonnen werden könnten. Grafik: LGRB.

rischen Rohstoffsicherung sind in den Publikationen von Ralph Watzel,<sup>25</sup> des LGRB<sup>26</sup> sowie unter [www.lgrb-bw.de](http://www.lgrb-bw.de) zu finden. Aufgrund der unterschiedlichen geologischen Verhältnisse in den deutschen Bundesländern, wegen abweichender Strukturen und Arbeitsschwerpunkte der Staatlichen Geologischen Dienste und dem unterschiedlichen Stand der Landesaufnahme ist es bislang nicht möglich, länderübergreifend einheitliche Rohstoffkarten zu generieren; eine Bundesarbeitsgruppe ist seit 2013 mit dem schwierigen Abstimmungsprozess befasst.<sup>27</sup>

Auf der Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50.000 (KMR 50) werden die oberflächennahen Rohstoffvorkommen und wichtige tiefliegende Vorkommen dargestellt (Abb. 11). In den zugehörigen Karten und Erläuterungsheften werden Detailkarten veröffentlicht, die zusätzliche Informationen bieten; diese Informationen werden für Generationen Grundlage für die Planung der Rohstoffgewinnung sein (Abb. 12). Auch zum Aufbau der Rohstoffvorkommen und zu ihren räumlichen Veränderungen werden Informationen bereitgestellt (Abb. 13). Ältere, heute nicht mehr fortgeführte Kartenwerke sind die bis 1999 angefertigte Prognostische Rohstoffkarte, bei der es sich um eine erste Bestandsaufnahme primär aus dem Archiv-

<sup>25</sup> RALPH WATZEL, Heimische Rohstoffe in einer globalisierten Welt – Welche Rolle hat das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau?, in: Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 102 (2012), S. 21–36.

<sup>26</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>27</sup> Informationen unter: <http://www.infogeo.de/home/bodenschaeetze?lang=1>.

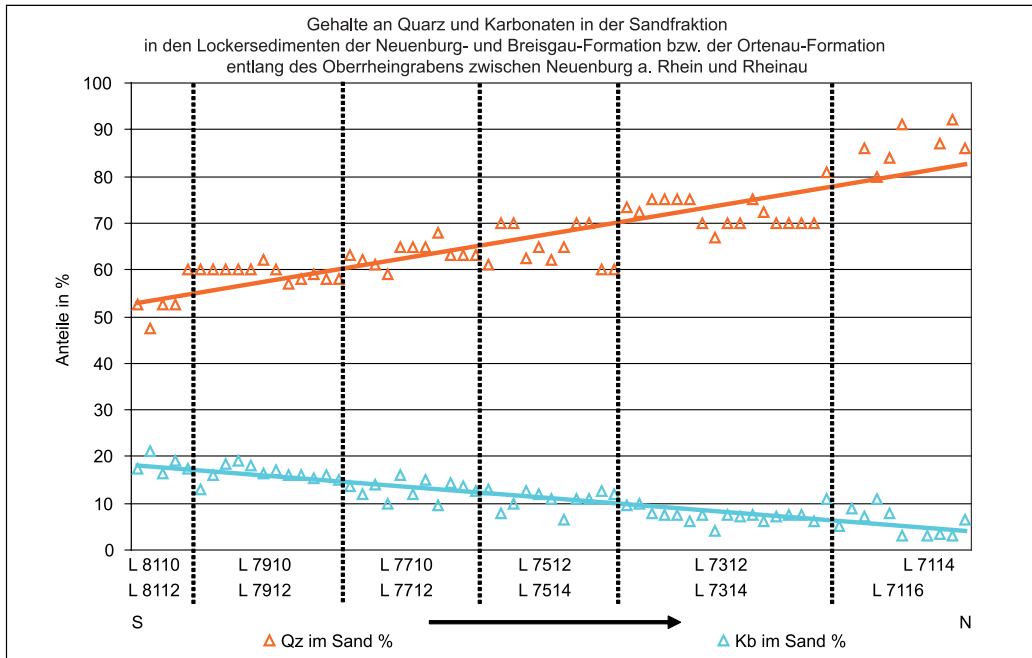


Abb. 13: Beispiel für eine Auswertung aus der Gesteins- und Mineralanalytik an Rohstofferkundungsbohrungen: Veränderung des Gehalts an Quarz und an Karbonatmineralen in der Sandfraktion der Bohrungen zwischen Neuenburg am Rhein im Süden und Rheinau im Norden. Aufgrund der mechanischen Resistenz von Quarz nimmt der Anteil dieses Minerals im Sand kontinuierlich stromabwärts zu, der von Karbonaten ab. Grafik: LGRB.

bestand handelt, sowie die für besonders wichtige Rohstoffkörper erstellte, auf umfangreichen Kartier-, Bohr- und Analytikprogrammen aufbauende Lagerstättenpotenzialkarte (bis 2004). Beide Kartenwerke sind eine Grundlage für die digital und analog publizierte KMR 50. Die älteren Kartenwerke waren auch eine Grundlage für die Erstellung einer landesweit einheitlichen Kartenlegende, der sogenannten Generallegende, in welcher Nomenklaturen, Gliederungen und für die Kartographie wichtige Farben und Symbole festgelegt sind.

### 2.3.1 Stand der Kartierung

Bis Herbst 2014 konnten für eine Landesfläche von über 15.800 km<sup>2</sup> Rohstoffkarten fertiggestellt und publiziert werden, derzeit ist ein Areal von 3.400 km<sup>2</sup> in Bearbeitung. Sind auch diese Karten im Jahr 2015 veröffentlicht, so existieren für einen Flächenanteil von 51 % belastbare Rohstoffkarten (Größe der Landesfläche 35.752 km<sup>2</sup>). Auf dieser kartierten Fläche konnten oberflächennahe, wirtschaftlich bedeutsame Rohstoffvorkommen in einer Gesamtausdehnung von rund 3.950 km<sup>2</sup> erkannt werden; dies entspricht einem Anteil von über 20 %.

Zusammen mit den weniger genauen Vorgängerkarten konnten bislang auf der gesamten Landesfläche derartige Rohstoffvorkommen von einer Gesamtgröße von 6.730 km<sup>2</sup> prognostiziert oder nachgewiesen werden; dies entspricht einem Anteil von fast 19 % der Landesfläche. Nimmt man beide Kartiererergebnisse als Basis für eine überschlagsmäßige Abschätzung, so scheint rund

ein Fünftel der Landesfläche „höffig“ für den Nachweis von Lagerstätten<sup>28</sup> zu sein. Weitere Informationen zu untersuchten Rohstoffkörpern liefern die Beispiele in folgenden Kapiteln.

Rohstoffgeologische Erkundungsbohrprogramme des LGRB begannen 1990 in der Region Mittlerer Oberrhein, schritten dann in die Regionen Neckar-Alb und Südlicher Oberrhein voran; sie galten zuerst den großen Kies- und Kalksteinvorkommen des Landes. In den Folgejahren wurden auch Gips-, Quarzsand-, Ton- und besondere Naturwerkstein-Vorkommen mit Kernbohrungen in vielen anderen Regionen erkundet, in einem Falle auch ein Fluss- und Schwerspatgang (KMR 50 Freudenstadt, s. u.). Die Erkundungsbohrungen wurden so durchgeführt, dass sie auch für die allgemeine geologische Landesaufnahme als Kartier- oder stratigraphische Richtbohrungen dienen können, weitere wurden außerdem zu Grundwasserbeobachtungsstellen ausgebaut. Bislang wurden zur Erkundung 367 Kernbohrungen mit einer Gesamtlänge von 21.627 m niedergebracht, wobei 71 Bohrungen mit über 2.800 m Länge in Kooperation mit Industrie, Gemeinden, kirchlichen Bauämtern und der staatlichen Baudenkmalpflege durchgeführt wurden.<sup>29</sup>

Im Jahr 2014 wurden weitere acht Kernbohrungen in den Regionen Südlicher Oberrhein und Hochrhein-Bodensee zur Rohstofferkundung durchgeführt. Folgende Gesteinskörper wurden dabei untersucht (in Klammern die mögliche Hauptrohstoffnutzung): Hauptrogenstein (Kalkmehle, Branntkalk, Verkehrswegebaumaterial), Tertiärkonglomerat (Verkehrswegebaumaterial, Branntkalk) und Markgräfler Kalksandstein (Naturwerkstein), Randengrobkalk (Naturwerkstein), Hangende Bankkalke bis Untere Felsenkalke (Kalkmehle, Branntkalk, Verkehrswegebaumaterial, Zementrohstoff), Buntsandstein und Rotliegend (Naturwerkstein, Ziegeleirohstoff). Zusammen mit den Kartierarbeiten in den genannten Regionen dienen sie der Beratung der Regionalverbände für die Aufstellung der Regionalpläne, Fachkapitel Rohstoffsicherung, und für die Erstellung der KMR 50.

Aufbauend auf den Betriebserhebungen des LGRB werden seit 2002 die *Landesrohstoffberichte* herausgegeben, in denen die Situation der Förderung, Produktion, der genehmigten Vorräte und der betrieblichen und staatlichen Rohstoffsicherung dargelegt wird; sie sind besonders an Politik, Planungs- und Genehmigungsbehörden sowie die breite Öffentlichkeit adressiert.<sup>30</sup>

### 2.3.2 Rohstofferkundung: Es bleibt viel zu tun

Wie erwähnt, dienen auch Kompilation und Bewertung von Erkundungsergebnissen Dritter der Aufgabenerfüllung eines SGD. Vor allem tiefe Bohrungen geben Auskunft über Lagerstätten, die nur im Bergbau unter Tage gewonnen werden könnten. Nachfolgend (Kap. 3.6) wird die Erkundung eines Mineralganges bei Freudenstadt erläutert, welche in Zusammenarbeit mit der Rohstoffindustrie vorgenommen wurde – ein Beispiel dafür, wie durch Kooperation auf wissenschaftlichen, technischen und finanziellen Gebieten bislang unbekannte Lagerstätten aufgefunden werden können. Weit über 100 an der Oberfläche oder durch flache Grubenbaue identifizierte Mineralgänge im Schwarzwald „warten“ aber noch auf ähnliche Erkundungsarbeiten.

<sup>28</sup> Eine Lagerstätte ist ein *abbauwürdiges Vorkommen* mineralischer Rohstoffe, d. h. ein Vorkommen, das nach Art und Inhalt für eine wirtschaftliche Nutzung in Betracht kommt. Die wirtschaftliche Gewinnbarkeit des Rohstoffs ist aber abhängig von Nachfrage und Angebot; was als Lagerstätte angesehen wird, ist also abhängig von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und damit zeitlich veränderlich. Der Lagerstättennachweis ist stets Aufgabe der Industrie.

<sup>29</sup> Weitere Informationen: Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17) und <http://www.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/grundlagen/erkundung>.

<sup>30</sup> Vgl. Anm. 17.

Die Zusammenstellung der bisherigen Daten und der Vergleich mit anderen Lagerstättenrevieren Mitteleuropas macht deutlich, dass die etwa einen Kilometer in die Tiefe reichenden Mineralgänge im Schwarzwald jeweils mehrere Millionen Tonnen an Spaten aufweisen können, nicht selten sogar über 10 Mio. t;<sup>31</sup> damit sind sie größer als vergleichbare Lagerstätten im Rhenohercynikum (Ardennen, Rheinisches Schiefergebirge, Harz), im Erzgebirge, Vogtland und in der Böhmisches Masse. Die Erkundung in Baden-Württemberg hätte aus Sicht des Autors reelle Chancen auf Erfolg, wirtschaftlich bedeutsame Spatlagerstätten nachzuweisen. Allerdings sind in der Regel mehrjährige, oft aufwändige Bohrkampagnen bis 300 oder 400 m Tiefe erforderlich, begleitet von sorgfältigen strukturgeologischen und mineralogischen Analysen. Eine Lagerstätten erkundung in Abstimmung mit dem Staatlichen Geologischen Dienst bietet den Vorteil, dass Erfahrungen und Erkenntnisse genutzt und neue Erkundungsergebnisse dort zuverlässig archiviert werden können.

Der wichtigste tiefliegende Industriemineralrohstoff des Landes ist das Steinsalz im Mittleren Muschelkalk (Kap. 3.5). Bislang erfolgte die Erkundung durch bergmännische Auffahrungen von bestehenden Grubengebäuden aus („Vorfelderkundung“). Für das weitere Umfeld der bekannten und genutzten Lagerstätten aber (Abb. 7) ist dieses Verfahren nicht geeignet, weil auch taube, wasserführende Auslaugungszonen im Salinarhorizont auftreten können; sie anzufahren könnte den bestehenden, seit über 100 Jahren sicheren Bergbau gefährden. Von der Geländeoberfläche aus abgeteufte Bohrungen sind wegen der Unsicherheit, ob das Bohrloch dauerhaft gegen eindringendes Süßwasser abgedichtet werden kann, auch nur in großen Abständen sinnvoll.

Günstig sind zerstörungsfreie geophysikalische Verfahren, doch das im Zechsteinsalz erfolgreiche Erkundungsverfahren des elektromagnetischen Radars (EMR) führt im grobspätigen, nicht geschichteten Steinsalz des Muschelkalks (Abb. 31) wegen der starken Streuung bzw. Dämpfung der Wellen an den regellos verteilten Kristallgrenzen nicht zum Erfolg. Die Erkundungsmethoden sind also noch deutlich zu verbessern, um das Potenzial für den künftigen Steinsalzbergbau ermitteln zu können. Möglicherweise führt die Weiterentwicklung seismischer Verfahren wie in der Kohlenwasserstoffexploration weiter, um Bereiche mit mächtigen, für den Bergbau interessanten Steinsalzlagerstätten einzugrenzen.

Zur Beratung der Instanzen der planerischen Rohstoffsicherung sind aufgrund wachsender Nutzungskonkurrenzen immer belastbarere Daten über die Vorkommen von oberflächennahen mineralischen Rohstoffen erforderlich. Für die Rohstoffkartierung mit der Güte der KMR 50 ist noch fast die Hälfte der Landesfläche zu bearbeiten. Die weitere Erkundung und Untersuchung der verschiedenartigen Werksteinvorkommen des Landes (Kap. 3.4) ist besonders im Zusammenhang mit der Baudenkmalpflege von Bedeutung.

### 3 Rohstofflagerstätten als Ausdruck erdgeschichtlicher Ereignisse, erläutert anhand ausgewählter Beispiele

Aus der eingangs genannten großen Zahl verschiedenartiger heimischer Rohstoffvorkommen werden im Folgenden jeweils einige aus den Gruppen der Massenrohstoffe für den Baubereich, der Naturwerksteine, der Industriemineralien und der Metallerze exemplarisch vorgestellt. Ziel ist

---

<sup>31</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17); WOLFGANG WERNER, Heimische Steinbrüche als Lieferanten von hochwertigem Naturwerkstein für die Baudenkmalpflege, in: Naturstein in der Kulturlandschaft, hg. von SIEGFRIED SIEGEMUND und ROLF SNETHLAGE, Halle/Saale 2013, S. 60–69.

die Erläuterung der Rohstoffvielfalt in Baden-Württemberg und die Erörterung künftiger Nutzungspotenziale.

### 3.1 Der Oberrheingraben – auch für Lagerstättensucher eine ungewöhnliche Struktur

Der Oberrheingraben ist nicht nur in klimatischer oder tektonischer Hinsicht als Teil einer ganz Europa durchziehenden intrakontinentalen Bruchzone eine herausragende Struktur,<sup>32</sup> sondern auch aus Sicht der Lagerstättengeologen: Die größte Lagerstätte mineralischer Rohstoffe im



Abb. 14: Kies in einer Rohstofferkundungsbohrung bei Schutterwald. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

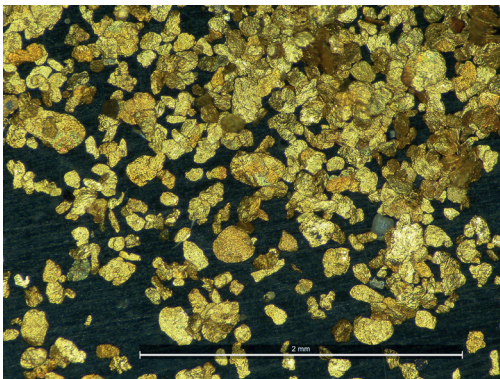


Abb. 15: Rheingold aus der Kiesgrube Meißenheim; das größte Goldflitterchen ist 0,3 mm groß. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

Oberrheingraben entstand während der eiszeitlichen Abschmelzphasen und liegt daher oberflächennah. Dort sind *Kies* und *Sand* im Tagebau gewinnbar, darin verborgen ist das legendäre *Rheingold* (Abb. 14 und 15). An den Rändern dieses jungen Sedimentbeckens treten seltene Gesteinsvorkommen wie der mitteljurazeitliche *Hauptrogenstein*,<sup>33</sup> der tertiärzeitliche *Kalksandstein* des Markgräflerlands, die vulkanischen Gesteine *Karbonatit* (Abb. 16), *Phonolith* und *Tephrit* des Kaiserstuhls auf. An die Grabenrandstörungen und ihr Umfeld sind *Erz- und Mineralgänge* gebunden, die z. B. bei Badenweiler, Sulzburg, Suggental-Gröttertal,



Abb. 16: Karbonatit von Schelingen im Kaiserstuhl verarbeitet für einen Grabstein, Jüdischer Friedhof in Schmieheim. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>32</sup> Z. B. HENNING ILLIES, Bauplan und Baugeschichte des Oberrheingrabens, in: Oberrheinische geologische Abhandlungen 14 (1965), S. 1–54.

<sup>33</sup> LIZ ELSÄSSER / BIRGIT KIMMIG / WOLFGANG WERNER, Erläuterungen zu den Blättern L 8110 Müllheim / L 8112 Freiburg im Breisgau Süd (Westteil) und L 8310 Lörrach / L 8312 Schopfheim (Westteil) mit Anteilen von L 8510 Weil am Rhein und L 8512 Bad Säckingen, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. (in Vorb.).



Abb. 17: Tertiärzeitliche Barytgänge an der Schwarzwald-Randstörung, aufgeschlossen in der mittelalterlichen Grube Caroline bei Sexau. Bei der Einsenkung des Oberrheingrabens wurden an den Grabenschultern (Schwarzwald, Vogesen) bereits existierende tektonische Störungen zu Spalten geöffnet. 100 bis 220° C heiße mineralisierte Tiefenwässer setzen beim Aufsteigen auf diesen Spalten Baryt, Quarz, Siderit und Erze ab. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.



im Revier Freiamt-Sexau und Diersburg-Zunsweier Grundlage des Bergbaus waren (Abb. 17). *Kalialzlaglerstätten* treten im Raum Heitersheim-Buggingen-Mulhouse auf (Abb. 18),<sup>34</sup> *Erdöl* und *Erdgas* sind im nördlichen und mittleren Graben verbreitet. Der ungewöhnlich hohe Wärmefluss aus dem Erdmantel macht sich in den vielen mineralisierten Thermalwässern, die auf tiefreichenden Störungen aufsteigen, bemerkbar. Das Potenzial der geothermischen Nutzung der im Oberrheingraben versenkten Gesteine wurde in den vergangenen Jahren ausführlich bewertet.<sup>35</sup>

Ausführliche Beschreibungen dieser riesigen und bis 140 m mächtigen Lagerstätte von hochwertigen Baurohstoffen – die es hinsichtlich der Fördermengen mit den großen Eisenerztagebauen der Welt aufnimmt – sind zu finden in den Veröffentlichungen von Wolfgang Werner u. a.,<sup>36</sup> Birgit Kimmig und Dagmar Kesten,<sup>37</sup> Christof Poser und Markus Kleinschnitz<sup>38</sup> sowie des LGRB.<sup>39</sup>

Es wurden bis heute mehrere Milliarden Tonnen von Kies und Sand aus dieser großen Lockergesteinslagerstätte entnommen. Damit ist zwar nur ein Bruchteil in Angriff genommen worden, doch der weitere Kiesabbau

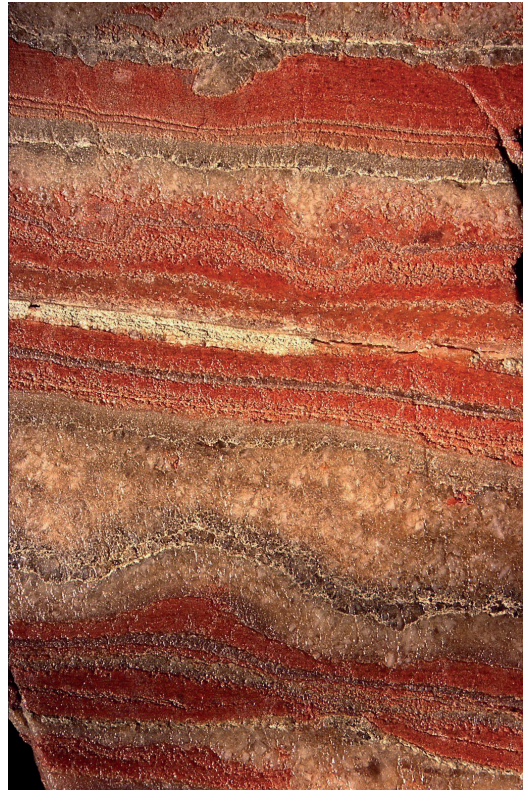


Abb. 18: Oligozänzeitliches Kalialzlagler von Buggingen: Im Bild erkennbar ist eine Wechselfolge aus dem Kalialz Sylvin (tiefrot) und aus Steinsalz (hellgrau). Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>34</sup> Aktuelle Beschreibung in: WOLFGANG WERNER, Schätze unter dem Boden: Was wissen wir über die tief liegenden Rohstoffe in Baden-Württemberg?, in: Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 102 (2012), S. 37–92.

<sup>35</sup> Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben. Fachlich-Technischer Abschlussbericht des INTERREG-Projekts GeORG, Teil 1 / GeORG-Projektteam, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB-Informationen, Bd. 28), Freiburg i. Br. 2013.

<sup>36</sup> WOLFGANG WERNER / JOHANN GIEB / JOACHIM LEIBER, Zum Aufbau pleistozäner Kies- und Sandablagerungen des Oberrheingrabens. Ergebnisse rohstoffgeologischer Untersuchungen im Raum Lichtenau – Karlsruhe – Waghäusel, in: Jahreshaft des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg 35 (1995), S. 361–394; WOLFGANG WERNER / JOACHIM LEIBER / HELMUT BOCK, Die grobklastische pleistozäne Sedimentserie im südlichen Oberrheingraben. Geologischer und lithologischer Aufbau, Lagerstättenpotential, in: Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil 1, Jg. 1996 (1997), S. 1059–1084.

<sup>37</sup> BIRGIT KIMMIG / DAGMAR KESTEN, Erläuterungen zu den Blättern L 7114 Rastatt und L 7518 Karlsruhe-Süd, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2010.

<sup>38</sup> CHRISTOF POSER / MARKUS KLEINSCHNITZ, Erläuterungen zu den Blättern L 7512 Offenburg/L 7514 Oberkirch (Westteil) und L 7712 Lahr im Schwarzwald, hg. vom Regierungspräsidium Freiburg und dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2011.

<sup>39</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

stößt wegen der sehr zahlreichen Nutzungskonkurrenzen an seine Grenzen. Diese große Lagerstätte beherbergt zugleich immense hochwertige Grundwasservorkommen und ist Siedlungsgebiet für Millionen von Menschen. Seit rund 25 Jahren bemühen sich der Geologische Dienst im Auftrag der Landesregierung, die für die Raumplanung zuständigen Regionalverbände und innovative Kiesfirmen die künftige Kies- und Sandgewinnung nachhaltiger und flächenschonender zu gestalten (Kap. 2.3).

Das *Rheingold* beschäftigt die Gemüter seit Jahrtausenden; schon die Kelten nutzten das sogenannte Seifengold aus den Rheinsanden für Schmuck und Münzen.<sup>40</sup> In den vergangenen zehn Jahren werden auch in Südwestdeutschland wieder verstärkt Erkundungsarbeiten und Versuche zur Anreicherung der in den Kieslagern enthaltenen geringen Goldmengen durchgeführt. Motivierend wirkte vor allem die Entwicklung des Goldpreises, der etwa seit 2006 jedes bisherige Niveau überstiegen hat.

Im Kristallin des Schwarzwalds, dort vor allem in Milchquarzgängen mit Hämatit (Kinzigtal) und in verkieselten Vulkaniten der Badenweiler-Lenzkirch-Zone (BLZ) östlich von Sulzburg, treten sehr geringe Mengen an Berg- oder Freigold auf, welche aber nur von wissenschaftlichem Interesse sind. Als Quelle für das Rheingold spielen sie nur eine sehr geringe Rolle; trotz größter Mühe ist es nur in wenigen Schwarzwaldbächen gelungen, Gold aus den Sedimenten zu gewinnen.<sup>41</sup> Der größte Teil des Rheingoldes stammt aus den Schweizer Alpen. Dort tritt es in gediegener Form meist in eisenkarbonatführenden Quarzgängen auf.<sup>42</sup>

Die feinen Goldkörnchen und -fitterchen in den lockeren Kies- und Sandablagerungen (Abb. 14 und 15) entlang des Hoch- und Oberrheins können aufgrund ihrer im Vergleich zu den sonstigen Feinsedimenten deutlich größeren Schwere mechanisch, also ohne den Einsatz chemischer Agenzien angereichert werden. Mit Waschpfannen lassen sich Goldfitterchen separieren, deren Durchmesser meist zwischen 100 und 400 µm liegt.<sup>43</sup> Im Süden des Oberrheingraben werden auch Goldkörnchen bis mm-Größe gefunden.

Durch Arbeiten zur Goldgewinnung in einer Kies- und Sandgrube im Rheinland-Pfälzischen Rheinzabern erhielten Versuche zur industriellen Anreicherung neuen Auftrieb.<sup>44</sup> Das Kieswerk Meißenheim, Region Südlicher Oberrhein, hat die letzten Jahre ebenfalls eine systematische Untersuchung zur Bestimmung des Goldgehaltes in der Kieslagerstätte vorgenommen; nach Mitteilung der Fa. RMKS Rhein Main Kies und Splitt liegt der in der Kiesgrube Meißenheim angetroffene durchschnittliche Goldgehalt im Rohkies bei rund 3 mg/t. Etwa ca. 3–4 g/t Gold gelten beim bergmännischen Abbau als Bauwürdigkeitsgrenze, sofern die Reserven ausreichend groß sind;

---

<sup>40</sup> WERNER STÖRK, Das Rheingold – zwischen Mystik und Wissenschaft. Auf den Spuren der historischen Goldwäscher am Oberrhein, in: Das Markgräflerland 2 (2000), S. 65–91; ANDREAS BURKHARDT / HOLGER WENDLING, Handwerk und Wirtschaft, in: Kelten an Hoch- und Oberrhein, hg. vom Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart u. a. (Führer zu archäologischen Denkmälern in Baden-Württemberg, Bd. 24), Stuttgart 2005, S. 25–34.

<sup>41</sup> WOLFGANG HOMANN, Die Goldvorkommen im Variszischen Gebirge. Teil III: Das Gold im Schwarzwald. Heft 1: Goldhinweise und -nachweise im Schwarzwald – von der Römerzeit bis zur Gegenwart, in: Dortmunder Beiträge zur Landeskunde – naturwissenschaftliche Mitteilungen 32 (1998), S. 113–182; STÖRK, Rheingold (wie Anm. 40).

<sup>42</sup> Gold in der Schweiz. Auf der Suche nach dem edlen Metall, hg. von PETER PFANDER und VICTOR JANS, Thun <sup>2</sup>1999; STÖRK, Rheingold (wie Anm. 40).

<sup>43</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>44</sup> Weitere Informationen unter: [http://www.holcim-sued.de/fileadmin/templates/DEUB/doc/Produkte/Produktinformationen/Beton/Rheingold\\_mini.pdf](http://www.holcim-sued.de/fileadmin/templates/DEUB/doc/Produkte/Produktinformationen/Beton/Rheingold_mini.pdf).

für eine lohnende Goldgewinnung müssten die Gehalte in den Rheinsedimenten also tausendmal größer sein. Selbstverständlich ist daher die Goldgewinnung nur bei einem auf Kies und Sand ausgerichteten Abbau als Beiprodukt wirtschaftlich sinnvoll.

Statt aber dieses Edelmetall mit dem Waschschlamm wieder in den Kiesbaggersee oder auf Halde zu kippen, könnten so entlang des Rheins mit seinen vielen Kieswerken insgesamt interessante Goldmengen gewonnen und damit die bislang hundertprozentige Abhängigkeit vom Import dieses Edelmetalls etwas reduziert werden. Dennoch wird der Hauptgrund für die Anreicherungsversuche wohl die Faszination dieses Edelmetalls bleiben und die Intention, aus echtem Rheingold besondere Schmuckstücke zu fertigen. Nicht zuletzt deshalb zahlen die Goldschmiede in der „Goldstadt“ Pforzheim für echtes Rheingold das Doppelte des marktüblichen Preises!

### 3.2 Karbonatgesteine – langfristig wichtige Lagerstätten

Die wichtigsten Einsatzbereiche für Karbonatgesteine sind (1) Baugewerbe, d. h. Hoch- und Tiefbau, insbesondere Verkehrswegebau; (2) Baustoffindustrie (Putze, Mörtel); (3) Zementindustrie; (4) Düngemittelherstellung und Landwirtschaft; (5) Trink- und Gebrauchswasserreinigung sowie Umweltschutz (Abwasserreinigung, Rauchgasentschwefelung, Waldschadensbekämpfung); (6) Glasindustrie, Farbenherstellung, Zuckerfabrikation. (7) Karbonatgesteine sind aber auch eine wichtige Gruppe der Naturwerksteine (Abb. 2), sind überwiegend wetterbeständig und druckfest (Mauern, Säulen usw.), gut polierfähig (Fassaden- und Bodenplatten, Treppenstufen usw.) und liefern hervorragendes Bau-, Steinmetz- und Bildhauermaterial. Besonders im Bereich Baustoff- und Portlandzementherstellung sowie als hochreiner Kalk für Landwirtschaft, Chemie, Umweltschutz und bei den unter (6) genannten Produktionszweigen ist Kalkstein nicht ersetzbar.

Weil die Zugänglichkeit von hochwertigen Kieslagerstätten entlang des Oberrheins und in Oberschwaben stetig zurückgeht, steigt der Anteil an gebrochenen Körnungen aus Karbonatgesteinen (Kalksteine, Dolomitsteine und dolomitische Kalksteine) seit rund 25 Jahren an.<sup>45</sup> Alleine in Baden-Württemberg werden sie jährlich in einem Umfang von 33–42 Mio. t vor allem für den Bausektor und die chemische Industrie abgebaut. Die große Vielfalt hinsichtlich Strukturen, Farben, Eigenschaften und Entstehung führte dazu, dass ein eigener Zweig der Geowissenschaften, die Karbonatsedimentologie, entstand, vor allem weil Karbonatgesteine wichtige Speichergesteine in Erdöl- und Erdgaslagerstätten darstellen.<sup>46</sup>

Wichtige Kalksteinlagerstätten enthalten die Schichten des Oberen Muschelkalks in Württemberg und im Kraichgau sowie die des Oberjuras der Schwäbisch-Fränkischen Alb, die im Unteren Muschelkalk Württembergs und im Hauptrogenstein des Mitteljuras im südlichen Oberrheingraben. Bemerkenswert ist die Vielfalt an verschiedenartigen Karbonatgesteinsvorkommen in Baden-Württemberg. Gliedert man sie nach der Größe der Vorkommen (Ausdehnung und Mächtigkeit), so ergibt sich folgende Reihung:

<sup>45</sup> Rohstoffbericht 2002 (wie Anm. 17); Rohstoffbericht 2006 (wie Anm. 17); Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>46</sup> Sedimente und Sedimentgesteine, hg. von HANS FÜCHTBAUER und GERMAN MÜLLER (Sediment-Petrologie, Bd. 2), Stuttgart 1970; Sedimente und Sedimentgesteine, hg. von HANS FÜCHTBAUER (Sediment-Petrologie, Bd. 2), Stuttgart, 4. gänzlich neu bearb. Aufl. 1988.

- Gebankte und massige (scheinbar schichtungslose) Kalk- und Dolomitsteine der Schwäbischen Alb (Abb. 19 und 20); sie setzen sich in den gleichaltrigen Gesteinen des Fränkischen Juras fort; Alter: Oberjura.
- Bankkalksteine des Oberen und Unteren Muschelkalks; Alter: Untertrias, Muschelkalk.
- Kalkoolithe des Markgräflerlandes (Abb. 21); Alter: Hauptrogenstein-Formation, Mitteljura.
- Korallenkalke des Markgräflerlandes; Alter: Oberjura.
- Süßwasserkalksteine der Schwäbischen Alb mit Lagern von Gauinger bzw. Riedlinger Travertin; Alter: Tertiär, Miozän.
- Randengrobkalk (Abb. 22), ein fossilschuttreiches Strandsediment der Oberen Meeresmolasse; Alter: Miozän.
- Karbonatit des Kaiserstuhls, ein magmatisches Karbonatgestein des miozänen alkalibasaltischen Vulkanismus (Abb. 16).
- Travertine von Riedöschingen und Münsingen-Böttingen (Abb. 23); Alter: Jungtertiär.
- Calcitgänge im Schwarzwälder Grundgebirge mit Silbererzen; Alter: Oberjura bis Tertiär.

Die Fotos der Abb. 16 sowie 19 bis 23 zeigen charakteristische Beispiele wichtiger Karbonatgesteinstypen.



Abb. 19: Die gebankten Kalksteine der Schwäbischen Alb sind Ablagerungen eines flachen und subtropisch warmen oberjurazeitlichen Randmeeres, im Bild die sogenannten Hangenden Bankkalke in einem großen Steinbruch bei Neuhausen ob Eck. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.



Abb. 20: Im hohen Oberjura des Blautales werden auch sehr reine, massig bis undeutlich geschichtete Kalksteine abgebaut. Das Foto zeigt zwei Sohlen im Steinbruch Gerhausen der Fa. Dr. Merkle. Die großen rundlichen Schollen in der oberen Bildhälfte werden als abgeglittene Riffblöcke (Olistolithe) gedeutet, welche in feingeschichtete, tonigere Kalkschlämme eingebettet wurden. Foto: Helmut Bock, LGRB.

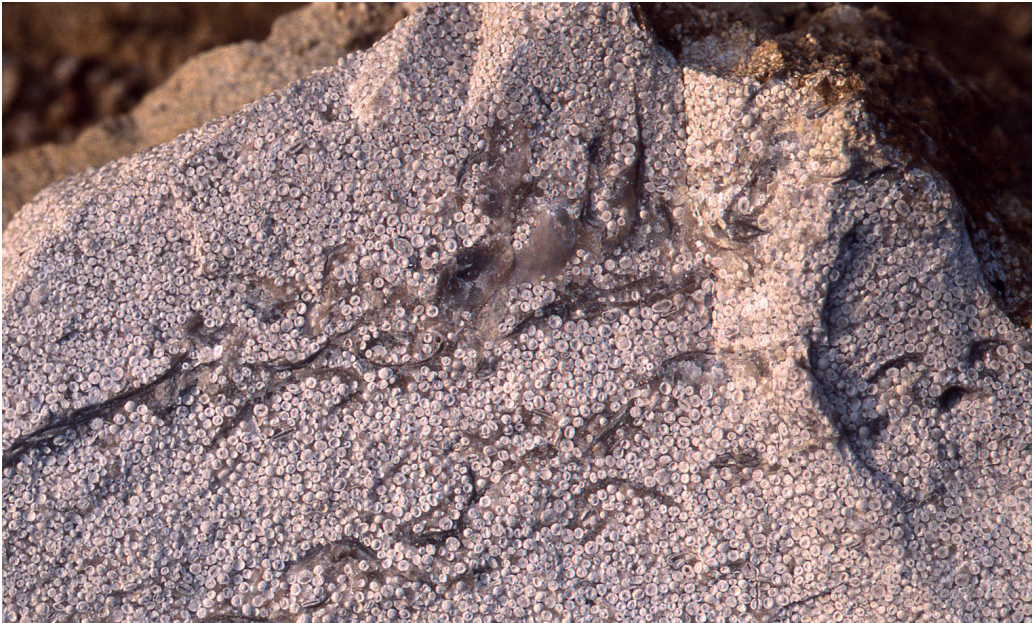


Abb. 21: Im Mitteljura des südlichen Oberrheingrabens werden die aus kleinen Kugelchen aufgebauten Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation für die Kalkindustrie gewonnen. Die Oolithe sind in sehr flachem, bewegtem Wasser entstanden. Bildbreite entspricht ca. 10 cm. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.



Abb. 22: Im Jungtertiär kam es auf den Stränden des Molassemeeres zur Ablagerung von mehrere Meter mächtigen Schillbänken; sie bestehen überwiegend aus kalkigen Schalenresten. Diese sogenannten Randengrobkalke werden seit römischer Zeit für Mauer- und Mahlsteine gewonnen. Die Platten stammen aus einem Steinbruch bei Wiechs am Randen. Bildbreite entspricht 13,5 cm. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

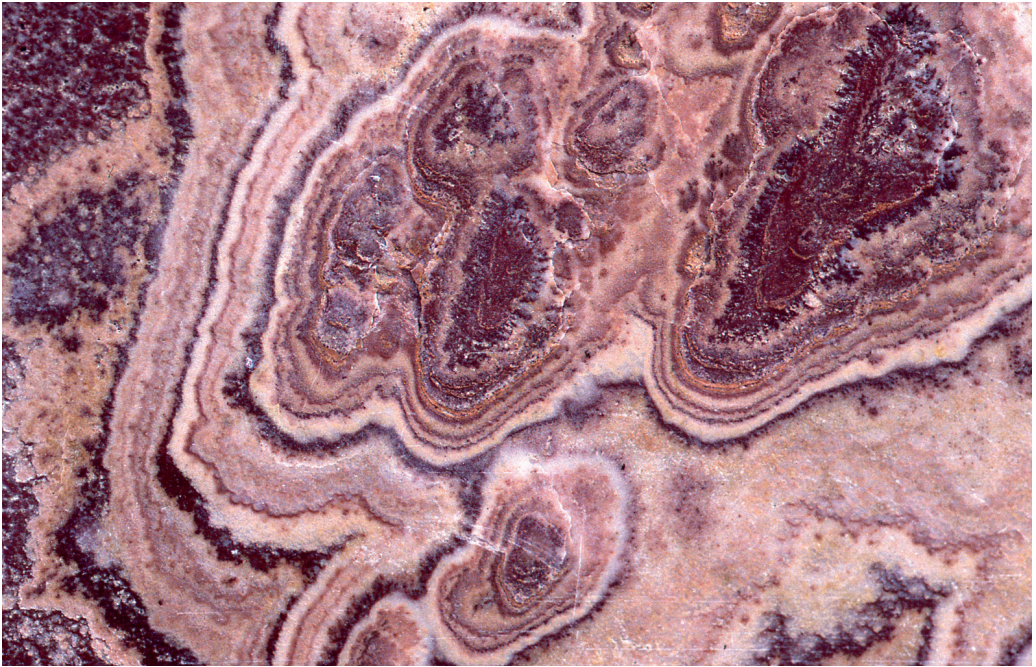


Abb. 23: Der Böttinger „Bandmarmor“ als weiteres schönes Beispiel für die Vielgestaltigkeit der Karbonatgesteine Baden-Württembergs; hierbei handelt es sich um einen Travertin oder Thermalsinter, der während des Jungtertiärs an einem Geysir entstanden ist. Bildbreite entspricht ca. 15 cm. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

Das größte geschlossene Verbreitungsgebiet von Kalksteinen in ganz Deutschland stellt die *Schwäbisch-Fränkische Alb* dar. Die gebankten, oft mergeligen Kalksteine des Oberen Muschelkalks spielen derzeit aufgrund ihrer günstigen Lage zu den großen Verbrauchszentren in mengenmäßiger Sicht noch die größere Rolle, obwohl sie zumeist nur in Taleinschnitten aufgeschlossen sind und fast immer große Mengen an tonigen Sedimenten des sie überlagernden Keupers vor ihrer Gewinnung entfernt werden müssen. Der Förderanteil an Kalksteinen aus dem Muschelkalk liegt heute bei rund 70 %. Er schwankte über die letzten 20 Jahre zwischen 67,8 % und 72,5 %. Der Anteil der Kalksteine aus dem Oberjura liegt demnach bei rund 30 %.<sup>47</sup> Doch weil zugängliche Lagerstätten im Muschelkalk Württembergs und des Kraichgaus immer seltener werden, liegt die langfristig besonders wichtige Ressource auf der Alb. Auch aus rein rohstoffgeologischer Sicht sind die Kalksteinlagerstätten der Schwäbischen Alb als wertvoll zu bezeichnen.

Erdgeschichtlich gehören sie in den Oberjura, früher wurde dieser stratigraphische Abschnitt wegen der überwiegend weißlichen bis hellbeigen Gesteine auch als Weißer Jura bezeichnet und damit von den unterlagernden Schichten des Braunen und Schwarzen Juras unterschieden. Die amtliche Rohstoffkartierung konnte bislang wirtschaftlich interessante Kalksteinvorkommen im Oberjura der Schwäbischen Alb auf einer Fläche von fast 650 km<sup>2</sup> nachweisen.<sup>48</sup> Dabei waren eine große Zahl von Ausschlusskriterien zu berücksichtigen, aufgrund derer in einer weiten Karbonatgesteinslandschaft nur noch ein Teil (aus heutiger Sicht) als „wirtschaftlich bzw. industriell

<sup>47</sup> Rohstoffbericht 2006 (wie Anm. 17); Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>48</sup> LGRB-Datenbank, Stand 2014.

interessant“ übrig bleibt. Innerhalb dieser Vorkommen liegen die eigentlichen Lagerstätten, also die Bereiche, die sich als wirtschaftlich gewinnbar und mit ausreichend großen Reserven versehen und für die heute wichtigen industriellen Einsatzzwecke als geeignet herausstellen werden; der letzte Beleg für die Eignung kann nur durch Industrieerkundung erfolgen, welche die jeweils gültigen Marktanforderungen zu berücksichtigen hat.

Der Oberjura dieses markanten süddeutschen Mittelgebirges wird aufgebaut aus einer rund 400–550 m mächtigen Wechselfolge von Kalksteinen in massiger oder gleichmäßig geschichteter, d. h. „gebankter“ Beschaffenheit. Diese Gesteine entstanden aus Karbonatschlämmen mit Fossilschutt, welche in einem warmen Epikontinentalmeer in Tiefen zwischen wenigen Metern und ca. 150 m im Zeitraum vor 152–135 Mio. Jahren abgelagert wurden und danach einer Reihe von stofflichen Veränderungen und schließlich auch tektonischen Veränderungen unterworfen waren.<sup>49</sup>

Abb. 24 zeigt den Schichtaufbau des Oberjuras der Schwäbischen Alb, wobei die erdgeschichtliche Position von Karbonatgesteinen, die sich auch als Werksteine eignen, markiert und die wichtigsten Werksteinsorten benannt sind. Die beiden genannten Faziestypen regelmäßig geschichtet = banking (Abb. 19) und massig bis unregelmäßig schichtig (Abb. 20) verzahnen sich miteinander.

Von Interesse als Rohstoffe für den Verkehrswegebau, für Betonzuschlag oder als Branntkalk usw. sind besonders die 150–250 m mächtigen Kimmeridge-Kalke (Untere und Obere Felsenkalke, Unterer und Oberer Massenkalk) und die bis 100 m mächtigen Liegenden Bankkalke. Die älteren gebankten Kalksteine eignen sich wie die Zementmergel am Top des Kimmeridge vornehmlich als Zementrohstoff bzw. Zementzuschlagstoff. Auf der Westalb bei Tuttlingen und Neuhausen ob Eck sind auch die Hangenden Bankkalke (Abb. 19) zur Erzeugung von Körnungen geeignet. Die in großen Flächen durchgeführten, umfangreichen geochemischen Untersuchungen des LGRB im Rahmen der Erstellung von Rohstoffkarten zeigten, dass der durchschnittliche  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt von 91,5 % in den Unteren Felsenkalken auf 97,8 % in den Liegenden Bankkalken ansteigt.<sup>50</sup> Dies ist genetisch auf eine Verflachung des subtropischen Ablagerungsraums vom Älteren zum Jüngeren, vermehrte biogene Karbonatsedimentation und eine Abnahme des Tonertrags vom Festland zurückzuführen.

In dieser Karbonatgesteinsfolge treten auch Einheiten auf, die entweder besondere wirtschaftliche oder wissenschaftliche Bedeutung besitzen. Hervorzuheben sind zunächst die als hochreine Kalksteine bezeichneten Gesteine, deren Calciumkarbonatgehalt um 99 % liegt und nicht selten sogar 99,9 % erreicht (Abb. 20). Diese Kalke finden ungebrannt als Mehle oder in Körnungen, in gebrannter Form ( $\text{CaO}$ ) als Weißfeinkalk oder Stückkalk und in gelöschter Form ( $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ) als pulveriges Weißkalkhydrat sowie in flüssiger Weißkalkhydratsuspension vielfältige industrielle Verwendung. Auf der Schwäbischen Alb werden derzeit elf Steinbrüche und ein Untertageabbau zur Gewinnung hochreiner Kalksteine betrieben (Abb. 25). Entstanden sind diese sehr reinen

---

<sup>49</sup> Z. B. GEYER / GWINNER, Geologie von Baden-Württemberg (wie Anm. 6); MATTHIAS SELG / PETER WAGENPLAST, Beckenarchitektur im süddeutschen Weißen Jura und die Bildung der Schwammriffe, in: Jahresheft des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg 32 (1990), S. 171–206; STEFAN GIESE / WOLFGANG WERNER, Zum strukturellen und lithologischen Bau des Oberjuras der Mittleren Schwäbischen Alb, in: Jahresheft des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg 37 (1997), S. 49–76; VILLINGER, Übersichts- und Schulkarte (wie Anm. 5).

<sup>50</sup> GIESE / WERNER, Bau des Oberjuras (wie Anm. 49).



Oberjura der Schwäbischen Alb (ca. 250 – 550 m)

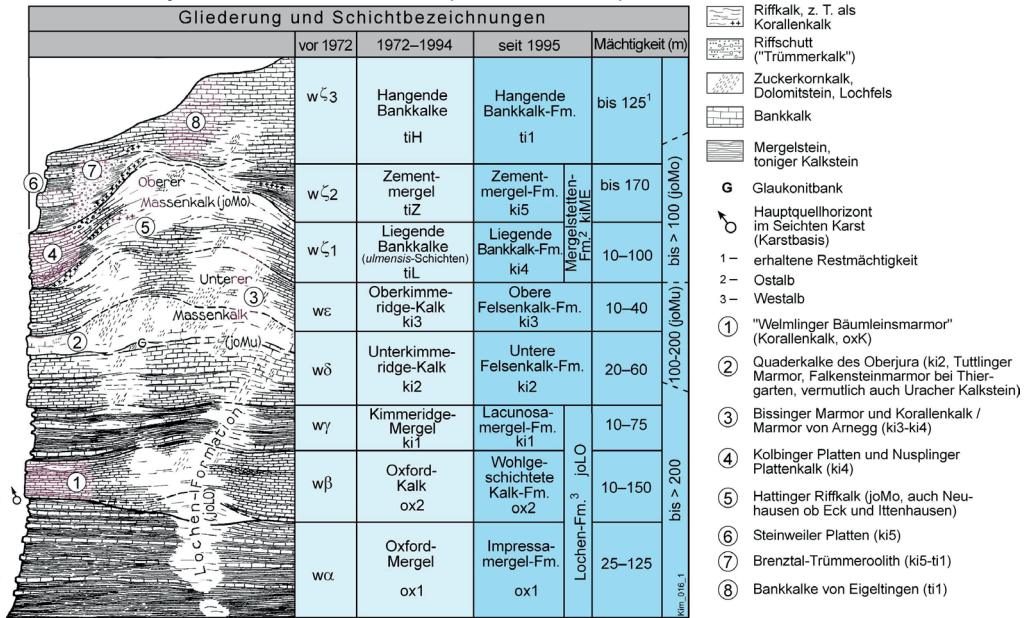


Abb. 24: Schichtaufbau des Oberjuras der Schwäbischen Alb mit Angabe der verschiedenen früher und heute gebräuchlichen Bezeichnungen, der Schichtmächtigkeiten und des Vorkommens von für die Werksteinindustrie tauglichen Abschnitten. Aus: WERNER u. a., Naturwerksteine (wie Anm. 13); nach einer Zeichnung von GEYER / GWINNER, Geologie von Baden-Württemberg (wie Anm. 6).

Kalke in vom Toneintrag geschützten Schwellenpositionen, also besonders auf sich über den Meeresboden erhebenden Schwammriffen und deren umgebenden Schuttfächern.<sup>51</sup>

Weiter sind die marmorartig festen, gut polierfähigen Massen- und Dickbankkalk zu nennen, die aber nur an wenigen Orten für die Werksteinindustrie abgebaut wurden, so z. B. bei Tuttlingen, Schopfloch und Heidenheim a. d. Brenz (Abb. 24). Weltbekannt sind die Plattenkalk von Solnhofen, Eichstätt und Kelheim auf der Fränkischen Alb,<sup>52</sup> einerseits, weil sie schöne Kalksteinplatten für den Bau liefern, und andererseits, weil sie zahlreiche, ungewöhnlich gut erhaltene Fossilien beherbergen. Die „lithographischen Schiefer von Solnhofen“ ermöglichten aber auch eine Revolution im Buchdruck, weil die feinkörnigen und in der Zusammensetzung völlig gleichmäßigen Kalke sehr fein graviert werden konnten; bis zur Erfindung des Offsetdrucks war die Lithographie das einzige Druckverfahren zur Erzeugung großer Stückzahlen von Farbdrucken. Der als „Juramarmor“ bezeichnete fossilreiche und gut polierfähige Kalkstein von der Frankenalb gehört zu den am meisten verkauften deutschen Naturwerksteinen; die dickbankigen Oberjura-Kalksteine wurden schon im Mittelalter zum Bau von Häusern, Brücken und Burgen genutzt, die industrielle Nutzung setzte aber erst im frühen 20. Jahrhundert mit der Entwicklung leistungsfähiger Steinsägen, Schleif- und Poliermaschinen ein.

<sup>51</sup> BIRGIT KIMMIG / WOLFGANG WERNER / THOMAS AIGNER, Hochreine Kalksteine im Oberjura der Schwäbischen Alb – Zusammensetzung, Verbreitung, Einsatzmöglichkeiten, in: Zeitschrift für angewandte Geologie 47,2 (2001), S. 101–108.

<sup>52</sup> ROLF K. F. MEYER / HERMANN SCHMIDT-KALER, Wanderungen in die Erdgeschichte, Bd. 2: Durchs Urdonautal nach Eichstätt, München 1991.



Abb. 25: Gewinnung von hochreinen Kalksteinen im Bergwerk Mähringer Berg bei Ulm. Im Bild ein Bohrwagen beim Bohren von Sprenglöchern. Foto: Fa. Sachtleben Mining Services, 2012.

Auf der Schwäbischen Alb im Gebiet nördlich von Mühlheim a. d. Donau, nahe der Ortschaften Kolbingen und Renquishausen, befinden sich Vorkommen von Plattenkalken, östlich davon die kurzzeitig industriell genutzten, heute für die paläontologische Forschung bedeutsamen Nusplinger Plattenkalke. Auf der Ostalb liegt ein großes Vorkommen von bis zu zwölf Meter mächtigen Platten- und Dickbankkalken, bekannt als Steinweiler Platten.

Ein weiteres Kalksteinvorkommen, das besonders wegen seiner ungewöhnlich guten Bildhauerqualität Bedeutung erlangte, liegt südlich von Freiburg im Markgräflerland in den Schichten des Tertiärs; besonders im 18. Jahrhundert wurden daraus berühmte Kunstwerke geschaffen. Beschreibungen dieser Vorkommen und ihrer Nutzung sind im Nachschlagewerk *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg*<sup>53</sup> zu finden.

### 3.3 Kaiserstuhl-Phonolith und Ries-Suevit – wertvolle Trassrohstoffe

Trass ist ein seit römischer Zeit verwendetes mineralisches Puzzolan; entdeckt wurden die besonderen Eigenschaften bestimmter Zuschlagstoffe zum Mörtel wohl zufällig, als man die lockeren vulkanischen Aschen von Pozzuoli bei Neapel dem Kalkmörtel als Magerungsstoff zumischte; daher stammt der Name Puzzolanität. Als Trass werden lockere bis leicht verfestigte vulkanische Tuffe bzw. Aschen bezeichnet, die als Ströme in Tälern und Senken abgelagert wurden.<sup>54</sup> Gegen-

<sup>53</sup> WERNER u. a., *Naturwerksteine* (wie Anm. 13).

<sup>54</sup> Siehe unter [http://www.infogeo.de/home/bodenschaeetze/index\\_html?lang=1](http://www.infogeo.de/home/bodenschaeetze/index_html?lang=1), Glossar.

über dem Bims weist der vulkanische Trass deutlich höhere Gehalte an löslicher Kieselsäure auf. Trass ist latent hydraulisch und wird unter Zugabe von Wasser und Bindemitteln, Zement oder Baukalk sowie weiteren Zuschlagstoffen für Mörtel verwendet.

Rheinischer Trass entstand beim Ausbruch des Laacher See-Vulkans in der östlichen Eifel vor 12.900 Jahren.<sup>55</sup> Aufgrund vergleichbarer puzzolanischer Eigenschaften werden auch andere zeolith- oder glashaltige Gesteine mit gleichen Baustoffeigenschaften im Zusammenhang mit der bergrechtlichen Würdigung dieser Rohstoffe als Trassrohstoffe bezeichnet. Ries-Trass oder Ries-Suevit entstand durch Gesteinsmetamorphose beim Meteoriteneinschlag im Nördlinger Ries. Der zeolithhaltige Phonolith des Kaiserstuhls ist im Sinne des Bundesberggesetzes auch ein Trassrohstoff, weil er die gleichen puzzolanischen Eigenschaften aufweist wie der Rheinische Trass. Baden-Württemberg verfügt also über zwei industriell wichtige, zugleich geologisch ungewöhnliche Trass-Rohstoffe.

### 3.3.1 Kaiserstühler Phonolith

Die bedeutendsten Vorkommen von zeolithreichem Phonolith treten im östlichen Kaiserstuhl bei Bötzingen auf. Die im westlichen Kaiserstuhl enthalten nur wenig Zeolithe, ebenso wie die weiter verbreiteten Tephrit-Pyroklastite („Kaiserstühler Tuffstein“) und der Phonolith aus dem Hegau. Ein großes Phonolithvorkommen wird am Fohberg bei Bötzingen abgebaut und vor Ort zu einer Vielzahl hochwertiger Produkte für den Bau, die Landwirtschaft, medizinische Anwendungen usw. veredelt (Abb. 26 und 27). Bei diesem Vorkommen handelt es sich um einen vulkanischen Schlot.

Das dort gewonnene, bis in die 1960er Jahre nur als Schotter oder für den Mauerbau verwendete unauffällige, alkalibasaltische Gestein enthält bis 45 % Zeolithe. Zur intensiven Zeolithisierung kam es vermutlich deshalb, weil die Intrusion der Schmelze in wasserhaltige tonige Sedimente der Pechelbronner Schichten erfolgte; das aufgeheizte Sedimentwasser wandelte in der postvulkanischen Phase die Feldspäte und Pyroxene der Lava zu Zeolithen um. Ende der 1960er Jahre entdeckte man die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten dieses zeolithreichen Vulkanits, vor allem in Form von (getemperten) Mehlen.

Verwendung findet das Bötzingener Phonolithmehl nach Angaben der Fa. H. G. Hauri Mineralstoffwerke

- als puzzolanischer Zementzumahlstoff,
- als Bindemittel in Putzen mit besonderen Abbindeigenschaften (schnelles Ansteifen und langsames Aushärten),
- bei der Bitumenherstellung als versteifender Füller zur Verminderung der Rissbildung bei niedrigen Temperaturen und als Bindemittel für Fräsasphalt (Verringerung der Eluatwerte),
- zur Stabilisierung von tonigen, wasserreichen Böden bei Baumaßnahmen,
- in der Forstwirtschaft zur Walddüngung,
- in der Landwirtschaft zur Bodenverbesserung, zur Kali-Düngung und Stickstoffbindung beim Gülleausbringen,
- bei der Tierernährung als Fließhilfsstoff mit diätischer Wirkung,
- bei der Wasserfiltration: die Phonolith-Körnung 0,4–0,8 mm hat z. B. eine größere Oberfläche als vergleichbare Quarzkörnungen,

---

<sup>55</sup> HANS-ULRICH SCHMINCKE, Vulkanismus, Darmstadt, 2. überarb. u. erw. Aufl. 2000.

- in der Umwelttechnik, z. B. für die Bindung von Schwermetallen und Dioxinen bei der Müllverbrennung,
- in der Pharmazie und Heilbehandlung, besonders als Füllstoff in Arzneimitteln und als Naturfang,
- bei der Herstellung von Dämmstoffen, in der Glasindustrie zur Grün- und Braunglasherstellung, einerseits als Natrium-, Kalium- und Aluminium-Lieferant, andererseits zur Energiesenkung durch Schmelzpunkterniedrigung.

Aufgrund der genannten Entstehungsgeschichte der zeolithreichen Phonolithen sind die Vorkommen selten, obgleich unter den mächtigen Lössdecken des Kaiserstuhls wahrscheinlich noch einige Vorkommen verborgen liegen dürften.<sup>56</sup>



Abb. 26: Der Phonolithstock vom Fohberg bei Bötzingen im Kaiserstuhl, aufgeschlossen im Steinbruch der Fa. H. G. Hauri. Mit scharfer Grenze wird die eiszeitliche Landoberfläche von mächtigem Löss überdeckt. Dieser in tertiärzeitliche Sedimente eingedrungene Vulkanit ist besonders zeolithreich, was die Erzeugung zahlreicher hochwertiger Produkte für Bau-, Landwirtschaft, Naturschutz und Medizin ermöglicht. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>56</sup> WOLFHARD WIMMENAUER, Erläuterungen zum Blatt Kaiserstuhl, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 25 000), Freiburg i. Br., 5. vollst. neu bearb. Aufl. 2003; JENS WITTENBRINK / WOLFGANG WERNER, Erläuterungen zu den Blättern KMR 50 L 7910/L 7912 Breisach a. R./Freiburg i. Br.-Nord, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2010.



Abb. 27: Im Steinbruch am Ortsrand von Bötzingen steht das zur Verarbeitung und Veredlung von Phonolith nötige Mineralstoffwerk der Fa. H. G. Hauri. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

### 3.3.2 Ries-Suevit

Der Einschlag des als Ries-Meteorit bekannten Himmelskörpers vor etwa 14,6 Mio. Jahren führte nicht nur zur Zerstörung des bis dato existierenden Teils der Ostalb und zur Bildung zahlreicher im weiten Umfeld verteilter Trümmernmassen (Abb. 28), es entstanden auch neue Gesteine. Der als Ries-Suevit, Schwabenstein oder Nördlinger bzw. Bayerischer Trass bezeichnete Suevit (Abb. 29) besitzt Bedeutung als Werkstein und für die Herstellung von Spezialzementen. Weil der Suevit vulkanischen Tuffbrekzien recht ähnlich sieht und man den weiten Riesessel für ein Maar vom Typus der Eifler Sprengkrater hielt, wurde dieses an vielen historischen Bauwerken in Nördlingen und Umgebung zu findende auffällige Gestein bis in die 1960er Jahre für ein vulkanisches Gestein gehalten.<sup>57</sup> Zahlreiche Informationen zu diesem deutschlandweit einmaligen Gestein und seinen Verwendungsmöglichkeiten liefern die Veröffentlichungen von Rudolf Hüttner,<sup>58</sup> Elmar

<sup>57</sup> Umfangreiche Informationen über Gestein, aktuelle Aufschlüsse und geologische Entstehung sind z. B. unter [www.geopark-ries.de](http://www.geopark-ries.de) zu finden.

<sup>58</sup> RUDOLF HÜTTNER, *Impaktgesteine des Rieses*, in: *Erläuterungen zur geologischen Karte des Rieses 1 : 50 000*, hg. von HORST GALL, RUDOLF HÜTTNER und DIETER MÜLLER (Geologica Bavarica, Bd. 76), München 1977, S. 108–158.

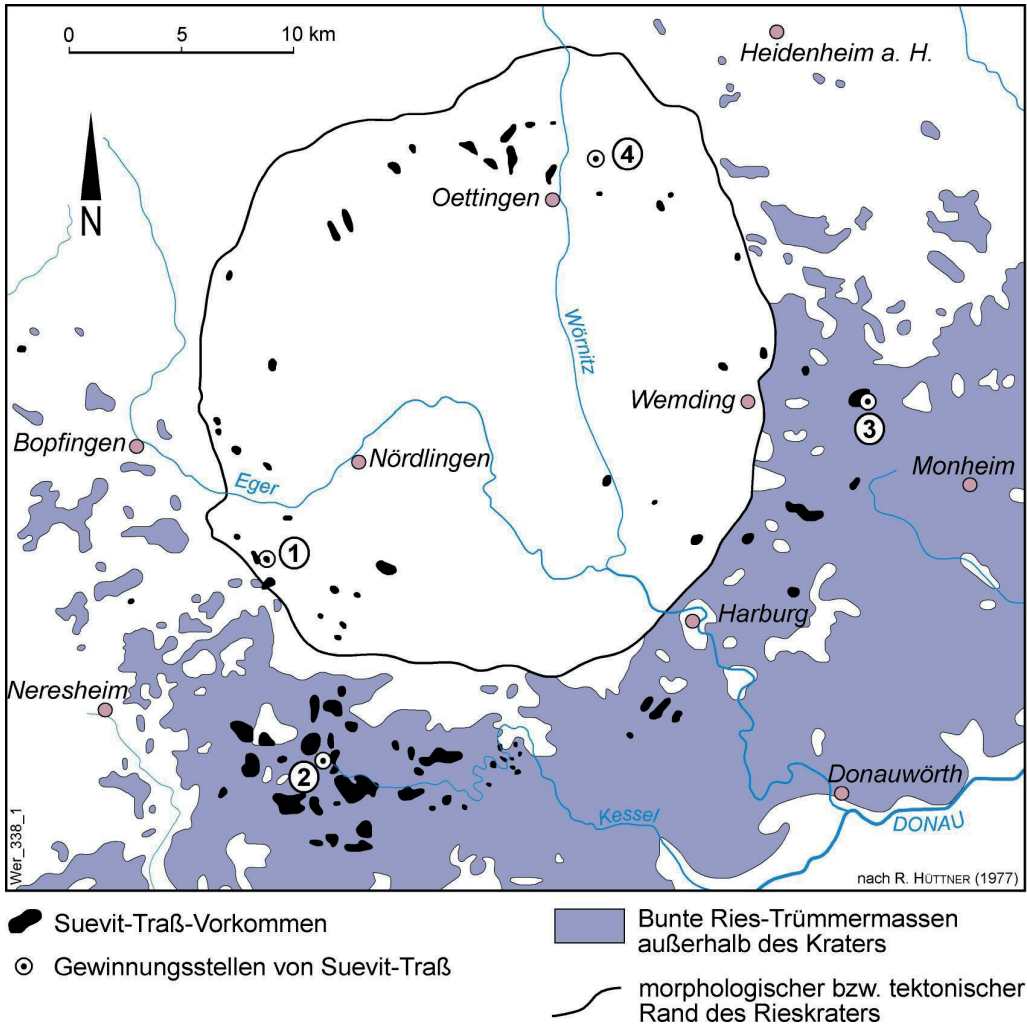


Abb. 28: Das Nördlinger Ries ist vor rund 14 Mio. Jahren durch den Einschlag eines Meteoriten entstanden. Als nutzbares Gestein kommt besonders der Suevit/Schwabenstein in Frage. Grafik nach: HÜTTNER, Impaktgesteine des Rieses (wie Anm. 58).

Buchner und Martin Schmieder,<sup>59</sup> Oliver Sachs<sup>60</sup> sowie Wolfgang Werner u. a.<sup>61</sup>. Erkennbar sind neben den schwarzen Glasfladen vor allem Kristallinbruchstücke, die aus dem die Schwäbische Alb unterlagernden Grundgebirge vom Schwarzwald-Typus stammen.

<sup>59</sup> ELMAR BUCHNER / MARTIN SCHMIEDER, Suevit – Entstehung und Auftreten in den Meteoritenkratern der Erde, in: Der Stein der Schwaben. Natur- und Kulturgeschichte des Suevits, hg. von WILFRIED ROSENDAHL und MICHAEL SCHIEBER (Kulturstein, Bd. 4), Stuttgart 2009, S. 19–23.

<sup>60</sup> OLIVER SACHS, Wie der Schwabenstein zu seinem Namen kam, in: Der Stein der Schwaben. Natur- und Kulturgeschichte des Suevits, hg. von WILFRIED ROSENDAHL und MICHAEL SCHIEBER (Kulturstein, Bd. 4), Stuttgart 2009, S. 15 ff; OLIVER SACHS, Die Erforschung und Namensgebung von „Suevit“, in: Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins 93 (2011), S. 77–88.

<sup>61</sup> WERNER u. a., Naturwerksteine (wie Anm. 13).

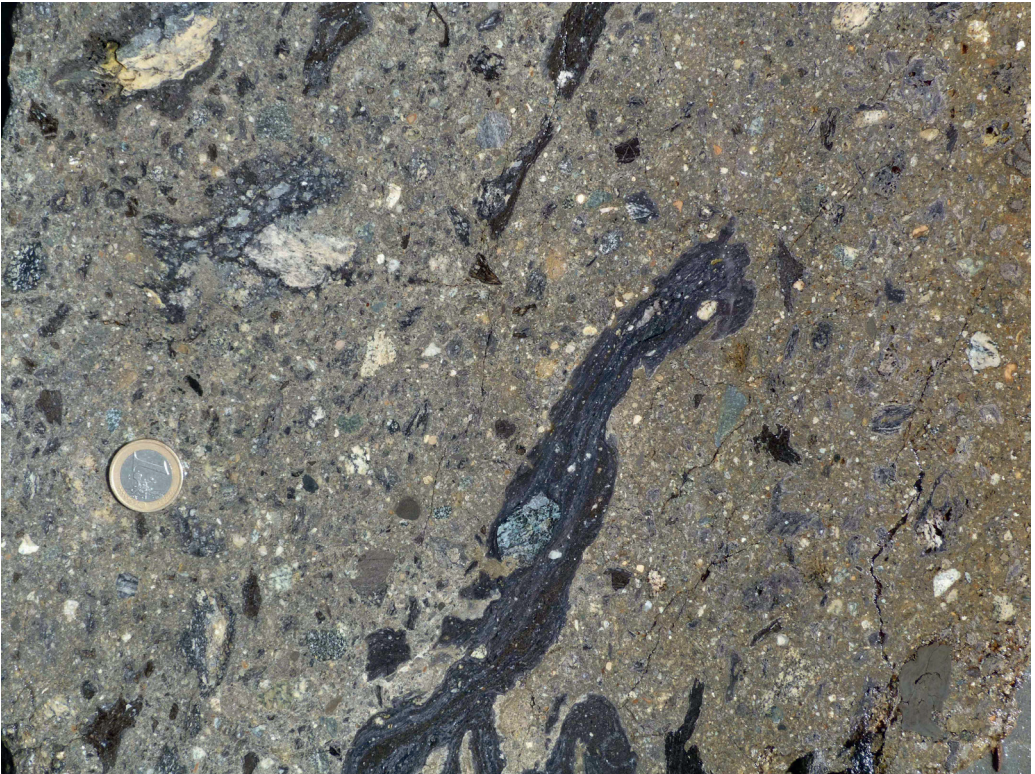


Abb. 29: Ries-Suevit mit Bruchstücken von Kristallingesteinen (weißlich, hellgrau) und großen Fladen von schwarzen Gesteinsgläsern, den „Flädle“. Diese hoch reaktiven Gesteinsgläser ermöglichen die Erzeugung von Puzzolan-Zementen. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

Verwendung: Der Suevit ist seit Anfang der 1980er Jahre Ziel industrieller Erkundungsarbeiten.<sup>62</sup> Das Interesse an diesem Gestein lag früher aber bei der Gewinnung von Werksteinmaterial.<sup>63</sup> Weil viele bedeutende Bauwerke aus ihm errichtet wurden, ist er heute auch für die Baudenkmalpflege von Bedeutung. Als Beispiel sind zu nennen die gotische St. Georgskirche in Nördlingen, die Schlösser in Dillingen, Dischingen, Harburg und Höchstädt, Schloss und Kirche in Reimlingen, die romanische Klosterkirche in Heidenheim, die St. Martinskirche in Deinigen (14. Jahrhundert), das Deutsche Museum und das Bundesbahn-Zentralamt in München.

Der Ries-Suevit eignet sich aber auch zur Herstellung von Puzzolan-Zementen, was schon 1784 von Carl v. Caspers beim Festungsbau in Ingolstadt entdeckt wurde.<sup>64</sup> Durch das in den Gesteinsgläsern enthaltene, leicht reaktive Siliziumoxid kann der gemahlene Trass mit Kalk wasserbeständige Zementverbindungen eingehen, welche einen wenig rissanfälligen und kaum wasser-durchlässigen Beton ermöglichen. Oberflächennahe Suevitablagerungen von mehr als etwa fünf

<sup>62</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>63</sup> Beschreibung bei: WERNER u. a., Naturwerksteine (wie Anm. 13).

<sup>64</sup> JOSEF LIEBL / SABINE HEUSCHKEL, Der Schwabenstein und seine industrielle Nutzung, in: Der Stein der Schwaben. Natur- und Kulturgeschichte des Suevits, hg. von WILFRIED ROSENDAHL und MICHAEL SCHIEBER (Kulturgeschichte, Bd. 4), Stuttgart 2009, S. 25 ff.

Meter nutzbarer Mächtigkeit sind von wirtschaftlichem Interesse, sofern sie viel unverwitterte Gesteinsgläser enthalten.<sup>65</sup>

Die großen Zementhersteller Schwenk und Märker bauen den Suevit als Zementzuschlagstoff ab. In Betrieb sind die Steinbrüche Aumühle bei Oettingen, Hainsfarth und Otting (Märker Zement, Harburg) sowie Seelbronn (Schwenk Zement, Ulm); gerade neu erschlossen wurde die Lagerstätte bei Aufhausen (Fa. Schwenk). Im Zuge der Bearbeitung der Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50.000 durch das LGRB wurde deshalb auch dieser ungewöhnliche Trassrohstoff untersucht.<sup>66</sup>

### 3.3.3 Erkundungsarbeiten des LGRB

Die 2012 durchgeführten Kernbohrarbeiten konzentrierten sich auf das relativ große und bislang wenig untersuchte Suevitvorkommen bei Dischingen-Seelbronn (Nr. 2 in Abb. 28). Sechs Kernbohrungen mit Tiefen zwischen 11,5 und 22 m wurden abgeteuft. Alle Bohrungen trafen Suevit an, was zeigt, wie zuverlässig die geologische Kartierung von Rudolf Hüttner trotz der schlechten Aufschlussverhältnisse im intensiv landwirtschaftlich genutzten Riesbecken ist. Die Bohrergebnisse sind aber hinsichtlich des wirtschaftlichen Potenzials nicht leicht zu interpretieren, weil glasreiche und durch Verwitterung ganz oder weitgehend entglaste Suevite schon im Abstand von wenigen Zehnermetern wechseln können, wie im Steinbruch an der Aumühle bei Oettingen zu sehen ist. Ausreichende Mächtigkeiten weisen besonders die noch ungenutzten Vorkommen bei Hofen und Eglingen nach, in welchen Mächtigkeiten von örtlich über 19 m erbohrt wurden. Die Erkundungsarbeiten auf bayerischer und baden-württembergischer Seite haben bislang erbracht, dass glasreiche Suevite noch für viele Jahrzehnte verfügbar sind, vorausgesetzt, der Abbau erweist sich als genehmigungsfähig.

## 3.4 Naturwerksteine – beeindruckende Werkstoffvielfalt für Architektur und Baudenkmalpflege

Ein Naturwerkstein ist ein natürliches Gestein, aus dem Rohblöcke in den für Steinmetz- und Bildhauerbedarf erforderlichen Dimensionen und Mengen gewonnen werden können, welche zugleich hinsichtlich Bearbeitbarkeit, Festigkeit, Beständigkeit und visueller bzw. architektonischer Attraktivität alle Voraussetzungen mitbringen, um in oder an einem Bauwerk langfristig Verwendung finden zu können.<sup>67</sup> Als Haupteinsatzbereiche von Naturwerksteinen werden unterschieden: (A) Massivbauten und Mauerwerk, (B) Grabmale und Denkmale ohne bildhauerischen Einsatz, (C) figürliche Arbeiten und Plastiken, (D) senkrecht angeordnete Platten für Fassaden und sonstige Wandverkleidungen, (E) waagrecht angeordnete Platten für Bodenbeläge, Pflaster und Treppen im Gartenbau, (F) Platten für die Innenarchitektur, (G) technische Steinkörper wie Säurebottiche und Ausgussanlagen, (H) Kunstgewerbe, (I) Restaurierung bzw. Instandsetzung historischer Gebäude (Abb. 30 A und B).

<sup>65</sup> JENS WITTENBRINK, Erläuterungen zu den Blättern KMR 50 L 7126/L 7128 Aalen/Nördlingen (Südteil) und L 7326/L 7328 Heidenheim a. d. Brenz/Höchstädt a. d. Donau, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. (in Vorb.).

<sup>66</sup> WITTENBRINK, Erläuterungen zu KMR 50 L 7126/L 7128 und L 7326/L 7328 (wie Anm. 65).

<sup>67</sup> WERNER u. a., Naturwerksteine (wie Anm. 13); [www.lgrb-bw.de](http://www.lgrb-bw.de), Rohstoffsteckbriefe.





Abb. 30: Heimische Naturwerksteine kommen derzeit vor allem bei Renovierungsarbeiten an Baudenkmalen zum Einsatz, obgleich Qualität und Lagerstättengröße auch eine verstärkte Nutzung in der modernen Architektur zulassen würden: (A) Einbau eines neuen Ecksteins aus Neckartäler Buntsandstein an der Turmpyramide des Freiburger Münsters im Jahr 2013. Foto: Münsterbauverein Freiburg. (B) In Bearbeitung befindliches Werkstück von Güglinger Schilfsandstein vor der Villa Reitzenstein, dem Sitz des baden-württembergischen Ministerpräsidenten. Im Hintergrund sind die Baugerüste zu erkennen, welche zur Durchführung der Renovierungsmaßnahmen unter Verwendung heimischer Naturwerksteine errichtet wurden. Foto: Birgit Kimmig, LGRB, 2014.

Süd- und Südwestdeutschland verfügen über eine immense Fülle an verschiedenartigen hochwertigen Werksteinen. Listet man die seit Jahrhunderten genutzten Gesteinsarten des Landes Baden-Württemberg nach den bekannten Bezeichnungen in alphabetischer Reihenfolge auf, so ergibt sich nachfolgende Aufstellung:

- Angulatensandstein (Unterjura)
- Arietenkalk (Unterjura)
- Böttinger Marmor (Jungtertiär)
- Buntsandstein sensu lato (Oberperm und Untertrias)
- Cannstatter Travertin (Pleistozän)
- Dogger-Eisensandstein bzw. Donzdorfer Sandstein (Mitteljura)
- Gauinger, Sonderbucher und Riedlinger Travertin (Jungtertiär)
- Hauptrogenstein (Mitteljura)
- Kaiserstühler Tuffstein, Phonolith und Karbonatit (Jungtertiär)
- Kalktuff / Quellkalk (Quartär)
- Kieselsandstein (Mittelkeuper)
- Leisberg-Porphyr (Perm)
- Lettenkeuper-Sandstein (Unterkeuper)
- Muschelkalk (Mitteltrias), darunter die Varietäten Crailsheimer Muschelkalk und Krensheimer Quaderkalk
- Pfaffenweiler Kalksandstein bzw. Markgräfler Kalksandstein (Alttertiär)
- Plattenkalksteine von Kolbingen, Renquishausen und Steinweiler (Oberjura)
- Posidonienschiefer von Holzmaden und Ohmden (Unterjura), darin vor allem die festen Karbonatbänke (Fleins)
- Randengrobkalk bzw. „Tengener Muschelkalk“ (Jungtertiär)
- Molassesandstein (Jungtertiär)
- Rhätsandstein bzw. Pfrondorfer Sandstein (Oberkeuper)

- Riedöschinger Travertin (Jungtertiär)
- Schilfsandstein (Mittelkeuper),
- Schwarzwälder Granite (Karbon)
- Stubensandstein (Mittelkeuper), darunter Schlaitdorfer, Dettenhauser und Pliezhauser Stubensandstein
- Weißjura-Kalkstein inkl. Brenztal-Oolith und Korallenkalk (Oberjura)

Hinter den zuvor aufgelisteten Überbegriffen verbergen sich weitere Gesteinsvarietäten, welche im Steinhandwerk oder der Baudenkmalpflege bekannter sind als die geologischen Zuordnungen. Nehmen wir als Beispiele den Buntsandstein, den aus dem mittleren Keuper stammenden Schilfsandstein und die Schwarzwälder Granite. Im *Buntsandstein* sensu lato (Oberperm, Untertrias) treten folgende Werksteinvarietäten auf: Neckartäler Hartsandstein, Roter Mainsandstein, Nordschwarzwälder Buntsandstein, Tigersandstein bei Baden-Baden (Murgtalsandstein), Loßburger, Freudenstädter und Seedorfer Sandstein (Plattensandsteine), Lahrer Sandstein, Emmendinger Buntsandstein, Freiburger Buntsandstein (Lorettoberg), Südschwarzwälder Buntsandstein (Degerfelder und Schopfheimer Sandstein). *Schilfsandstein-Varietäten*: Weiler Sandstein, Mühlbacher Sandstein, Niederhofener Sandstein, Pfaffenhofener Sandstein (Güglinger Sandstein), Maulbronner Sandstein, Freudentaler Sandstein, Heilbronner Sandstein, Stuttgarter Schilfsandstein, Schilfsandstein von Winnenden, Schilfsandstein im Gebiet Murrhardt-Gaildorf-Crailsheim sowie Wendelsheimer, Renfrizhauser und Trichtinger Sandstein. Eine ebenso große Bandbreite an Varietäten findet man bei den *Schwarzwälder Graniten*: Bühlertal-Granit (Gertelbach- oder Rotenberg-Granit), Raumünzach- bzw. Forbach-Granit, Oberkirch-Granit (Kappelrodeck- und Achertal-Granit), Seebach-Granit, Triberg- und Elztal-Granite, Malsburg-Granit, Albtal-Granit und St. Blasien-Granit. Die Aufzählung verdeutlicht, welche beeindruckende Vielfalt an Baustein-, Steinmetz- und Steinbildhauermaterial bei uns vorkommt; fast jede Gesteinsart steht für eine andere geologische Zeit und andere Entstehungsbedingungen.

Daneben gibt es noch eine Reihe von Gesteinen, die entweder wegen ihrer Seltenheit nur in geringen Mengen vom Steinmetz oder Steinbildhauer genutzt oder nur in bestimmten Gebieten zum Einsatz kamen, solange Kunststeine noch nicht in großen Mengen und günstigen Preisen verfügbar waren. Dazu gehören z. B. Alabastergipse aus Schichten des Keupers (Herrenberg-Kayh) und des Muschelkalks (Forchtenberg), massige Dolomitsteine (besonders auf der Ostalb) und tertiärzeitliche Kalksandsteine am Hohentengen am Hochrhein.

Die genannten Gesteine fanden über viele Jahrhunderte hinweg umfangreiche Verwendung. Ihre heutige Gewinnung ist daher nicht nur für die moderne Architektur und den Garten- und Landschaftsbau von Bedeutung, sondern auch für die Erhaltung der sehr zahlreichen denkmalgeschützten Bauwerke des Landes. Neben den aktuell 52 Steinbrüchen, die in 42 verschiedenen Abbaugebieten noch in Nutzung stehen, existieren noch sehr zahlreiche Werksteinlagerstätten, die bei Bedarf wieder genutzt werden könnten.<sup>68</sup>

---

<sup>68</sup> WERNER u. a., Naturwerksteine (wie Anm. 13); OTTO WÖLBERT, Naturstein – Denkmalgestein, in: Werksteinabbau und Kulturlandschaft. Chancen und Konflikte für das Natur- und Kulturerbe. Dokumentation der Tagung am 22. und 23. März 2012 in Maulbronn, hg. vom Bund Heimat und Umwelt in Deutschland (BHU), Bonn 2013, S. 43–50; WERNER, Naturwerksteinlagerstätten (wie Anm. 15).

### 3.5 Steinsalz – weißes Gold im Mittleren Muschelkalk

Steinsalz, ein klares bis milchig weißes, leicht wasserlösliches Mineral (NaCl), das seit Anbeginn aller Kulturen für die Ernährung und das Haltbarmachen von Speisen eine überragende Bedeutung hat, ist der wichtigste unter Tage gewonnene Bodenschatz Baden-Württembergs (Abb. 31). Im Jahr 1824 begann mit dem Erreichen des Steinsalzlagers im Mittleren Muschelkalk durch einen Schacht des Bergwerks Wilhelmglück bei Schwäbisch Hall die bergmännische Steinsalzgewinnung;<sup>69</sup> zuvor gab es lediglich die Siedesalzerzeugung aus Solebrunnen. Nach Wilhelmglück folgten in Südwestdeutschland die Salzbergwerke bei Jagstfeld, Stetten bei Haigerloch, Heilbronn und Kochendorf. Bis auf die Bergwerke Heilbronn und Stetten sind alle anderen zwischenzeitlich außer Betrieb genommen. Sole für die Industrie oder zu Badezwecken wird heute noch in Bad Wimpfen, Bad Dürheim, Bad Rappenau, Bad Schönborn, Rottweil, Rheinfelden und Schwäbisch Hall in geringem Umfang gefördert (Abb. 7). Im Gebiet Rheinfelden-Riburg wird seit 1837 Salz durch Solebohrungen gewonnen. Auf deutscher Seite wurde mit Stilllegung der Saline Rheinfelden im Jahr 1993 die industrielle Solegewinnung eingestellt, auf Schweizer Seite bei Riburg aber werden aus 70–100 m mächtigen Steinsalzschiechten jährlich 300.000 bis 400.000 t/a Salz gewonnen;<sup>70</sup> damit wird der Schweizer Bedarf zu rund 90 % gedeckt.

Die Ausdehnung des Muschelkalk-Steinsalzes in Baden-Württemberg ist außerhalb der Bergbaureviere nur in groben Zügen bekannt, weil nur wenige ausreichend tiefe und aussagekräftige Bohrungen das Niveau des Mittleren Muschelkalks erreicht bzw. durchteuft haben.<sup>71</sup> Die Karte im Beitrag von Theo Simon<sup>72</sup> stellt unser bisheriges Wissen in Bezug auf die Verbreitung der steinsalzführenden Schichten dar. Danach ist Steinsalz in Schichten des Mittleren Muschelkalks auf einer Fläche von fast 3.350 km<sup>2</sup> in einer Tiefe von mehreren Hundert Metern nachgewiesen, vermutet wird seine Existenz auf weiteren rund 660 km<sup>2</sup>, in einem Areal von fast 2.000 km<sup>2</sup> ist seine Verbreitung mangels ausreichender Daten fraglich.

Obwohl sich also auf einer Fläche von über 3.000 km<sup>2</sup> ein großes Potenzial andeutet, kann noch nicht vorhergesagt werden, wo eine künftige Steinsalzgewinnung stattfinden könnte. Gut bekannt sind die Mächtigkeits- und Qualitätsverhältnisse auf knapp 100 km<sup>2</sup> im Bereich und im Umfeld der Bergwerke Heilbronn-Kochendorf und Stetten bei Haigerloch. Im Hinblick auf den Fortschritt des Steinsalzbergbaus am mittleren Neckar ist anzunehmen, dass sich in einigen Jahrzehnten die Frage neuer Reviere stellt. Angesichts der methodischen Schwierigkeiten bei

<sup>69</sup> THEO SIMON, Salz und Salzgewinnung im nördlichen Württemberg. Geologie, Technik, Geschichte (Forschungen aus Württembergisch-Franken, Bd. 42), Sigmaringen 1995; DERS., Historische Salzgewinnung in Baden-Württemberg, in: Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands, hg. von WOLFGANG HANSCH und THEO SIMON (Museo, Bd. 20), Heilbronn 2003, S. 28–45; GERD BOHNENBERGER, Steinsalzbergbau und -aufbereitung in Heilbronn, in: ebd., S. 188–205; THEO SIMON, Geschichte der Salzgewinnung in Baden-Württemberg, in: Alemannisches Jahrbuch 2013/2014, Jg. 61/62 (2015), S. 103–126; HELMUT BOCK / HANS-ULRICH KOBLER, Erläuterungen zu Blatt L 6924 Schwäbisch Hall, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2003.

<sup>70</sup> <http://www.salz.ch>; Zusammensetzung des Steinsalzes: REINHARD FISCHBECK / WOLFGANG WERNER / OTTO BORNEMANN, Die Zusammensetzung der Salzgesteine des Muschelkalks in Südwestdeutschland, in: Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands, hg. von WOLFGANG HANSCH und THEO SIMON (Museo, Bd. 20), Heilbronn 2003, S. 76–93.

<sup>71</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17); WERNER, Schätze unter dem Boden (wie Anm. 34).

<sup>72</sup> SIMON, Geschichte der Salzgewinnung (wie Anm. 69), S. 125, Abb. 14.



Abb. 31: Grobkristallines Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Baden-Württembergs. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

der Prospektion auf schichtige Steinsalzvorkommen<sup>73</sup> ist es empfehlenswert, die erforderlichen Erkundungsarbeiten langfristig und sorgfältig zu planen.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Muschelkalk-Steinsalzes resultiert vor allem aus der geringen Tiefenlage der Steinsalzlager und seiner günstigen Zusammensetzung. Das in Heilbronn und Stetten bei Haigerloch abgebaute grobkristalline Steinsalz (Abb. 31) besteht zu 96–98 % aus NaCl, weniger als 1–4 % Anhydrit und einem kleinen Anteil an nicht wasserlöslichen Karbonaten und Silikaten; störende Kalium- und Magnesium-Salze fehlen. Das auf über 99 % NaCl gereinigte Steinsalz findet sich in einer fast unüberschaubaren Zahl wertvoller Produkte des täglichen Lebens (Abb. 6);<sup>74</sup> unterschieden wird in Auftausalz, Industriesalz, Gewerbesalz, Speisesalz sowie Pharma- und Medizinsalz.

<sup>73</sup> Vgl. WERNER, Schätze unter dem Boden (wie Anm. 34), S. 60.

<sup>74</sup> Ausführliche Darstellung bei: WOLFGANG WERNER / GERD BOHNENBERGER / ALFRED HÖLLERBAUER, Verwendung und wirtschaftliche Bedeutung des Steinsalzes aus dem Muschelkalk Südwestdeutschlands, in: Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands, hg. von WOLFGANG HANSCH und THEO SIMON (Museo, Bd. 20), Heilbronn 2003, S. 206–220, sowie auf: <http://www.salzwerke.de>.

### 3.6 Fluss- und Schwerspatgänge im Schwarzwald – Potenzial für die Zukunft

Als eine Besonderheit der baden-württembergischen Rohstoffvorkommen sind die Mineralgänge im Grundgebirge hervorzuheben; allein im Schwarzwald sind viele Tausend Mineralgänge bekannt, doch in der Regel nur in Oberflächennähe untersucht. Einige Hundert davon dürften auch unter den Anforderungen der heutigen Industrie interessante Prospektionsziele darstellen. Wie viele von diesen Lagerstättenkörper in der Größenordnung der Gänge der Gruben Käfersteige, Clara und Schauinsland enthalten, muss die Exploration erbringen. Nicht nur die mittelalterlichen Arbeiten, sondern auch die vielen im 19. und frühen 20. Jahrhundert betriebenen Bergwerke haben den Grundwasserspiegel selten durchstoßen, weil das Ableiten der reichlich zusetzenden Wässer technisch und/oder finanziell kaum zu bewältigen war, so dass auch in bereits oberflächennah oder bis 100 m Tiefe erschürften Gängen ein interessantes Potenzial denkbar ist. Helge Steen<sup>75</sup> kartierte alleine im Südschwarzwald den Oberflächenausbiss von rund 540 Gängen, etwa 10 % davon hält er aufgrund der umfangreichen Bergbauspuren für bedeutende Strukturen. Dies gilt allerdings überwiegend für die Erzgehalte und die Anforderungen vergangener Jahrhunderte.

Die wichtigsten Schwarzwälder Lagerstättenreviere mit Erz- und Mineralgängen liegen im Raum Pforzheim-Neuenbürg, bei Freudenstadt und Dornstetten, im Kinzigtal und seinem weiten Umfeld, im Suggental und Glottertal, im Münstertal, im Raum Wieden-Todtnau und im Hotzenwald bei St. Blasien. Von den auf diesen Hydrothermalgängen auftretenden Bodenschätzen sind heute vor allem die Industriemineraler Fluss- und Schwerspat wichtig.<sup>76</sup>

Die genannten Gangminerale entstanden als Ausscheidung aus aufsteigenden heißen wässrigen Lösungen auf geöffneten Abschnitten von tektonischen Störungen, den sogenannten Gangspalten. Die Spate und die mit ihnen vergesellschafteten Erzminerale mit Zink, Blei, Kupfer, Antimon, Silber, Kobalt u. v. m. stellen Absätze aus heißen wässrigen Lösungen dar, welche in mehreren erdgeschichtlichen Phasen auf 10–15 km tief reichenden Störungen das kristalline Grundgebirge und den überlagernden Buntsandstein durchströmten; im Mischungsbereich mit sauerstoffreichen, kühleren Oberflächenwässern kam es zur Abscheidung der Erze und Gangartminerale.<sup>77</sup> Allgemein verständliche Zusammenfassungen und Diskussionen der bisherigen Theorien zur Entstehung der Ganglagerstätten sind in den Publikationen von Wolfgang Werner sowie Helge Steen zu finden.<sup>78</sup>

<sup>75</sup> HELGE STEEN, Bergbau auf Lagerstätten des Südlichen Schwarzwalds. Ein Beitrag zur Bergbaugeschichte und Lagerstättenkunde zwischen Dreisamtal und Hochrhein, Norderstedt 2013; DERS., Die Erz- und Mineralgänge des Südschwarzwaldes. Entstehung, Bergbau und Zukunftspotenzial, in: Alemannisches Jahrbuch 2013/2014, Jg. 61/62 (2015), S. 127–161.

<sup>76</sup> Rohstoffbericht 2006 (wie Anm. 17); Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17); Kurzfassung auf: [www.lgrbw.de/download\\_pool/rohstoffsteckbrief\\_SPAT.pdf](http://www.lgrbw.de/download_pool/rohstoffsteckbrief_SPAT.pdf).

<sup>77</sup> VOLKER LÜDERS, Geochemische Untersuchungen an Gangartmineralen aus dem Bergbaurevier Freiamt-Sexau und dem Badenweiler Quarzriff (Schwarzwald), in: Die Erz- und Mineralgänge im alten Bergbaurevier „Freiamt-Sexau“ (Mittlerer Schwarzwald) – Lagerstättengeologie, Tektonik, Mineralogie, Geochemie, Geochronologie, Bergbaugeschichte, hg. von DIETHARD H. STORCH und WOLFGANG WERNER (Abhandlungen des geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Bd. 14), Freiburg i. Br. 1994, S. 173–190; WOLFGANG WERNER, Ergebnisse geologischer und historischer Forschung im alten Bergbaurevier Freiamt-Sexau (Mittlerer Schwarzwald) – ein Überblick, in: ebd., S. 9–26; WOLFGANG WERNER / HANS JOACHIM FRANZKE, Postvariszische bis neogene Bruchtektonik und Mineralisation im südlichen Zentralschwarzwald, in: Zeitschrift der deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 152 (2001), S. 405–437.

<sup>78</sup> WOLFGANG WERNER / HANS JOACHIM FRANZKE / VOLKER LÜDERS, Zur Genese der Zink-Blei-Lagerstätte Schauinsland bei Freiburg i. Br., in: Erzmetall 5 (2000), S. 273–285; WOLFGANG WERNER u. a., Die Erzlagerstätte

In den Veröffentlichungen von Albrecht Germann u. a.,<sup>79</sup> Günther Friedrich und Johannes Jochum<sup>80</sup> sowie Gregor Schwinn u. a.<sup>81</sup> wird das kristalline Grundgebirge mit seinen zahlreichen Feldspäten und Glimmern als Metallquelle angesehen; zur Fällung von Baryt kam es auf den durchströmten Störungen durch „Zumischung salinärer, sulfathaltiger und Kohlenwasserstoffführender Formationswässer. Die Sulfidfällung erfolgte vermutlich durch thermochemische Sulfatreduktion unter Beteiligung der in den Formationswässern mitgeführten Kohlenwasserstoffe“.<sup>82</sup> Viele Gangaufschlüsse in Bergwerken des Schwarzwalds belegen, dass die aufsteigenden 100–300° C heißen Lösungen aufgrund des hohen Gas- bzw. Fluiddrucks in der Lage waren, die tektonischen Störungen aufzusprengen und effektiv zu erweitern („hydraulic fracturing“, Abb. 32). Die größten bekannten Mineralgänge reichen mindestens 900–1.000 m tief, sie sind überwiegend einige Meter mächtig, aber auch Gangmächtigkeiten von 20–30 m treten auf (Käfersteige bei Pforzheim, Suggental).

Der Schwarzwald stellt eines der größten Ressourcengebiete Mitteleuropas für diese Industriemineralien dar, wie die Untersuchungen im Schwarzwald und vergleichende Studien in den anderen variszischen Mittelgebirgen zeigen.<sup>83</sup> Lediglich die bis 1992 in Abbau befindliche mitteldevonische Metallergzlagerstätte von Lennestadt-Meggen im Rheinischen Schiefergebirge enthielt, konzentriert auf einen schichtigen Erzkörper, neben 60 Mio. t Pyrit (mit 10 % Zink und Blei) rund 10 Mio. t hochreinen Baryt; eine solche Barytmasse konnte bislang in keinem europäischen Mineralgang nachgewiesen werden. In der heute bereits 850 m tiefen Grube Clara bei Oberwolfach wurden nach Angaben der Sachtleben Bergbau GmbH & Co. KG seit Beginn der regelmäßigen

---

Schauinsland bei Freiburg im Breisgau. Bergbau, Geologie, Hydrogeologie, Mineralogie, Geochemie, Tektonik und Lagerstättenentstehung, in: Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 92 (2002), S. 1–113; WOLFGANG WERNER, Geologie, Lagerstätten und Bergbau im Glottertal und seiner Umgebung, in: Bergbau im Glottertal. Beiträge zur 900-Jahr-Feier der Gemeinde Glottertal, hg. vom Arbeitskreis Glottertäler Ortsgeschichte, Freiburg i. Br. 2012, S. 103–202; STEEN, Bergbau (wie Anm. 75); DERS., Erz- und Mineralgänge (wie Anm. 75).

<sup>79</sup> ALBRECHT GERMANN u. a., Zur Mineralogie und Geochemie der Erzgänge im Bergbaurevier Freiamt-Sexau im Mittleren Schwarzwald, in: Die Erz- und Mineralgänge im alten Bergbaurevier „Freiamt-Sexau“ (Mittlerer Schwarzwald) – Lagerstättengeologie, Tektonik, Mineralogie, Geochemie, Geochronologie, Bergbaugeschichte, hg. von DIETHARD H. STORCH und WOLFGANG WERNER (Abhandlungen des geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Bd. 14), Freiburg i. Br. 1994, S. 119–154.

<sup>80</sup> GÜNTHER FRIEDRICH / JOHANNES JOCHUM, Lagerstättenbildung durch intraformationale Prozesse. Sechs Jahre Forschung im Rahmen eines DFG-Schwerpunktprogramms, in: Ergebnisse der Lagerstättenforschung. Festkolloquium der TU Bergakademie Freiberg zum 65. Geburtstag von Prof. Ludwig Baumann (Freiberger Forschungshefte, Reihe C, H. 460), Freiberg 1995, S. 40–82.

<sup>81</sup> GREGOR SCHWINN u. a., Quantification of mixing processes in ore-forming hydrothermal systems by combination of stable isotope and fluid inclusion analyses, in: Geochimica et Cosmochimica Acta 70,4 (2006), S. 965–982.

<sup>82</sup> FRIEDRICH / JOCHUM, Lagerstättenbildung (wie Anm. 80), S. 60.

<sup>83</sup> RUDOLF METZ / MAX RICHTER / HORST SCHÜRENBERG, Die Blei-Zink-Erzgänge des Schwarzwaldes (Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, Bd. 29), Hannover 1957; HANSJUST W. WALTHER, Federal Republic of Germany, in: Mineral Deposits of Europe, Bd. 3: Central Europe, hg. von F. W. DUNNING und ANTHONY M. EVANS, London 1986, S. 175–301; WOLFGANG WERNER / HANSJUST W. WALTHER, Metallogenese, in: PrePermian Geology of Central and Eastern Europe, hg. von ROBERT D. DALLMEYER, WOLFGANG FRANKE und KLAUS WEBER, Berlin/Heidelberg 1995, S. 87–95; WOLFGANG WERNER, Zur Bedeutung strukturgeologischer Untersuchungen in der Lagerstättenforschung und der angewandten Rohstoffgeologie, in: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 24 (1996), S. 761–775; DERS., Schätze unter dem Boden (wie Anm. 34); Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).



Abb. 32: Gangbreckzie aus verkieseltem Gneis (hellgrau) und erzeichem Gangquarz. Diese groben Gesteinsbreckzien entstanden durch den Gasdruck der aufsteigenden heißen Wässer. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

Produktionsaufzeichnungen im Jahr 1903 und bis zum Ende des Jahres 2011 rund 7 Mio. t Fluss- und Schwespat abgebaut,<sup>84</sup> die nachgewiesenen Vorräte reichen heute für mindestens zehn Jahre.

Eine lagerstättengeologisch und in der Konsequenz rohstoffwirtschaftlich interessante Frage ist, ob die Lagerstätten Käfersteige, Clara und Schauinsland Ausnahmen im Schwarzwald sind oder ob es noch weitere Ganglagerstätten dieser Größe und Qualität gibt. Aus strukturgeologischer Sicht ist eine Situation wie bei den Clara-Gängen oder wie im Bereich der Grube Käfersteige – der bislang größten erkannten Flussspatlagerstätte Europas – auch an anderen Stellen im Schwarzwald anzutreffen. Als lagerstättengeologische Hauptgründe für eine günstige Situation für die Entstehung wirtschaftlich bedeutsamer Gänge im Schwarzwaldkristallin sind folgende Faktoren zu nennen: (1) Gute Bruchfähigkeit der harten metamorphen Nebengesteine, (2) Existenz verkieselter, tiefreichender Störungen (Schwächezonen der oberen Kruste mit besonders spröde brechenden Störungsgesteinen mit Neigung zu Spaltenbildung) und (3) lateraltektonische Bewegungen auf den Störungen. Dieser Öffnungsmechanismus ermöglicht im Grundgebirge, dass Störungen bis in die mittlere Kruste hinein aufreißen, wodurch ausgedehnte, schwach metallhaltige Fluidreservoirs aktiviert werden können. Durch eingehende Untersuchung der Nebengesteine der Freudenstädter Gänge konnte noch ein weiterer wichtiger Mechanismus festgestellt werden, nämlich (4) die in Bezug auf die Spatgänge prämineralische Abdichtung des Nebenge-

<sup>84</sup> Mündliche Mitteilung von Michael Nelles, Fa. Sachtleben Bergbau, Januar 2012.

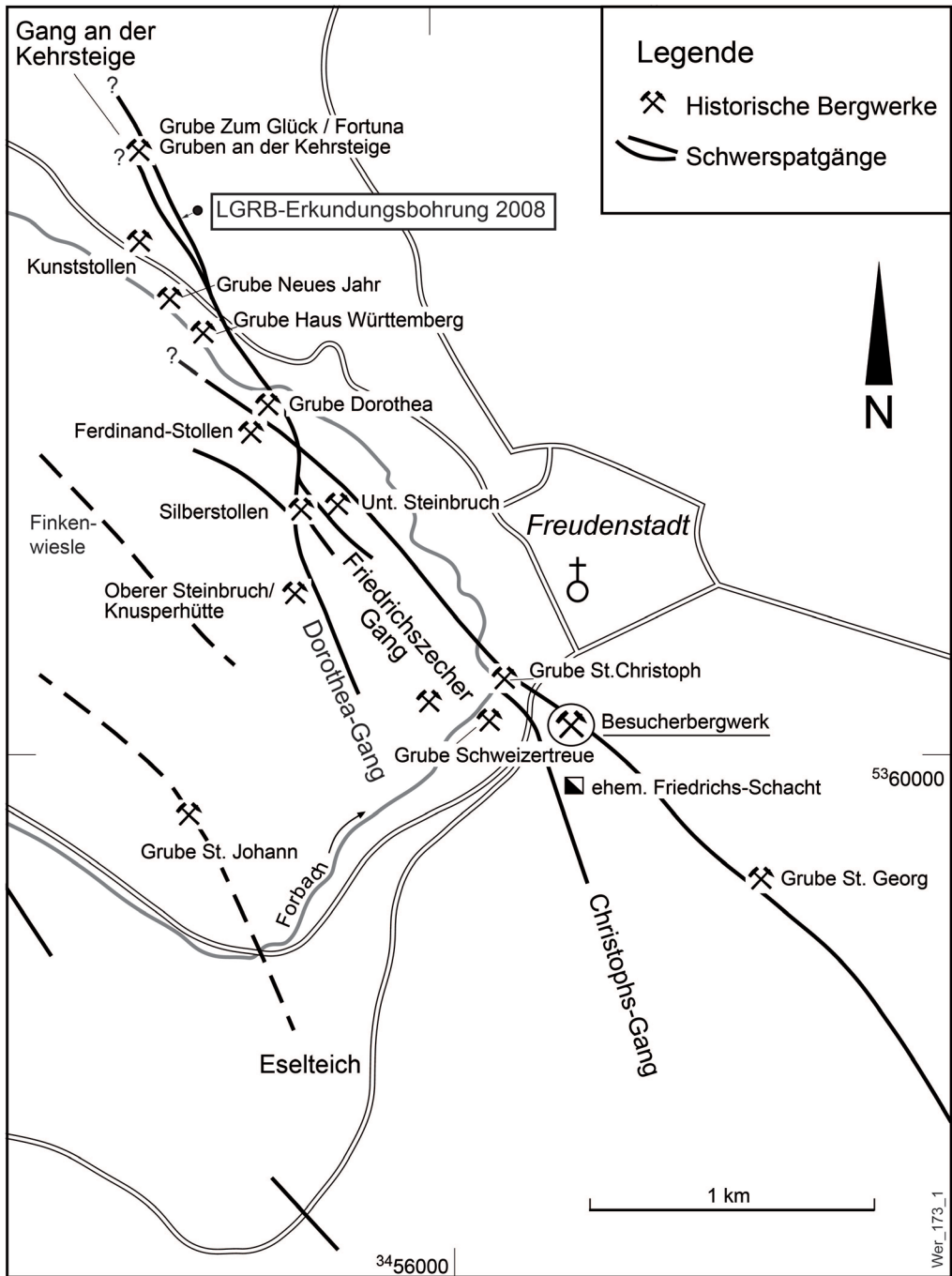


Abb. 33: Übersichtskarte für das Gebiet südwestlich von Freudenberg mit den wichtigsten Schwerspat-mineralisierten Störungen und den zahlreichen zur Gewinnung von Eisen- und Silbererz angelegten historischen Bergwerken. Die alte Grube Dorothea wurde 1989 als Versuchsgrube wieder zeitweise in Betrieb genommen. Grafik: LGRB.



steins der Gangspalten durch Alterationsminerale (s. u.).

Möglicherweise wirtschaftlich interessante Vorkommen sind aufgrund dieser Überlegungen bei Haslach im Kinzigtal, bei Wildschapbach, Ödsbach oder Reinerzau zu finden, weitere zwischen Neuenbürg und Waldrennach, bei Freudenstadt und Dornstetten, im Glottertal und Suggental, im Münstertal, im Revier Wieden-Todtnau und im Hotzenwald. Helge Steen<sup>85</sup> nimmt an, dass besonders der quarzarme Fluss- und Schwerspatgang bei Brenden wegen seiner Mächtigkeit und im Aufschluss erkennbaren hohen Wertmineralanteile sowie seiner ungewöhnlichen Länge (mindestens fünf Kilometer) die größte Höflichkeit besitzt. Von einigen Gängen wird berichtet, dass der zunehmende Quarzanteil des Mineralgangs zu einer Einstellung des Abbaus beitrug (Revier Wieden-Todtnau, Grube Teufelsgrund). Wo immer trotzdem durch Bohrungen oder Auffahrungen weitererkundet wurde, zeigten sich allerdings wieder bessere Gangqualitäten (Raum Wieden, Gottesehre). Außerhalb der bereits 850 m tiefen Grube Clara findet derzeit aber keine Erkundung auf Erz- und Mineralgänge des Schwarzwalds statt.

Als Testfall für eine Erkundungsmethode und als Prüfung der Höflichkeit einer an der Oberfläche bekannten Gangstruktur hat das LGRB im Zuge der rohstoffgeologischen

Kartierung zur KMR 50 Blatt Freudenstadt eine Forschungs- und Erkundungsbohrung in Kooperation mit der Industrie niedergebracht (Abb. 33 bis 35). Das Gangrevier Freudenstadt erstreckt sich über eine Fläche von 9,5 x 22 km, 29 Gangstrukturen mit Schwer- und Flussspat können in diesem Bereich bereits an der Oberfläche, vor allem wegen der zahlreichen Bergbauversuche, nachgewiesen werden.<sup>86</sup> Seit einer Forschungsbohrung des damaligen Geologischen Landesamts im Jahr 1969 weiß man, dass die im Buntsandstein aufsetzenden Gänge mindestens 300 m tief bis in den Triberger Granit hinabreichen. Im Untersuchungsbergwerk Dorothea der Fa. Sachtleben Bergbau wurde der Mineralgang 1,5–5 m mächtig angetroffen,<sup>87</sup> weshalb davon auszugehen war,



Abb. 34: Beispiel für einen Gangaufschluss in den historischen Bergwerken bei Freudenstadt: Steilstehender Schwerspatgang mit randlichem Brauneisenerz im Besucherbergwerk Freudenstadt (Lage s. Abb. 33). Wie die Erkundung durch die 2008 abgeteufte 292 m tiefe LGRB-Bohrung zeigte, nimmt zur Tiefe hin der Flussspatgehalt der Gänge stark zu. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>85</sup> STEEN, ERZ- und Mineralgänge (wie Anm. 75).

<sup>86</sup> DAGMAR KESTEN / WOLFGANG WERNER, Erläuterungen zu Blatt L 7516 Freudenstadt und L 7518 Rottenburg a. N., hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Karte der mineralischen Rohstoffe Baden-Württembergs 1 : 50 000), Freiburg i. Br. 2006.

<sup>87</sup> KESTEN / WERNER, Erläuterungen zu Blatt L 7516 und L 7518 (wie Anm. 86).



Zur Weiterentwicklung der Erkundungsmethoden wurden die Bohrkerne am LGRB und der Universität Tübingen einem umfangreichen Untersuchungsprogramm unterzogen.<sup>88</sup> Es zeigte sich, dass Lösungen, die das Gebirge vor der Abscheidung der Spate durchströmten, das Nebengestein der Gangstörungen durch Quarz und Illit abgedichtet hatten. Später angelieferte gelöste Stoffe konnten das Nebengestein daher nicht infiltrieren. Derartige Prozesse begünstigen die Bildung wirtschaftlich interessanter Anreicherungen: Die hydrothermale Mineralisation wird nicht über den Porenraum in das Nebengestein verteilt, sondern auf die Thermalspalte konzentriert.

Das LGRB hat damit eine interessante Gangstruktur erkannt, die nun von industrieller Seite weiter untersucht werden sollte. Der Nachweis flussspatreicher Gänge und die günstigen Entstehungsbedingungen machen dieses Gebiet somit zu einem Zielgebiet für die künftige Prospektion auf Fluss- und Schwespat.

### 3.7 Silberführende Erzgänge – Grund für 2.000 Jahre Bergbau

In den vielen Beschreibungen des historischen Bergbaus im Schwarzwald<sup>89</sup> ist meist von „Silberbergbau“ die Rede. Silberbergbau im eigentlichen Sinne gab es aber nur an wenigen Stellen, überwiegend war es im Schwarzwald ein Eisen-, Blei- oder Zinkerzbergbau, doch mit viel Mühe und bemerkenswertem technischen Wissen separierte man die geringen Silbergehalte, die überwiegend im Bleiglanz, in der Zinkblende oder im Fahlerz verborgen liegen (Abb. 8, 32 und 36). Ausnahmen sind der Silberberg bei Wittichen mit seinen gediegenen, d. h. rein metallischen Silberanreicherungen im oberflächennah aufgelockerten Granit und in jungen Schwespatgängen (Abb. 37) sowie die Grube Wenzel bei Oberwolfach mit den Silber- und Antimonerzen Allargentum und Dyskrasit, welche in derben Massen in einem Calcitgang auftraten. Die Grube Clara fördert neben Fluss- und Schwespat auch Silberfahlerz, also ein silberreiches Kupfererz.



Abb. 36: Flussspat, Zinkblende und Bleiglanz, Grube Segen Gottes bei Haslach i. K.-Schnelling. Bildbreite entspricht 40 cm. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

Eine Kompilation der verfügbaren Erzanalysen erbringt, dass die Schwarzwälder Gangerze, d. h. die verschiedenen im Quarz

<sup>88</sup> CHRISTOPHER DEMEL, Geochemische und petrographische Untersuchungen an der Forschungsbohrung Ro7516/B1 bei Freudenstadt, Nordschwarzwald, zur Quantifizierung der Gesteinsalteration durch hydrothermale Prozesse, Dipl.-Arbeit Univ. (unveröff.), Tübingen 2012; WERNER, Schätze unter dem Boden (wie Anm. 34).

<sup>89</sup> Z. B. RUDOLF METZ, Geologische Landeskunde des Hotzenwalds, Lahr 1980; MICHAEL BLIEDTNER / MANFRED MARTIN, Erz und Minerallagerstätten des Mittleren Schwarzwaldes – eine bergbaugeschichtliche und lagerstättenkundliche Darstellung, hg. vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 1986; WOLFGANG WERNER / VOLKER DENNERT, Lagerstätten und Bergbau im Schwarzwald. Ein Führer unter besonderer Berücksichtigung der für die Öffentlichkeit zugänglichen Bergwerke, Freiburg i. Br. 2004; GREGOR MARKL, Bergbau und Mineralienhandel im fürstenbergischen Kinzigtal. Wirtschafts- und Sammlungsgeschichte unter besonderer Berücksichtigung der Zeit zwischen 1700 und 1858 (Schriftenreihe des Mineralienmuseums Oberwolfach, Bd. 2), Filderstadt 2005; WERNER, Glottertal (wie Anm. 78).

sowie im Fluss- und Schwerspat auftretenden Erze, durchschnittliche Silbergehalte von 0,1–0,2 % enthalten. Die Gänge selbst führen im Mittel nur 1–3 % Metallerze. Trotzdem kann die Gewinnung der Metallerze wirtschaftlich interessant sein, wie das Beispiel der Fluss- und Schwerspatgrube Clara im mittleren Schwarzwald zeigt, wo in der Aufbereitungsanlage in Wolfach seit 1997 über eine spezielle Flotationsstufe Silberfahlerz angereichert wird.<sup>90</sup>

Wie die zink- und bleierzreichen Gänge am Schauinsland zeigen, gibt es hinsichtlich des Erzanteils der Mineralgänge aber auch Ausnahmen (Abb. 8): Die bis 900 m unter Gipfelniveau nachgewiesenen Erzgänge enthalten über alle aufgeschlossenen Gänge gemittelt ca. 10 % Metallerze.

Während des modernen Bergbaus konzentrierte man sich auf die Partien mit 25–30 % Erz (mit durchschnittlich 7 % Zink und Blei), die ärmeren Gangpartien ließ man stehen. Dieses Erz führt zu Teil interessante, früher nicht beachtete Gehalte an anderen Metallen wie Indium, Germanium und Gallium.<sup>91</sup> Im Rahmen der aktuellen Suche nach Lagerstätten von sogenannten kritischen Metallen (s. Abb. 59) könnten diese im Besucherbergwerk gut zugänglichen Gänge wieder von Interesse werden – und sei es auch nur, um mehr über den Anreicherungsmechanismus dieser Metalle zu erforschen.



Abb. 37: Bäumchen aus metallischem Silber auf Schwerspat, Wittichen. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

Das alte *Bergbaurevier bei Wittichen*, einige Kilometer nördlich von Schiltach im Nord-schwarzwald gelegen, gehört aufgrund seines (einstigen) Silber- und Kobaltreichtums zu den aus geologischer und montanhistorischer Sicht besonders ungewöhnlichen Orten im Land. Es treten dort Erze von Kobalt, Nickel, Silber und Wismut miteinander auf, Uran ist in Form von Pechblende lokal angereichert (Abb. 38). Anders als auf den anderen Vererzungen im Schwarzwald handelt es sich dabei vor allem um eine unregelmäßige, nesterartige Imprägnation des Granits und des auflagernden Arkosesandsteins. Durchschlagende, tertiärzeitliche Schwerspatgängenchen haben die Metallanreicherungen aufgenommen, wobei die besonders begehrten schönen Erzstufen entstanden (Abb. 37).

Der Silberbergbau dürfte auf dieser Lagerstätte schon um das Jahr 1000 begonnen haben, spätestens aber im ausgehenden 13. Jahrhundert war er in vollem Gange.<sup>92</sup> Die im 18. Jahrhundert gemachten großen Silber- und Kobalterzfunde lösten im ganzen Schwarzwald, vor allem aber im Kinzigtal, erneut heftige Suchaktivitäten aus, in deren Verlauf zahlreiche alte Bergwerke

<sup>90</sup> MICHAEL NELLES, Untertägige Schwer- und Flussspatgewinnung im Schwarzwald, Grube Wolfach, in: Tagungsband Kolloquium Rohstoffgewinnung in Baden-Württemberg, 20. Juli 2006, Ostfildern, hg. von GERD BOHNENBERGER, HEINZ SPRENGER und CHRISTIAN BUHROW, Freiberg/Sachsen 2006, S. 81–191.

<sup>91</sup> WERNER u. a., Erzlagerstätte Schauinsland (wie Anm. 78).

<sup>92</sup> HANS HARTER, Adel und Burgen im oberen Kinziggebiet. Studien zur Besiedlung und hochmittelalterlichen Herrschaftsbildung im mittelalterlichen Schwarzwald (Forschungen zur oberrheinischen Landesgeschichte, Bd. 37), Freiburg i. Br./München 1992; WOLFGANG WERNER, Erzprospektion im Revier Wittichen in der Zeit zwischen 1935 und 1979 – Ergebnisse und lagerstätteengeologische Schlussfolgerungen, in: Der Erzgräber 2 (2006), S. 3–66.

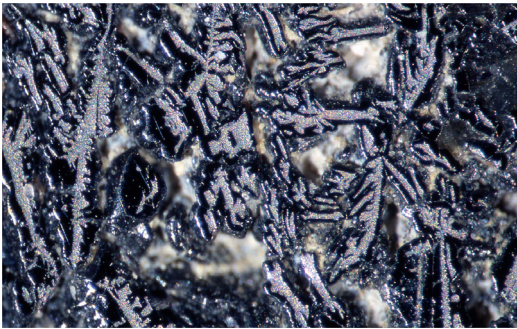


Abb. 38: Skelettartige Kristalle von metallischem Wismut, umkrustet von schwarzer Pechblende; So-phiangang in Wittichen. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

wieder geöffnet und eine Zeit lang betrieben wurden.<sup>93</sup> Neben der Häufigkeit des metallischen Silbers kam den Bergleuten die Art seines Auftretens zugute: Rein metallisches Silber tritt bei Wittichen vor allem in mürben Imprägnationszonen im Granit auf, weshalb man es mittels Pochen (Zerkleinern), Waschen und Schwereretrennung auf Stoßherden relativ leicht vom tauben Gestein abtrennen konnte; eine aufwändige Verhüttung mit Separierung der Metalle aus komplexen Sulfiderzen war dort nicht erforderlich. Die altbekannte Silber-Kobalt-Lagerstätte wurde schließlich nochmals im Rahmen der im

ganzen Schwarzwald durchgeführten Uranprospektion in den Jahren 1951–1952 und 1970–1982 intensiv untersucht, weil auf den alten Halden überraschend große Mengen an Pechblende und Uransekundärmineralen festgestellt wurden.

Die lagerstättengeologischen und geochemischen Untersuchungen der letzten Jahre führten hinsichtlich der Entstehung dieser besonderen Vererzung zu folgenden Ergebnissen.<sup>94</sup> Das heutige Bild der Vererzung geht auf episodische, insgesamt rund 250 Mio. Jahre andauernde Prozesse zurück. An der Grenze Perm/Trias kam es bei Temperaturen um 300° C zu ersten schwachen Anreicherungen von Uran und Wismut mit Quarz und Flussspat. Die hydrothermale Hauptvererzung entstand an der Wende Jura/Kreide bei 100–150° C, wobei in mehreren Phasen (1) Uran und Wismut (Abb. 38), (2) Wismut und Silber, (3) Nickel, Arsen und Wismut sowie (4) Kobalt und Wismut abgeschieden wurden. Die jungtertiäre Reaktivierung der alten Störungen führte durch die Zufuhr von Sulfatschwefel aus den Formationswässern des sedimentären Deckgebirges zur Bildung von Sulfiderzen der genannten Metalle. So ungewöhnlich der Metallinhalt und das räumliche Auftreten der Co-Ni-Ag-Bi-U-Vererzung ist, die Zeitstellung der einzelnen Phasen und selbst die festgestellten Bildungstemperaturen fügen sich nahtlos in das Muster der anderen Metallanreicherungen im Schwarzwald.<sup>95</sup>

Die in den Veröffentlichungen von Michael Bliedtner und Manfred Martin<sup>96</sup> sowie Wolfgang Werner<sup>97</sup> beschriebenen umfangreichen Erkundungsarbeiten mit Aufwältigung der alten Gruben, Untersuchungsbergbau, dem Abteufen von mindestens 16 langen Kern- und Vollbohrungen und umfangreichen geochemischen Untersuchungen hatten aus rohstoffwirtschaftlicher Sicht insgesamt enttäuschende Ergebnisse; unterhalb der alten Gruben bei Wittichen konnten keine weiteren

<sup>93</sup> BLIEDTNER / MARTIN, Erz- und Minerallagerstätten (wie Anm. 89); WOLFGANG WERNER, Der historische Bergbau im Kinzigtal (Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung der Grube „Segen Gottes“ bei Haslach-Schnelllingen, in: Zeitschrift zur Geschichte des Berg- und Hüttenwesens 1 (2004), S. 7–24; MARKL, Bergbau und Mineralienhandel ( wie Anm. 89).

<sup>94</sup> WERNER, Erzprospektion (wie Anm. 92); SEBASTIAN STAUDE u. a., Multi-stage Ag-Bi-Co-Ni-U and Cu-Bi vein mineralization at Wittichen, Schwarzwald, SW Germany: geological setting, ore mineralogy, and fluid evolution, in: Mineralium Deposita 47 (2012), S. 251–276.

<sup>95</sup> WERNER / FRANZKE, Bruchtektonik (wie Anm. 77); WERNER / DENNERT, Lagerstätten und Bergbau (wie Anm. 89).

<sup>96</sup> BLIEDTNER / MARTIN, Erz- und Minerallagerstätten (wie Anm. 89).

<sup>97</sup> WERNER, Erzprospektion (wie Anm. 92).

Vererzungen lokalisiert werden.<sup>98</sup> Kompilation und Bewertung aller am LGRB verfügbaren Daten und Beschreibungen zeigen, dass die Vererzung nicht – wie von den früheren Prospektoren postuliert – gangförmig ist, sondern an den Grenzbereich zwischen Granit und kaolinreichen Rotliegend-Sedimenten gebunden ist. Hierbei scheint sie in einer NNW–SSE streichenden Zone besonders reich zu sein. Die durch die tonigen Rotliegend-Sedimente fast impermeable Grenzfläche im Einschnitt der Täler um Wittichen und Reinerzau ist nur punktuell untersucht worden.

Außerdem ergab die Uranprospektion im Zeitraum 1970–1979, dass im Triberger Granit in der südlichen Verlängerung von Wittichen eine ebenfalls mit Wismut, Kobalt und Uran mineralisierte tektonische Zone mit gleichem Streichen existiert, die bis nach Schramberg reicht.<sup>99</sup> Wie in Wittichen sind dort punktuell Bereiche im Granit vererzt, die stark zersetzt, hämatitisiert und mit Hornsteinquarzgängen durchzogen sind. Besonders im Überschneidungsbereich mit E–W verlaufenden Bruchzonen kam es zur Anreicherung. Somit haben die Untersuchungen zwar bislang keine neue Vererzung vom Bi-Co-Ni-U-Ag-Typ erbracht, wohl aber bislang unbekannt Anreicherungsmechanismen und mögliche Zielgebiete identifiziert.

### 3.8 Nickel und Wolfram – zwei Beispiele für natürlichen Rohstoffmangel

Die zuvor dargestellte Rohstoffvielfalt und die Möglichkeit, das Land mit Baumassenrohstoffen und wichtigen Industriemineralen wie Steinsalz, Anhydrit, Kalk, Fluss- und Schwerspat noch lange und fast vollständig aus heimischen Lagerstätten zu versorgen, dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass einige wichtige mineralische und energetische Rohstoffe nicht aus heimischen Lagerstätten bereitgestellt werden können.

Auf einige seltene Metalle, die besonders als Stahlveredler von Bedeutung sind, wurde in Baden-Württemberg bereits prospektiert, so z. B. auf Nickel und Wolfram. Schon 1899 versuchte die Deutsche Nickelgesellschaft bei Horbach *Nickelerze* nachzuweisen.<sup>100</sup> Im Jahr 1934 führte die Deutsche Nickelbergwerk AG im Raum Todtmoos geomagnetische und bergmännische Untersuchungen auf Nickelerze durch. Wie sich zeigte, tritt Nickel dort aber nur sporadisch und in Form feinverteilter Erze in serpentinierten Ultrabasiten auf – Gesteine, die im Schwarzwald sowieso sehr selten sind, was man seit Abschluss der geologischen Kartierung im Schwarzwaldkristallin im Jahr 2009 mit ziemlicher Sicherheit sagen kann. Analysen von Derberzproben erbrachten, dass die unter Tage gefundenen Eisensulfiderze nur 0,2–1,8 % Nickel, 0,1–0,6 % Kupfer und bis 0,8 % Kobalt führen.<sup>101</sup>

Anfang der 1980er Jahre waren die Preise für *Wolfram* so hoch, dass verschiedene Firmen in deutschen und österreichischen Kristallingebieten auf neue Wolframvererzungen prospektierten, zumal im alpinen Zentralkristallin des Salzburger Landes bei Mittersill 1967 eine der weltgrößten Wolframlagerstätten entdeckt wurde; sie ist bis heute in Produktion. Auch im Schwarzwald, im ostbayerischen Grundgebirge und im Mühlviertel waren durch Zufall zahlreiche kleine Wolf-

<sup>98</sup> REINHARD FRITSCH, Ergebnis der Uranprospektion im historischen Bergbaurevier von Wittichen (Mittlerer Schwarzwald), in: Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 70 (1980), S. 19–28.

<sup>99</sup> WERNER, Erzprospektion (wie Anm. 92), Abb. 2.

<sup>100</sup> Beschreibung bei STEEN, Geschichte des modernen Bergbaus (wie Anm. 18).

<sup>101</sup> METZ, Landeskunde (wie Anm. 89); GEORG SAWATZKI, Relikte ozeanischer Kruste im ehemaligen Nickelbergwerk Todtmoos-Mättle im Südschwarzwald, in: Jahresberichte und Mitteilungen des Oberheinischen Geologischen Vereins 86 (2003), S. 297–324; WERNER / DENNERT, Lagerstätten und Bergbau (wie Anm. 89); STEEN, Bergbau (wie Anm. 75).

ramvorkommen erkannt worden, was Anlass gab, die bislang nicht systematisch untersuchten Gebiete in Angriff zu nehmen.

Wegen seiner starken Fluoreszenz im kurzwelligen UV-Licht kann das Wolframerz Scheelit ( $\text{CaWO}_4$ ) relativ leicht im Aufschluss oder im Bachsediment identifiziert werden; daher konnte die Prospektion zügig flächenhaft vorgenommen werden. Die nur ein knappes Jahr andauernde Erkundung im Schwarzwald führte zu interessanten Ergebnissen in mineralogischer, strukturgeologischer und lagerstättengenetischer Hinsicht;<sup>102</sup> wirtschaftlich interessante Vorkommen wurden jedoch nicht entdeckt. In einem Areal von über 1.100 km<sup>2</sup> konnten im mittleren und südlichen Schwarzwald scheelitführende Bachsedimente nachgewiesen werden, die auf die Abtragung von Gesteinen aus zwei verschiedenen Typen von Mineralisationen zurückgehen: (1) Scheelit im Kornverband basischer Metamorphite und leukokrater Magmatite, (2) Scheelit und Wolframit in Quarzgängen und Gängen mit Fluss- und Schwespat, wobei Typ (1) sich als Quelle der wolframführenden Gänge herausstellte.

Immerhin wurden in sieben Gebieten bislang unbekannte Wolframmineralisationen im anstehenden Gestein nachgewiesen. Besonders aussichtsreich zeigte sich der Südschwarzwald entlang der auch schwach goldführenden Badenweiler-Lenzkirch-Zone sowie der Hotzenwald zwischen Bad Säckingen und dem Murgtal, doch auch dort konnte keine geologische Situation erkannt werden, die bohrtechnische oder sogar bergmännische Erkundungsarbeiten gerechtfertigt hätte. Die Untersuchung der sehr zahlreichen Bachsedimentproben erbrachte, in Einklang mit der bisherigen Literatur, auch die Erkenntnis, dass im Schwarzwald nicht mit wirtschaftlich interessanten Vorkommen von *Gold* sowie von *zinn- und molybdänhaltigen Erzen* zu rechnen ist.

## 4 Vergangenheit, Gegenwart und mögliche Zukunft der Rohstoffgewinnung im Gebiet des heutigen Landes Baden-Württemberg

### 4.1 Zur Geschichte der Rohstoffgewinnung

Kann man aus der Geschichte lernen? Geschichtswissenschaftler argumentieren oft, dass die Hauptgründe für ihre Forschungen das bessere Verstehen der Ereignisse der Gegenwart und der Blick in die Zukunft sind. Die jüngere europäische Geschichte mit der allmählichen Entwicklung zu einem „Europa der Partner“ lässt diesbezüglich verhaltenen Optimismus aufkommen. Die beiden Weltkriege sind als Mahnung gegen nationalen Egoismus noch gut in Erinnerung – Geschichtsforschung und -darstellung sind wichtig, um die Erinnerung daran mit alten und neuen Erkenntnissen wach zu halten. Ohne die Geschichte des 19. und 20. Jahrhunderts sind auch die Strukturen des Welthandels, z. B. von Rohstoffen, kaum zu verstehen.

Im Zusammenhang mit der Rohstoffsuche spielt die Historie eine wichtige Rolle, und zwar nicht nur die Erdgeschichte. Geologisch-mineralogische Beschreibungen früherer Fundstellen und Gruben, alte Berichte über Such- und Gewinnungsarbeiten sowie Karten, Pläne und Skizzen geben wertvolle Hinweise darauf, wo sich das weitere Erkunden lohnen könnte. Noch heute be-

---

<sup>102</sup> Ausführlich dargestellt in: WOLFGANG WERNER / PETRA SCHLAEGEL-BLAUT / RALF RIEKEN, Verbreitung und Ausbildung von Wolframmineralisationen im Kristallin des Schwarzwaldes, in: Jahresheft des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg 32 (1990), S. 17–61.

ginnt die Suche nach tiefliegenden Rohstoffen oder auch nach oberflächennah auftretenden, aber durch Boden und Schutt weitgehend verhüllten Gesteinen (Beispiel: Naturwerksteinlagerstätten, Kap. 3.4) dort, wo frühere Generationen Spuren der Rohstoffgewinnung hinterlassen haben. Auflässige Gruben oder historische Halden, Pingen und Stollen sind Hinweise auf die Existenz von Mineralanreicherungen.<sup>103</sup> Das dargestellte Beispiel der Späterkundung bei Freudenstadt (Kap. 3.6) zeigt, dass die zahlreichen Hinterlassenschaften der früheren Bergleute in diesem sonst aufschlussarmen Gebiet – richtig interpretiert und mit modernen Erkundungsmethoden ergänzt – zur Entdeckung neuer wirtschaftlich interessanter Vorkommen führen können.

Nach der Gewinnungsstellen-Datenbank des LGRB sind im Schwarzwald 185 Bergwerke auf Erze (Fe, Zn, Pb, Sb, Ag, Co, U) angelegt worden, auf Fluss- und Schwerspat sogar 260. Daneben gibt es viele Hundert kleiner und wenig erforschter historischer Gruben, von denen die meisten auf Erzsuche zurückgehen dürften. Zu einem Bergwerk gehören in der Regel mehrere Stollen und Schächte. Daher wundert es nicht, dass alleine im Schwarzwald bislang über 5.700 Bergbauspuren wie Halden, Pingen, Stollen und Schächte nachgewiesen sind (Abb. 39 und 40). Im Südschwarzwald führte vor einigen Jahren Helge Steen<sup>104</sup> unter Nutzung des digitalen Höhenmodells DGM (Abb. 42) ausführliche Geländeaufnahmen durch und wies neben den schon länger bekannten Gruben Dutzende weitere und Hunderte von zugehörigen Bergbauspuren nach. Bislang konnten über 2.000 Bergbauspuren wie Tagebau, Stollen, Pingen und Halden im Südschwarzwald erkannt werden. Insgesamt dürften es deutlich mehr gewesen sein, muss man doch davon ausgehen, dass die meisten Spuren über die Jahrhunderte hinweg durch die intensive Landnutzung verloren gingen. Diese Zahlen geben eine ungefähre Vorstellung vom Umfang des alten Bergbaus im Schwarzwald.



Abb. 39: Historische Bergbauhalden bei der Sophienruhe oberhalb von Badenweiler; diese aus dem Mittelalter, möglicherweise auch schon aus römischer Zeit stammende ausgedehnte Haldenlandschaft geht auf den Abbau von silberhaltigem Bleiglanz zurück, der im Quarz des sogenannten Quarzriiffs auftritt. Mineraliensammler sorgen dafür, dass die Halden nicht zuwachsen. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.



Abb. 40: Offener, ca. 30 m tiefer Bergbauschacht am Birkenberg bei St. Ulrich. Auch er dürfte aus dem 13./14. Jahrhundert stammen und diente der Förderung silberhaltiger Erze aus den zahlreichen schmalen Quarzgängen des Reviers. Die meisten Tagschächte aus dieser Zeit sind im Schwarzwald und Odenwald verfüllt oder verbrochen, oft künden nur noch Geländemulden (Pingen) von ihrer früheren Existenz. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>103</sup> Vgl. STEEN, Erz- und Mineralgänge (wie Anm. 75).

<sup>104</sup> STEEN, Bergbau (wie Anm. 75); DERS., Erz- und Mineralgänge (wie Anm. 75).



#### 4.1.1 Anfänge der Rohstoffgewinnung

Viele Untersuchungen der letzten Jahrzehnte liefern Belege für jungsteinzeitlichen, keltischen und römischen Bergbau;<sup>105</sup> lokal ist am südlichen Oberrhein neolithischer Kleinbergbau nachgewiesen, so bei Sulzburg zur Gewinnung von Rötel (= rotes Farbpigment aus Hämatit) und bei Istein zum Abbau von Feuerstein.<sup>106</sup> Besonders bemerkenswert sind die Nachweise von *hallstatt- und latènezeitlicher Eisenerzverhüttung* direkt neben den Eisenerzgruben bei Neuenbürg (Abb. 41) im Nordschwarzwald, welche in mehreren Grabungsperioden mit Unterstützung der Stadt Neuenbürg und ihrer Bürgerinnen und Bürger untersucht wurden.<sup>107</sup>

Besonders die Kelten waren Meister des Metallergbergbaus sowie der Verhüttung und Metallurgie.<sup>108</sup> Die keltische Kultur der Hallstatt-Zeit dürfte sich entlang von Rhein und Donau entwickelt haben, besonders aus der Urnenfelder-Kultur (späte Bronzezeit) sind die Funde in diesem Raum zahlreich.<sup>109</sup> In Bezug auf die keltischen Viereckschanzen in unserem Gebiet schreiben Andreas Burkhardt und Holger Wendling: „Sie sind wohl als Sitz der spätkeltischen Landherren anzusehen, deren wirtschaftliches Potenzial und politische Macht primär auf dem landwirtschaftlichen Ertrag und dem Besitz von Rohstofflagerstätten wie Tongruben, Steinbrüchen, Raseneisenerzlagern, Bergwerken und der Ausbeutung goldhaltiger Flusssande beruhte.“<sup>110</sup> Auch Steinsalz haben die Kelten gewonnen, wobei sie außerhalb der Alpen natürliche Soleaustritte nutzten. Bei Schwäbisch Hall und an verschiedenen Orten des mittleren Neckars sind latènezeitliche Solebrunnen und die Salzgewinnung mittels Briquetagen<sup>111</sup> nachgewiesen oder sehr wahrscheinlich.<sup>112</sup>

Bei den Eisenerzen der keltischen Gruben nahe Neuenbürg handelt es sich um manganhaltige, bis 50 m tief reichende Oxidationserze der sogenannten Eisernen Hüte über den Eisenkarbonate führenden, lang aushaltenden Schwerspatgängen.<sup>113</sup> Raseneisenerze hingegen treten fleckenhaft besonders über tonigen Gesteinen auf und die in Karbonatgesteinsgebieten verbreiteten Bohnerzvorkommen sind nicht nur schwer zu finden, sondern auch aufwändig und gefährvoll abzu-

<sup>105</sup> Umfangreiche Literaturlisten sind in den oben genannten Arbeiten sowie z. B. bei RAINER SLOTTA, Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 4: Der Metallergbergbau, Teil 1 und 2 (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Bd. 26), Bochum 1983; WERNER / DENNERT, Lagerstätten und Bergbau (wie Anm. 89); STEEN, Bergbau (wie Anm. 75) und WERNER, Glottertal (wie Anm. 78) zu finden.

<sup>106</sup> ULRICH ZIMMERMANN / GERT GOLDENBERG, Urgeschichtlicher Hämatitbergbau im Südschwarzwald, in: Der Anschnitt 43 (1991), S. 2–10; GERT GOLDENBERG / ALEXANDER MAASS, Hämatitbergbau in der Jungsteinzeit (Neolithikum), in: Früher Bergbau im südlichen Schwarzwald, hg. von RAYMUND GOTTSCHALK (Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg, Bd. 41), Stuttgart 1999, S. 21–27; MICHAEL KAISER, Feuersteinbergbau in Südbaden, in: ebd., S. 15–20; GERD WEISGERBER, Quarzit, Feuerstein, Hornstein, Jaspis, Ocker – Mineralische Rohstoffe der Steinzeit, in: Alter Bergbau in Deutschland, hg. von HEIKO STEUER und ULRICH ZIMMERMANN (Archäologie in Deutschland, Sonderheft), Stuttgart 1993, S. 24–34.

<sup>107</sup> GUNTRAM GASSMANN, 2500 Jahre keltisches Eisenwesen im Neuenbürgener Erzrevier, in: Der Nordschwarzwald. Von der Wildnis zur Wachstumsregion, hg. von SÖNKE LORENZ, Filderstadt 2001, S. 172–176; GUNTRAM GASSMANN / GÜNTHER WIELAND, Rennöfen und Schlackenhalde – Keltische Stahlgewinnung im Nordschwarzwald, in: Archäologische Nachrichten aus Baden 76/77 (2008), S. 36 f.

<sup>108</sup> Z. B. JACQUES MOREAU, Die Welt der Kelten (Große Kulturen der Frühzeit, neue Folge), Stuttgart 1958.

<sup>109</sup> THOMAS G. E. POWELL, The Celts, London 1991.

<sup>110</sup> BURKHARDT / WENDLING, Handwerk und Wirtschaft (wie Anm. 40), S. 27.

<sup>111</sup> Tongefäße zur Gewinnung von Kochsalz aus hochkonzentrierter Sole.

<sup>112</sup> SIMON, Salz und Salzgewinnung (wie Anm. 69).

<sup>113</sup> WERNER / DENNERT, Lagerstätten und Bergbau (wie Anm. 89); KIMMIG / KESTEN, L 7114 und L 7518 (wie Anm. 37).

bauen (Abb. 9 und 42). Das erklärt, warum die Kelten besonderes Augenmerk auf die beständigen Brauneisenerzgänge von Neuenbürg (Abb. 10) richteten und dort sogar einen Fürstensitz auf dem heutigen Schlossberg errichteten. Die Brauneisenvorkommen, welche im Zeitraum 1720–1868 erneut intensiv genutzt wurden, gehören zu den größten im Schwarzwald.

Für das Gebiet um Nancy gibt es Belege dafür, dass keltische Siedler, geschützt durch befestigte Wallanlagen, auch bis in eine Tiefe von 100 m Eisenerzbergbau betrieben haben.<sup>114</sup> Der Salzbergbau am Hallstätter See reichte während der älteren Eisenzeit (Hallstattzeit) mindestens bis 200 m tief; wie die umfangreichen Ausgrabungen am Hallstätter Salzberg zeigen, waren die Bergleute der Bronzezeit aber schon fast genauso tief.<sup>115</sup> Man darf daher davon ausgehen, dass die keltischen Bergleute auch entlang von Rhein und Donau, z. B. im Schwarzwald und der Schwäbischen Alb, Schacht- und Stollenbergbau betrieben haben; technisch waren sie jedenfalls dazu in der Lage.

Aufgrund des humiden Klimas, das die Erosion begünstigt und so zur Ablagerung mächtiger Alluvionen führt sowie den Verstoß alter Schächte und Gruben beschleunigt, und aufgrund der späteren intensiven Landnutzung wurden in Baden-Württemberg bislang noch keine keltischen oder römischen Bergwerke sicher lokalisiert, für die Erzgewinnung aus Bergwerken dieser Zeit gibt es aber mehrere Belege. Im direkt am Rheintalgrabenrand gelegenen Grubenrevier von Wiesloch beispielsweise, das wegen seiner oberflächennah gewinnbaren silberführenden Galmei- und Bleivererzungen ein Ziel umfangreichen Bergbaus war, ist keltischer und römischer Bergbau sehr wahrscheinlich.<sup>116</sup> Aber auch dort konnte ein sicherer archäologischer Nachweis noch



Abb. 41: Archäologische Grabung (2010) im Grösseltal bei Neuenbürg im Nordschwarzwald zur weiteren Untersuchung keltischer Eisenverhüttungsanlagen durch das Landesamt für Denkmalpflege. Erkennbar sind auf dem Foto zwei Fundamentabschnitte von latènezeitlichen Öfen. Die Eisenlupe wurde nach rechts unten, im Foto also Richtung Ausgräber, abgezogen. Insgesamt wurden in Neuenbürg über 300 in den Hanglehm eingetiefte Rennöfen geophysikalisch nachgewiesen, 30 wurden ausgegraben (mündliche Mitteilung von Guntram Gassmann, Tübingen). Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>114</sup> MOREAU, Kelten (wie Anm. 108).

<sup>115</sup> Salz-Reich. 7000 Jahre Hallstatt, hg. von ANTON KERN (Veröffentlichung der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien, Bd. 2), Wien 2008.

<sup>116</sup> LUDWIG HILDEBRANDT, Schwermetallbelastungen durch den historischen Bergbau im Raum Wiesloch, hg. von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe 1997, [http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/17043/schwermetallbelastungen\\_historischen\\_bergbau.pdf?command=downloadContent&filename=schwermetallbelastungen\\_historischen\\_bergbau.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/17043/schwermetallbelastungen_historischen_bergbau.pdf?command=downloadContent&filename=schwermetallbelastungen_historischen_bergbau.pdf).

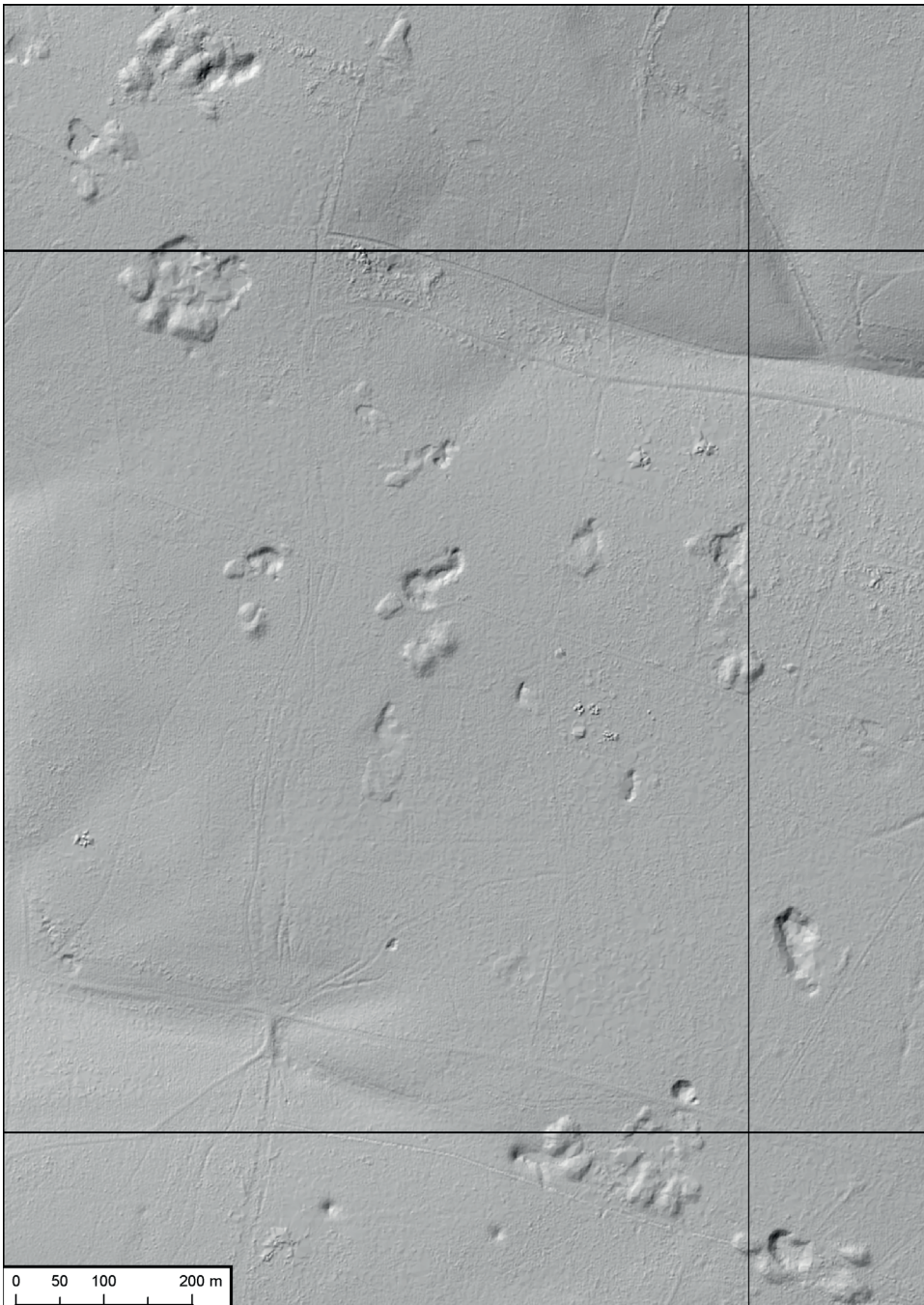


Abb. 42: Bohnerzgruben bei Nattheim (Ostalb) im digitalen Geländemodell DGM; das durch Laserscanning der Erdoberfläche erzeugte Computerbild zeigt ein breites, NW-SE-gerichtetes Band, auf dem die noch bis in das 19. Jahrhundert betriebenen Tagebaue auf Eisenerze liegen. Es zeichnet einen Bereich erhöhter Verkarstung im Oberjura an. Grafik: LGRB.



Abb. 43: Ruine des römischen Bads von Badenweiler aus dem 2./3. Jahrhundert n. Chr. Die Mauern sind aus Quadern von Hauptrogenstein errichtet, Bodenplatten sind aus tertiärem Kalksandstein von Britzingen und Niederweiler. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

nicht erbracht werden,<sup>117</sup> obwohl römische Münzen, die in alten Grubenbauen entdeckt wurden, römischen Bergbau zwischen dem 1. und 3. Jahrhundert n. Chr. wahrscheinlich machen. Der isotopengeochemische Vergleich des Münzmetalls mit Bleiglanzerzen aus dem Wieslocher Muschelkalk<sup>118</sup> liefert nun weitere Anhaltspunkte dafür, dass die Römer das Erz aus der Wieslocher Lagerstätte nutzten. Es können aber auch oberflächennah gewinnbare Zementationserze oder von anderen Lagerstätten stammende Erze mit ähnlicher isotopischer Signatur verwendet worden sein; sehr wahrscheinlich ist römischer Untertagebergbau bei Wiesloch aber in jedem Fall.

Befasst man sich mit den von den Römern genutzten verschiedenartigen Baurohstoffen, so trifft man überraschend auf weitere Indizien für Erzbergbau in dieser Zeit. Es ergeben sich auch Hinweise auf einheimische Rohstoffsucher, auf deren Kenntnisse die römischen Bauherren aufbauen konnten. Ein Beispiel bietet Badenweiler mit seiner großen römischen Badeanlage

<sup>117</sup> GERD WEISGERBER, Römischer Erzbergbau in Deutschland, in: *Alter Bergbau in Deutschland*, hg. von HEIKO STEUER und ULRICH ZIMMERMANN (Archäologie in Deutschland, Sonderheft), Stuttgart 1993, S. 55–62; HEIKO STEUER, Keltischer und römischer Bergbau im Südschwarzwald, in: *Früher Bergbau im südlichen Schwarzwald*, hg. von RAYMUND GOTTSCHALK (Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg, Bd. 41), Stuttgart 1999, S. 37–42.

<sup>118</sup> FLORIAN STRÖBELE u. a., Pb isotope data of Roman and medieval objects from Wiesloch near Heidelberg, Germany, in: *Archaeological and Anthropological Sciences* (2014) (Online Publikation DOI 10.1007/s12520-014-0208-1).



Abb. 44: Abflusssrinne an der Nordmauer des römischen Badegebäudes von Badenweiler. Für das Abflusssystem, durch das das warme, durch Badezusätze basische Wasser abgeleitet wurde, verwendete man gezielt Werksteine aus verkieseltem Sandstein. Das Foto zeigt ein Werkstück aus Degerfelder Sandstein, ein stark verkieselter (= durch Quarz gebundener) Quarzsandstein des Buntsandsteins vom Hochrhein. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

(Abb. 43 und 44) und die nahe gelegene *Villa Urbana* von Heitersheim.<sup>119</sup> Beide Ausgrabungen wurden anlässlich der großen Landesausstellung *Imperium Romanum* im Jahr 2006 auch in Bezug auf die von den Römern verwendeten Rohstoffe untersucht.<sup>120</sup>

Im Kernteil der *Villa Urbana* wurde ein 54 m<sup>2</sup> großer Keller freigelegt, der an drei Seiten die Originalmauerung aufweist; er stammt wahrscheinlich aus der Bauphase zwischen 110 und 150 n. Chr.<sup>121</sup> Die Mauern sind mit vermörtelten, gleichmäßigen Handquadern aus grauem Kalkstein der Hauptrogenstein-Formation der ca. drei Kilometer entfernten Vorbergzone errichtet (Abb. 45). Der Mörtel des Mauerwerks enthält Feinkies und Sand aus den vom Schwarzwald kommenden Bachläufen. Aufschlussreich ist besonders die Zusammensetzung der Magerungsstoffe in den Putzen, die sich einer älteren und einer

jüngeren Bauphase zuordnen lassen (110–150 und 150–180 n. Chr.).<sup>122</sup>

Beim jüngeren handelt es sich um einen Kalkputz mit den Magerungskomponenten Quarz, Calcit, Kaolinit und Hellglimmer, daneben etwas Dolomit und Feldspat. Sande dieser Zusammensetzung sind in nahen Bachläufen zu finden, die aus dem Schwarzwald und dem vorgelagerten Markgräfler Hügelland entwässern. Bemerkenswert ist, dass im Zuschlag auch eckige Bruchstücke von Quarz, Flussspat, Schwerspat und Bleiglanz auftreten, von Mineralen also, die nur aus den Erz- und Mineralgängen des kristallinen Schwarzwalds stammen können. Kirchheimer<sup>123</sup> fand im Putz der Badeanlage von Badenweiler ebenfalls zerstoßene Gangminerale wie Bleiglanz, Baryt, Fluorit und Quarz. Bleiglanz und Fluorit sind unter den Bedingungen der humiden Verwitterung nicht stabil, weshalb es sich nicht um natürliche Bachsande, sondern nur um künstlich hergestellte und bald danach verwendete Brechsande handeln kann. Wahrscheinlich handelt es sich in beiden Fällen um Pochsande aus Aufbereitungsanlagen in den Bergbaugebieten bei Sulzburg

<sup>119</sup> MEINRAD N. FILGIS, Die römischen Heilthermen von Badenweiler, in: Das römische Badenweiler – mit einem Beitrag zur Burg Baden, hg. vom Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart u. a. (Führer zu archäologischen Denkmälern in Baden-Württemberg, Bd. 22), Stuttgart 2002, S. 44–74; HANS ULRICH NUBER, Das römische Badenweiler, in: ebd., S. 21–31.

<sup>120</sup> WOLFGANG WERNER, Auf diese Steine konnte man bauen. Römische Gesteinsnutzung in Südwest-deutschland, in: *Imperium Romanum. Roms Provinzen an Neckar, Rhein und Donau. Begleitband zur Ausstellung des Landes Baden-Württemberg* in Stuttgart 1. Okt. 2005–8. Jan. 2006, hg. vom Archäologischen Landesmuseum Baden-Württemberg, Stuttgart 2005, S. 393–398.

<sup>121</sup> HANS ULRICH NUBER / GABRIELE SEITZ, Grabungsfortschritte in der *Villa urbana* Heitersheim, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald, in: *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 2003*, hg. vom Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart u. a., Stuttgart 2004, S. 145 ff.

<sup>122</sup> Mitteilung von Gabriele Seitz.

<sup>123</sup> FRANZ KIRCHHEIMER, Das Alter des Silberbergbaus im südlichen Schwarzwald, Freiburg i. Br. 1971; FRANZ KIRCHHEIMER, Bericht über Spuren römerzeitlichen Bergbaus in Baden-Württemberg, in: *Der Aufschluss* 27 (1976), S. 361–371.



Abb. 45: Mauer aus Haupttrogenstein-Quadern mit typisch römischem Fugenstrich im Keller der *Villa Urbana* von Heitersheim. Im Mörtel dieses Landguts konnten Pochsande von römischen Bergwerken (Sulzburg? Badenweiler?) nachgewiesen werden. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

und Badenweiler. Außerdem fanden sich noch Ziegelbruchstücke, Holzkohle- und Schlackestückchen. Die Analyse zeigt also, dass neben Bachsedimenten auch Pochsande von Aufbereitungsanlagen an den Bergwerken Verwendung fanden. Im älteren Putz wurden keine Erzaufbereitungsrückstände, sondern nur Quarz- und Feldspatsande festgestellt. Der pochsandhaltige Putz von der Therme in Badenweiler stammt ebenfalls aus der jüngeren Periode (2./3. Jahrhundert n. Chr.).

Die rohstoffgeologische Analyse der Baumaterialien in den Ausgrabungen des im Zeitraum zwischen 100 und ca. 230 n. Chr. betriebenen Thermalbads von Badenweiler (Abb. 43 und 44) sowie der in dieselbe Zeitspanne zu stellenden Bauten in Heitersheim und Sulzburg erbringt, dass von den römischen Bauherren vornehmlich folgende mineralische Rohstoffe aus heimischen Lagerstätten verwendet wurden:

- Kalkstein der Haupttrogenstein-Formation und Markgräfler Kalksandstein zur Errichtung der gesamten tragenden Mauerwerke;
- Markgräfler Kalksandstein aus dem Gebiet Niederweiler-Britzingen für Wand- und Bodenplatten, Stufen, Gesimse, Türgewände usw. (Abb. 43);
- Kalktuff für die weit gespannten Gewölbe;
- kieselig gebundener, druckfester Buntsandstein aus Degerfelden (Hochrhein) für die Balkenwiderlager und Ableitungsrinnen für die Badeabwässer (Abb. 44);
- Gangquarz zur drainierenden Fundamentierung: Das Areal um den Klemmbach ist aufgrund der Keupertone im Baugrund stark rutschgefährdet. Die Ausführung der Fundamentierung der großen Badeanlage lässt darauf schließen, dass sich die römischen Bauherren der geotechnischen Problematik bewusst waren. Für die Basislage wurde deshalb Baumaterial verwendet, das auch bei hohem Auflastdruck nicht zerfällt und so seine Drainagewirkung beibehält.

Die Untersuchung eines Sondierschachts im Mittelbecken-West zeigt, dass für diesen Zweck grobe Brocken von Gangquarz vom Badenweiler-Quarzriff verwendet wurden.

- keramische Rohstoffe vor allem für die Ziegelherstellung (Dach- und Mauerziegel, Hypocaustum, Leistenziegel usw.), zerkleinerte Ziegel für Bodenestriche;
- Kalkzemente und Magerungsstoffe für Mörtel und Estriche;
- mineralische Farbstoffe wie Hämatit, Ocker, Manganoxide und Kalk für die Außen- und Innengestaltung;
- Ornamentsteine wie polierfähige Kalksteine („Marmore“) und Jaspis für innenarchitektonische Zwecke;
- grünliche, violette und fast weiße Quarzporphyre (z. B. vom Stockberg), graue Granitporphyre (z. B. Schweighof) als Ornamentsteine und für Mahlsteine, Mörser, Reibschalen, Salbentöpfe usw.;
- Blei für Rohre und Fensterverglasungen (aus den Bleierzgruben am Quarzriff?);
- reiner Gangquarz zur Glasherstellung;
- zerstoßener weißer Baryt für Dekorputze.

Es fällt auf, dass stets die für den jeweiligen Zweck am besten geeigneten Baustoffe verwendet wurden: leichte, aber an der Luft aushärtende und dann hervorragend tragfähige Kalktuffe für die das Bad überspannenden Gewölbe, sehr druckfester Gangquarz für die Fundamentierung des gewaltigen Gebäudes, großformatig gewinnbare und zugleich druckfeste Sandsteine für die tragenden Balkenwiderlager, gut zu bearbeitende und wärmespeichernde Kalksandsteine für die Bodenplatten, extrem widerstandsfähige Quarzporphyre (kieselsäurereiche Vulkanite) für mechanisch stark beanspruchte Gebrauchsgegenstände usw. Abgesehen vom Haupttrogenstein treten alle anderen genannten Gesteine in recht kleinen, meist schwer auffindbaren Vorkommen in der Vorbergzone oder im Schwarzwald auf, einem damals besonders dicht bewaldeten, schwer zugänglichen Gebiet. Dies setzt sehr gute Orts- und Gesteinskenntnisse voraus. Die einfachste Erklärung dafür ist, dass den römischen Bauherren erfahrene Ortskundige aus der einheimischen keltischen bzw. germanischen Einwohnerschaft zur Seite standen, welche mit den entsprechenden Lagerstätten vertraut waren.

Aus welcher Zeit die Feuersetz-Abbaue entlang des südlichen Badenweiler Quarzriiffs im Bereich der Grube Hausbaden sind, ist nicht bekannt (Abb. 46), weil archäologische Untersuchungen bislang fehlen, im von Erosion, Rutschungen und mächtiger Schuttbildung gekennzeichneten Areal am steilen Schwarzwaldrand vielleicht auch aussichtslos sind oder zumindest stark erschwert wären. Sind die Feuersetzörter keltisch, römisch oder „nur“ mittelalterlich? Das dort im Quarzgang zum Teil reichlich auftretende schwach silberhaltige Bleierz war zu allen Zeiten gesucht.

Über die Jahrhunderte nach dem Rückzug der römischen Truppen auf die westliche Rheinseite im 3. Jahrhundert n. Chr. bis zum Beginn des Mittelalters wissen wir besonders hinsichtlich der Rohstoffgewinnung sehr wenig. Wahrscheinlich haben die Alemannen Eisenerzbergbau und -verhüttung auf oberflächennah auffindbare Bohn- und Raseneisenerze nur in bescheidenem Umfang vorgenommen, so z. B. zwischen dem 4. und 5. Jahrhundert bei Vörstetten und Mengen.<sup>124</sup> Im 8. Jahrhundert n. Chr. könnte es auch lokale Erzverhüttung im Nordschwarzwald gegeben

---

<sup>124</sup> Vortrag von Christel Bucker bei der montanarchäologischen Arbeitstagung in Freiburg vom 11.–12.7.2003.

haben, worauf metallhaltige Stäube in Mooren<sup>125</sup> hinweisen. Grabungen bei Neuenbürg konnten schließlich Eisenerzverhüttung aus der Zeit um 800 n. Chr. nachweisen.<sup>126</sup>



Abb. 46: Am Steilanstieg des Quarzriffs zwischen Badenweiler und Sehringen sind alte Erkundungsstollen (römisch? mittelalterlich?) erhalten, die mit der Methode des Feuerstetzens aufgeföhren wurden; mit eisernen Werkzeugen alleine konnten die extrem zöhnen Quarzgöhnge nicht gelöst werden. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

#### 4.1.2 Mittelalter

Die umfangreiche Suche nach Rohstofflagerstätten und die sehr zahlreichen Gewinnungsanlagen über und unter Tage, die während des Mittelalters angelegt wurden, sind eine Fundgrube für alle späteren Prospektoren. Viel spricht dafür, dass während des Mittelalters fast alle heute bekannten Lagerstättenreviere erschlossen wurden. Überlieferungen über den antiken Bergbau, welche für die mittelalterlichen Erzsucher hätten hilfreich sein können, sind nach den Jahrhunderten der Völkerwanderung wohl auszuschließen, die Lagerstätten mussten in einem unwegsamen Gebiet also neu entdeckt werden. Sicher folgten sie den Fluss- und Bachläufen, welche nicht nur die

<sup>125</sup> BURKHARD FRENZEL, Zeitliche Veränderungen der Aerosoldeposition auf den Höhen des Nordschwarzwaldes als Hinweis auf die frühe Erzverhüttung, in: Neubulach. Eine Stadt im Silberglanz, hg. von SÖNKE LORENZ und ANDREAS SCHMAUDER (Gemeinde im Wandel, Bd. 12), Filderstadt 2003, S. 147–160.

<sup>126</sup> Archäologische Forschungsgrabungen im oberen Schnaizteich. Bedeutendes Industriezentrum in vorchristlicher Zeit, in: Neuenbürger Stadtbote 21 (2004), S. 4 f.



beste Wegsamkeit durch den Urwald boten, sondern auch Gerölle erzhaltiger Gesteine führten. In stark bewaldeten Mittelgebirgen mit zahlreichen Fließgewässern ist dies die effektivste Methode, um oberflächennahe Anschnitte von Erz- und Mineralgängen zu lokalisieren. Sicherlich trafen sie da und dort auf Tagebaue und Pingen aus keltischer und römischer Zeit, so vermutlich bei Badenweiler und Neuenbürg, vielleicht auch in den Bohnerzgebieten der Schwäbischen Alb und im südlichen Markgräflerland.

Im Schwarzwald und im Kraichgau war das Mittelalter vor allem eine Zeit des Silberbergbaus,<sup>127</sup> obwohl, wie zuvor ausgeführt (Kap. 3.7), die Erze eher silberarm sind und das Vorkommen von Erzen in den Mineralgängen generell selten ist. Der trotzdem umfangreiche Edelmetallbergbau hatte einen übergeordneten Grund: „Der mittelalterliche Bergbau auf Silber hatte im Hochmittelalter (11. bis 13. Jh. n.Chr.) eine enorme Bedeutung, da das gesamte Geldwesen seit einer Münzreform unter Karl dem Großen (768–814 n. Chr.) vorrangig auf den Silbermünzen beruhte. Als Wert des Geldes galt auch nicht ein aufgeprägter Wert, wie dies beim heutigen Geld der Fall ist, sondern das Gewicht der Münze bzw. deren Silbergehalt. Der große Bedarf an Silber für die Münzherstellung führte zu einem regelrechten Silberbergbau-Boom in ganz Europa.“<sup>128</sup>

Die Hochphase des mittelalterlichen Erzbergbaus in Südwestdeutschland dürfte im 10. Jahrhundert eingesetzt haben, wofür einige Dokumente und Datierungen sprechen. Als wichtigstes schriftliches Zeugnis gilt eine um 1300 vorgenommene Abschrift einer Schenkungsurkunde des Salierkaisers Konrad II., durch die er im Dezember 1028 dem Bischof zu Basel sein Recht an den Silbergruben „im Breisgau“ überträgt. Es handelt sich hierbei um das älteste bekannte und als echte Urkunde betrachtete Dokument, in dem sich ein deutscher König mit dem Bergbau befasst.<sup>129</sup> Bemerkens-



Abb. 47: Mittelalterlicher Grubenbau auf dem Schindlergang, wieder zugänglich im Besuchsbergwerk Teufelsgrund im Münstertal. Die Form des Grubenbaus verrät, dass dieser unter Verwendung des Feuersetz-Verfahrens aufgefahren wurde. Er befindet sich im stark verkieselten Randbereich des Flussspatganges. Den alten Bergleuten war bekannt, dass die meisten Erze im Grenzbereich zwischen Mineralgang und verkieseltem Nebengestein auftreten. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>127</sup> SLOTTA, Metallergbergbau (wie Anm. 105); GERD WEISGERBER, Zur Bedeutung des mittelalterlichen Schwarzwälder Silberbergbaus im überregionalen Vergleich, in: Früher Bergbau im südlichen Schwarzwald, hg. von RAYMUND GOTTSCHALK (Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg, Bd. 41), Stuttgart 1999, S. 131–139.

<sup>128</sup> GERT GOLDENBERG / MATTHIAS FRÖHLICH, auf: <http://www.birchiburg.de>.

<sup>129</sup> KIRCHHEIMER, Alter des Silberbergbaus (wie Anm. 123); DIETER HÄGERMANN, Deutsches Königtum und Bergregal im Spiegel der Urkunden. Eine Dokumentation bis zum Jahre 1272, in: Der Anschnitt, Beih. 2 (1984), S. 13–25.

wert ist nicht nur das Alter der Originalurkunde, sondern auch der Umstand, dass eine Reihe von *fossiones argenti* explizit genannt werden: *Kropbach*, zwischen Staufen und Untermünstertal gelegen, *Steinebronnen* im Obermünstertal zwischen St. Trudpert und Spielweg, das Sulzburger Tal, der etwa zwei Kilometer südlich von Sulzburg gelegene *Luxberc* sowie Gruben bei Badenweiler. Lothar III. wiederholt im Jahre 1131 die Schenkungsurkunde von Konrad II. von 1028 für das Bistum Basel, ein Beleg, dass die Abschrift authentisch ist.<sup>130</sup>

Wenn also im frühen 11. Jahrhundert gleich mehrere Bergwerke im Südschwarzwald in einem kaiserlichen Dokument genannt werden, so darf man davon ausgehen, dass die Anfänge der Erschließung der Lagerstätten deutlich weiter zurück reichen. Dazu passt auch die berühmteste C14-Datierung für den Schwarzwälder Bergbau: Bei Auffahrungsarbeiten im Zuge des 1946 begonnenen Flussspatbergbaus der Fa. Barbara Erzbergbau auf der Grube Teufelsgrund im Münstertal traf man alte Grubenbaue an, in denen an einem Vortriebspunkt Holzkohlenreste vom Feuerersetzen<sup>131</sup> erhalten waren; die Buchenholzstücke konnten auf das Jahr 953 datiert werden.<sup>132</sup> Unter Berücksichtigung der Ausdehnung und Tiefenlage des Feuersetzorts und einer Vortriebsgeschwindigkeit von wahrscheinlich etwa zehn Metern pro Jahr ging Franz Kirchheimer davon aus, dass der Bergbau sicher „mehrere Jahrzehnte vor 953 begonnen hatte“.<sup>133</sup> Viele alte Abbau-, Suchstrecken und Schächte aus dem Mittelalter sind im Besuchsbergwerk Teufelsgrund wieder zugänglich (Abb. 47).

Die wichtigsten Silberbergbaureviere im 10. bis 15. Jahrhundert waren vor allem die von Nebulach, Prinzbach, Wittichen, Hausach und Haslach im Kinzigtal, Suggental und Glottertal, Schauinsland und St. Ulrich, Münstertal und Todtnau; am Schauinsland begann der insgesamt rund 700-jährige Erzbergbau Ende des 13. Jahrhunderts, wahrscheinlich sogar erst im frühen 14. Jahrhundert.<sup>134</sup> Der älteste bislang datierte mittelalterliche Blei- und Silberbergbau ist für den Schwarzwaldrand bei Bollschweil, südlich von Freiburg, nachgewiesen, wo Keramikfunde und C14-Daten von Holzkohlen Verhüttung im 9. bis 11. Jahrhundert belegen,<sup>135</sup> wahrscheinlich stammen die Erze aus den Quarzgängen am Birchiberg bei St. Ulrich.

---

<sup>130</sup> HÄGERMANN, Königtum und Bergregal (wie Anm. 129).

<sup>131</sup> Mit der sehr mühsamen Methode des Feuersetzens, bei der durch ein großes Holzfeuer das Gestein stark erhitzt wurde, wurden im Schwarzwald die stark verkieselten (= feinkörnigen Quarz enthaltenden), sehr harten Gesteine mürbe gemacht. Nach dem langsamen Abkühlen, bei dem Mikrorisse im Quarzgefüge entstanden, konnten diese Gesteine besser mit Schlägel und Eisen gelöst werden. Ein Abschrecken mit Wasser wurde nur in Massivsulfiderzen angewendet (Rammelsberg bei Goslar im Oberharz).

<sup>132</sup> KIRCHHEIMER, Alter des Silberbergbaus (wie Anm. 123); HORST SCHÜRENBERG, Erz- und Mineralgänge im Belchengebiet, in: Der Belchen. Geschichtlich-naturkundliche Monographie des schönsten Schwarzwaldberges, hg. von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und dem Institut für Ökologie und Naturschutz (Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, Bd. 13), Karlsruhe 1989, S. 327–367.

<sup>133</sup> KIRCHHEIMER, Alter des Silberbergbaus (wie Anm. 123), S. 14.

<sup>134</sup> ALBRECHT SCHLAGETER, Der mittelalterliche Bergbau im Schauinslandrevier (Teil 1), in: Schau-ins-Land 88 (1970), S. 125–171; DERS., Der mittelalterliche Bergbau im Schauinslandrevier (Teil 2), in: Schau-ins-Land 89 (1971), S. 95–131; PAUL PRIESNER, Die Geschichte der Gemeinde Hofgrund (Schauinsland), Bd. 1: Der Bergbau im Schauinsland von 1340 bis 1954, Freiburg i. Br. 1982; WERNER / DENNERT, Lagerstätten und Bergbau (wie Anm. 89); MARTIN STRASSBURGER, Bergbau im Schauinsland vom späten Mittelalter bis um 1800, in: Schau-ins-Land 126 (2007), S. 69–88.

<sup>135</sup> MATTHIAS SIEBENSCHOCK / HEIKO WAGNER, Mittelalterliche Bleierzverhüttungen in Bollschweil, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald, in: Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1993, hg. vom Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart u. a., Stuttgart 1994, S. 320–323.



Abb. 48: Bergbaufenster im Freiburger Münster, vermutlich um 1340/50 entstanden: (A) Basis der mittleren Fensterbahn des Schauinsland-Fensters im südlichen Seitenschiff mit Darstellung eines im Fackelschein arbeitenden, mit Schutzhelm bewehrten Hauers, der mit einem Spitzhammer das golden glänzende Erz abbaut. (B) Ein anderer Bergmann schafft das Erz in Ledersäcken aus dem Stollen; er trägt einen aus Hanfseilen gefertigten Schutzhelm. Mit den anderen Fensterbildern im Freiburger Münster gehören sie zu den ältesten Bergbaurdarstellungen im deutschsprachigen Raum. Fotos: Wolfgang Werner, LGRB.

Die ältesten in Südwestdeutschland bekannten Darstellungen mittelalterlicher Bergleute bei der Arbeit unter Tage sind auf Glasfenstern im Freiburger Münster zu finden.<sup>136</sup> Diese farbenfrohen, eindrucksvollen Fensterbilder aus der Zeit um 1340/45 zeigen Hauer im Bergwerk Schauinsland bei der Arbeit mit großen, zweihändig geführten Bergeisen<sup>137</sup> bzw. mit Keilhauen sowie Bergleute, die mit dem Abtransport der wertvollen Erze beschäftigt sind (Abb. 48 A und B). Solche Bergeisen wurden in großer Zahl in Sainte-Marie-aux-Mines unter Tage gefunden (Abb. 52).

Besonders wichtig und ertragreich für die Stadt Freiburg war im Mittelalter das Gebiet Glottertal-Suggental. Die Einkünfte der Freiburger Grafen aus dem Silberbergbau in ihrem Hoheitsgebiet werden für das 13. und 14. Jahrhundert auf 2.000–3.000 Mark Silber<sup>138</sup>, d. h. auf rund 0,5–0,7 t Silber pro Jahr geschätzt. Aus einer Tonne Silber konnten rund zwei Millionen zähringische

<sup>136</sup> RÜDIGER BECKSMANN / FRIEDRICH KOBLER / PETER KURMANN, Das Freiburger Münster – der Bau und seine Originalausstattung, in: Geschichte der Stadt Freiburg im Breisgau, Bd. 1: Von den Anfängen bis zum „Neuen Stadtrecht“ von 1520, hg. von HEIKO HAUMANN und HANS SCHADEK, Stuttgart 1996, S. 343–375.

<sup>137</sup> Die von Seiten montanarchäologischer Bearbeiter bisweilen geäußerte Behauptung, dass im Mittelalter typischerweise mit der Keilhau abgebaut wurde und das Bergeisen (ein kleiner, auf einem Holzstiel aufgesteckter Meißel, der mit einem Fäustel in das Gestein getrieben wurde) erst in der frühen Neuzeit zum Einsatz kam, ist aus bergmännischer bzw. geotechnischer Sicht nicht haltbar. Der Einsatz dieser Werkzeuge unter Tage oder im Steinbruch hängt ausschließlich vom zu lösenden Gestein ab; weiche bis halb feste Gesteine (tonige Gesteine, Sandsteine, vergrusste Grundgebirgsgesteine) konnten mit der Keilhau gelöst werden, harte Gneise, Granite und Porphyre usw. nur mit dem Bergeisen (bzw. mit dem Feuerersetzen, s. Abb. 46 und 47); diese gab es allerdings in unterschiedlichster Ausführung und Größe (Abb. 49). Auf dem auf das Jahr 1341 datierten Stadtsiegel für die Bergstadt Todtnau trägt ein wohl auf dem Weg zum Stollen befindlicher Bergmann einen Riemen mit mehreren Bergeisen über der Schulter, welche bei Bedarf ausgewechselt werden konnten – ein weiterer Beleg dafür, dass im Mittelalter auch das typische Bergeisen im Einsatz war.

<sup>138</sup> Eine Mark Silber wog 234 g.

Löwen- oder Adlerpfennige geprägt werden.<sup>139</sup> Im Zusammenhang mit der gezielten Zerstörung der Bergbauanlagen am „Herzogenberg“ im Glottertal durch den Elsässer Reichslandvogt im Jahr 1297 formulieren Heiko Steuer und Alfons Zettler: „Der Grubenname ‚des herzogen berg‘ weist zurück in die Zähringerzeit, und obwohl dieses Bergwerk bislang nicht genauer lokalisiert werden konnte, lassen die Vorgänge um das Revier in den Jahren 1284 und 1297 erkennen, dass es zu den ertragreichsten der Freiburger Grafen im 13. Jahrhundert gehörte“.<sup>140</sup> Dieses Bergwerk, von dem selbst nach 700 Jahren noch tiefe Pingen künden, dürfte am Glottertäler Eichberg gelegen haben.<sup>141</sup>

Ab dem 13. Jahrhundert häufen sich Dokumente und Datierungen der unterschiedlichsten Art, die für den gesamten Schwarzwald intensiven Bergbau belegen. Seit 1994 werden auch dendrochronologische Datierungen an Grubenhölzern durchgeführt, die es ermöglichen, sogar einzelne Grubenteile zeitlich zuzuordnen.<sup>142</sup> Die bislang am weitesten zurückreichende dendrochronologische Datierung in einem historischen Bergwerk Baden-Württembergs stammt von der 2. Sohle der Grube Caroline bei Sexau. Die dort gefundene Tannenbohle wurde um das Jahr 1287 eingebaut; weitere Holzdatierungen belegen für dieselbe Blei-Silber-Grube noch Bergbauphasen um 1528/30 und 1720–1780.<sup>143</sup>

Bemerkenswert ist, dass die intensivste Zeit des Schwarzwälder Erzbergbaus in das mittelalterliche Klimaoptimum fällt, das etwa bis 1400 reicht.<sup>144</sup> Die Phase zwischen ca. 1400 und 1850 n. Chr. wird als „Kleine Eiszeit“ bezeichnet. Dabei stellt die Zeit zwischen etwa 1650 und 1715 den kältesten Abschnitt der Wetterbeobachtungen dar; in diese Zeit fallen auch besonders viele Hochwasserereignisse.<sup>145</sup> Kriege, Hungersnöte und eine tiefe wirtschaftliche Depression kennzeichnen diesen Zeitabschnitt. Erst ab dem Anfang des 18. Jahrhunderts geht es wieder langsam aufwärts mit dem Bergbau, allerdings mit einem deutlich geringeren Kenntnisstand in Bezug auf Bergbautechnik und Metallverhüttung als im Mittelalter.

---

<sup>139</sup> HEIKO STEUER / ALFONS ZETTLER, Der Bergbau und seine Bedeutung für Freiburg, in: Geschichte der Stadt Freiburg im Breisgau, Bd. 1: Von den Anfängen bis zum „Neuen Stadtrecht“ von 1520, hg. von HEIKO HAUMANN und HANS SCHADEK, Stuttgart 1996, S. 320–342.

<sup>140</sup> STEUER / ZETTLER, Bergbau (wie Anm. 139), S. 335.

<sup>141</sup> ANDREAS HAASIS-BERNER u. a., Besiedlung und Bergbau im Glottertal, in: Bergbau im Glottertal. Beiträge zur 900-Jahr-Feier der Gemeinde Glottertal, hg. vom Arbeitskreis Glottertäler Ortsgeschichte, Freiburg i. Br. 2012, S. 9–102; WERNER, Glottertal (wie Anm. 78).

<sup>142</sup> ANDRÉ BILLAMBOZ / WILLY TEGEL, Erste dendrochronologische Untersuchungen zur Bergbaugeschichte des Mittleren Schwarzwalds, in: Die Erz- und Mineralgänge im alten Bergbaurevier „Freiamt-Sexau“ (Mittlerer Schwarzwald) – Lagerstättengeologie, Tektonik, Mineralogie, Geochemie, Geochronologie, Bergbaugeschichte, hg. von DIETHARD H. STORCH und WOLFGANG WERNER (Abhandlungen des geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Bd. 14), Freiburg i. Br. 1994, S. 281–294; ANDRÉ BILLAMBOZ / WILLY TEGEL, Kalender im Holz. Jahresringe – Zeugen der Zeiten. Arbeitsweise der Dendrochronologie (Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg, Bd. 46), Stuttgart 2002.

<sup>143</sup> WILLY TEGEL, Dendrochronologische Untersuchung, Bericht 4, Carolinengrube, altes Bergbaurevier Freiamt-Sexau, hg. vom Landesamt für Denkmalpflege (unveröffentlichter Bericht), Hemmenhofen 2006.

<sup>144</sup> WERNER / DENNERT, Lagerstätten und Bergbau (wie Anm. 89).

<sup>145</sup> CHRISTIAN DIETRICH SCHÖNWIESE, Klimageschichte, in: Lexikon der Geowissenschaften, Bd. 3, Heidelberg/Berlin 2001, S. 118–122; RÜDIGER GLASER, Klimageschichte Mitteleuropas. 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen, Darmstadt, 2. aktual. u. erw. Aufl. 2008; WERNER RÖSENER, Landwirtschaft und Klimawandel in historischer Perspektive, in: Aus Politik und Zeitgeschichte 5–6 (2010), [http://www.bpb.de/publikationen/D9H8OU,5,0,Landwirtschaft\\_und\\_Klimawandel\\_in\\_historischer\\_Perspektive.html#art5](http://www.bpb.de/publikationen/D9H8OU,5,0,Landwirtschaft_und_Klimawandel_in_historischer_Perspektive.html#art5).

#### 4.1.3 Zum Umfang des mittelalterlichen Bergbaus

Leider können wir über den Umfang des mittelalterlichen Bergbaus überwiegend nur Vermutungen anstellen, doch haben die vielen wissenschaftlichen und auch die von Fachleuten begleiteten ehrenamtlichen Ausgrabungen der letzten Jahrzehnte neue überraschende Erkenntnisse erbracht. Als Beispiel kann das vor einigen Jahren im Rahmen des 900-jährigen Ortsjubiläums näher untersuchte *Bergbaurevier Glottertal-Suggental* angeführt werden: Es stellte sich heraus, dass zu zehn mittelalterlichen Bergwerken über 300 Tagebaue auf dem Ausbiss der Gänge sowie Stollen, Pingen und Schächte gehören. Überwiegend gehen diese auf Such- und Abbauarbeiten im 11. bis 13. Jahrhundert zurück. Aufgrund des hohen Grundwasserstandes im Bergbaurevier wurden zahlreiche schachtartige Gruben mit aufwändiger Wasserhaltung und Wasserlösungsstollen angelegt.<sup>146</sup> Am Eichberg, dem historischen Herzogenberg, sind heute noch Bergbauhalden erkennbar, die weit über 3.000 m<sup>3</sup> untertägliches Hohlraumvolumen auf dem damals genutzten Erz- und Mineralgang erwarten lassen. Im nahen Bergwerk *Bleibach* im Elztal wurden bei den bergmännischen Arbeiten zur Wiederinbetriebnahme während der 1920er Jahre mit Schlägel und Eisen aufgefahrene Strecken vermutlich aus dem 14. Jahrhundert angetroffen, welche mindestens bis 50 m unter Talsohle reichen, was zu Betriebszeiten ständige umfangreiche Wasserhebung erforderte.

Selbst dort, wo die Spuren an der Tagesoberfläche sehr spärlich sind, konnten in den letzten Jahrzehnten oft ausgedehnte und technisch weitsichtig angelegte Bergwerke nachgewiesen werden. Auf der Grube *Caroline* im *Sexauer Ortsteil Eberbächle* beispielsweise (Bergbau hauptsächlich 11. bis Mitte 16. Jahrhundert, Nachlesebergbau 1720–1782) stellte sich durch über 20-jährige Ausgrabungs- und Instandsetzungsarbeiten heraus, dass unter den spärlichen Übertage-Spuren (in Form von zwei im Wald gelegenen Einbruchspingen) ein siebensöhliges Grubengebäude mit einer Stollen- und Streckenlänge von mehr als 1.000 m verborgen liegt.<sup>147</sup>

Ein Schwerpunktgebiet des historischen Erzbergbaus ist das *Kinzigtal* mit seinen vielen Seitentälern. Das Fürstlich Fürstenbergische Bergamt in Wolfach erstellte bis zum Jahr 1849 eine Dokumentation aller in ihrem Zuständigkeitsbereich gelegenen Bergwerke und Bergbauversuche. Bekannt waren demnach 396 Gruben, von denen etwa 30 über längere Zeit von Bedeutung waren; mehr als 1.000 zugehörige Bergbauspuren sind heute noch auffindbar.<sup>148</sup> Fast alle Gruben stammen aus dem Mittelalter und der frühen Neuzeit, viele von ihnen wurden im 18./19. Jahrhundert nochmals aufgewältigt und erkundet, weshalb wir noch heute von ihnen wissen. Dies gibt eine Vorstellung vom Umfang des mittelalterlichen Bergbaus in diesem Teil des Mittleren Schwarzwalds.

Einzelne Bergbaureviere wurden in der jüngeren Vergangenheit detailliert untersucht, um Art und Umfang des mittelalterlichen Bergbaus und der zugehörigen Erzverhüttung auf die Spur zu kommen. Die archäologischen Grabungen bei *St. Ulrich* südlich von Freiburg erkannten,

<sup>146</sup> RUDOLF METZ, Der frühere Bergbau im Suggental und der Urgraben im Schwarzwald, in: Alemannisches Jahrbuch (1961), S. 281–316; HAASIS-BERNER, Glottertal (wie Anm. 141); WERNER, Glottertal (wie Anm. 78).

<sup>147</sup> Beschreibungen in: WOLFGANG WERNER / DIETER MATZ, Beschreibung der Blei-Silbergrube „Caroline im Eberbächle“ und ihrer Bergbaugeschichte, in: Die Erz- und Mineralgänge im alten Bergbaurevier „Freiamt-Sexau“ (Mittlerer Schwarzwald) – Lagerstättengeologie, Tektonik, Mineralogie, Geochemie, Geochronologie, Bergbaugeschichte, hg. von DIETHARD H. STORCH und WOLFGANG WERNER (Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Bd. 14), Freiburg i. Br. 1994, S. 295–342.

<sup>148</sup> FRANZ SCHMIDER, Ein Bergwerksverzeichnis der ehemaligen Fürstlich Fürstenbergischen Herrschaft im Kinzigtal, in: Alemannisches Jahrbuch 1956 (1956), S. 314–340; GÜNTHER KNAUSENBERGER, Mineralfundstellen im mittleren Schwarzwald (Bereich Kinzigtal), 1. u. 2. Teil, in: Der Erzgräber 15 (2001), S. 7–16, 50–61.



Abb. 49: Montanarchäologische Grabung im Jahr 2000 an der Birchiburg am Birkenberg bei St. Ulrich, einer für den Bergbau und die Aufbewahrung des gewonnenen und aufbereiteten Silbererzes errichteten Schutzburg: (A) Teilweise freigelegte, nach Norden gerichtete Ringmauer. (B) Basis der Burgmauer im Südwestteil der Burg, Gründung auf Paragneis, rechts im Bild Teil der aufgehenden Turmmauer. Fotos: Wolfgang Werner, LGRB.

dass dort, wo heute am Birkenberg (früher: Birchiberg) nur Mauerreste im Wald zu finden sind (Abb. 49 A und B), ein silberführendes Erzvorkommen durch so ertragreichen Silberbergbau und zugehörige Aufbereitung genutzt wurde, dass direkt neben den Gruben sogar eine Schutzburg errichtet werden musste.<sup>149</sup> Punktuell konnten die aufwändigen archäologischen Ausgrabungen direkt neben der Burg tiefe Schachtbergwerke nachweisen, für deren Entwässerung auch lange Wasserlösungsstollen mit Schlägel, Eisen und Feuersetzen aufgefahen worden waren.

Die vermutlich auch aus dem 13. Jahrhundert stammenden Gruben um die unweit vom Birchiberg gelegenen Linglelöcher im *Ehrenstetter Grund*<sup>150</sup> weisen 60–70 m tiefe Schächte,

<sup>149</sup> MATTHIAS FRÖHLICH und HEIKO STEUER, Burg und Bergbau – zum Abschluss der Grabungen an der „Birchiburg“ in Bollschweil-St. Ulrich, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald, in: Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 2002, hg. vom Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart u. a., Stuttgart 2003, S. 238–243; MATTHIAS FRÖHLICH, Burg und Bergbau im südlichen Schwarzwald. Die Ausgrabungen in der Burg am Birkenberg (Archäologie und Geschichte, Bd. 20), Ostfildern 2013.

<sup>150</sup> GERT GOLDENBERG, Die montanarchäologische Prospektion – Methoden und Ergebnisse, in: Freiburger Universitätsblätter 109 (1990), S. 85–113; HEIKO STEUER, Bergbau auf Silber und Kupfer im Mittelalter, in: Alter Bergbau in Deutschland, hg. von HEIKO STEUER und ULRICH ZIMMERMANN (Archäologie in Deutschland, Sonderheft), Stuttgart 1993, S.75–91.

Wasserlösungseinrichtungen, Wasserhebevorrichtungen und ausgedehnte Abbaue auf schmalen, sporadisch erzführenden Quarzgängen im Grundgebirge nach, wie jüngste Vermessungsarbeiten von privaten Bergbauforschern gezeigt haben. Über die wahrscheinlich schon auf keltische Erzsucher zurückgehenden und im Mittelalter intensiv genutzten Quarz-Baryt-Gänge im vorderen Münstertal beim Weiler *Kropbach* schreibt Rainer Slotta: „Monumentalität und riesige Ausmaße dieser Verhaue sind wahrscheinlich im Bereich der Bundesrepublik beispiellos“.<sup>151</sup>

Der für die Freiburger Grafen im 14. Jahrhundert bedeutsame Bergbau bei *Todtnauberg* führte u. a. zur Anlage von bis zu 200 m tiefen Schächten, langen Wasserlösungsstollen und kilometerlangen Wassergräben,<sup>152</sup> über die – so wie am Kandel (Länge des „Urgrabens“: 22 km! erbaut 1265–1284...) und am Schauinsland – das nötige Wasser für den Betrieb der Förder- und Aufbereitungsanlagen ganzjährig herbeigeleitet wurde. Im Suggental und im Glottertal waren auch die derzeit ältesten Wasserhebeanlagen Mitteleuropas in Betrieb.<sup>153</sup>

Kurz gesagt, wo immer man auf mittelalterliche Bergwerke stößt und sie systematisch erforscht (was angesichts der Enge der meist verstürzten Grubenräume, der zusetzenden Wässer und der geringen Standfestigkeit der zahlreichen Störungszonen ein mühsames, zeitintensives Unterfangen ist), so ist man besonders angesichts der meist spärlichen über Tage erhaltenen Spuren und der damals zur Verfügung stehenden einfachen Werkzeuge für Vortrieb und Abbau überrascht und beeindruckt, wie umfangreich und technisch durchdacht der mittelalterliche Erzbergbau im Schwarzwald war. Gerade die Untersuchungen auf der genannten Grube Caroline zeigen auch, dass die mittelalterlichen Bergleute hinsichtlich geschickter Nutzung der verschiedenen Gesteine<sup>154</sup> und in Bezug auf die Vermessung versiert waren. Auch diese Grube lag fast vollständig unter dem Grundwasser – offensichtlich kein allzu großes Hindernis für die mittelalterlichen Bergleute.

#### 4.1.4 16. bis 18. Jahrhundert

Nach dem Mittelalter ging der Bergbau wegen der o. g. Klimaverschlechterung und vielen kriegerischen Auseinandersetzungen fast überall deutlich zurück, nur in besonders ergiebigen, gut erschlossenen Revieren hielt er sich noch bis zum Ende des 16. Jahrhunderts, so am Schauinsland<sup>155</sup> und im Unteren Kinzigtal, wo bis 1585 noch 14 Gruben in Betrieb waren und in Haslach i. K. so-

<sup>151</sup> SLOTTA, Metallerzbergbau, Teil 2 (wie Anm. 105), S. 1305.

<sup>152</sup> ALBRECHT SCHLAGETER, Zur Geschichte des Bergbaus im Umkreis des Belchen, in: Der Belchen. Geschichtlich-naturkundliche Monographie des schönsten Schwarzwaldberges, hg. von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und dem Institut für Ökologie und Naturschutz (Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, Bd. 13) Karlsruhe 1989, S. 127–309.

<sup>153</sup> ANDREAS HAASIS-BERNER, Wasserkünste, Hangkanäle und Staudämme im Mittelalter. Eine archäologisch-historische Untersuchung zum Wasserbau am Beispiel des Urgrabens am Kandel im mittleren Schwarzwald (Freiburger Beiträge zur Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends, Bd. 5), Rahden/Westfalen 2001; HAASIS-BERNER, Glottertal (wie Anm. 141).

<sup>154</sup> Für die Förderung wichtige Schächte wurden in stark verkieselten, sehr standfesten Gneisen abgeteuft, um sie langfristig nutzen zu können (sie stehen nach über 500 Jahren noch immer ohne künstlichen Ausbau). Erkundungstrecken und Abzugskamine für den beim Feuersetzen entstehenden Rauch wurden in tonmineralreichen Störungen, den sogenannten Ruscheln, angelegt, welche den Vortrieb in horizontaler wie vertikaler Richtung sehr erleichterten. Wasserlösungsstollen wurden über Entfernungen von mehr als 500 m vom tiefstmöglichen Punkt (Stollenmundloch am Bach) mit einem Gefälle von weniger als 0,3° aufgeföhren.

<sup>155</sup> STRASSBURGER, Bergbau im Schauinsland (wie Anm. 134).

gar bis 500 Bergleute Beschäftigung fanden;<sup>156</sup> die wieder freigelegte Grube Segen Gottes bei Schnelllingen kündigt aus dieser Zeit (Abb. 50). Auch in den Vogesen, besonders im Lebertal, dauerte der wahrscheinlich seit dem 9. Jahrhundert betriebene Silberbergbau noch bis



Abb. 51: Mit Schlägel- und Eisenarbeit aufgefahrene Strecke in der Grube St. Louis-Eisenthür bei Sainte-Marie-aux-Mines, Vogesen. Dieser im Granit angelegte Grubenbau ist über zwei Meter hoch und lässt sich wegen der typischen „Sargform“ in das 16./17. Jahrhundert datieren. Das dunkle Band an den Stößen zeigt an, wo die Bretter der Wetterscheider eingebaut waren - eine bemerkenswerte technische Erfindung zum Bewettern langer Strecken ohne zweiten Ausgang. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.



Abb. 50: Mit Schlägel- und Eisenarbeit aufgefahrener Stollen auf der Grube Segen Gottes bei Schnelllingen im Kinzigtal. Wahrscheinlich stammt dieser Grubenbau aus dem 16. Jahrhundert, worauf die kastenartige Form des Stollens hinweist. Foto: Wolfgang Strittmatter, Oberndorf a. N.

zum Jahr 1600, doch seine Blütezeit hatte er im 11. bis 13. Jahrhundert. Eine letzte kurze Hochphase gab es im 16. Jahrhundert unter vorderösterreichischer Hoheit. Um das Jahr 1546 sollen über 1.000 Personen im Bergbau zur Gewinnung der silberhaltigen Fahlerze tätig gewesen sein.<sup>157</sup> Die beeindruckenden, mit Schlägel und Eisen aufgefahrenen Grubenbaue kann man heute wieder zu einem großen Teil befahren (Abb. 51); möglich machen es der standfeste Granit und ehrenamtliche Ausgräber

<sup>156</sup> BLIEDTNER / MARTIN, *Erz- und Minerallagerstätten* (wie Anm. 89); WERNER, *Bergbau im Kinzigtal* (wie Anm. 93).

<sup>157</sup> HEINRICH WINKELMANN, *Bergbuch des Lebertals*, Wethmar/Lünen 1962; RUDOLF METZ, *Der frühere Bergbau bei Markirch im Elsaß*, in: *Der Aufschluss* 17 (1966), S. 164–169.



aus Sainte-Marie-aux-Mines. Im örtlichen Heimatmuseum sind Funde aus den Markircher Silbergruben ausgestellt (Abb. 52).

Der 30-jährige Krieg brachte in den wenigen noch verbliebenen Bergbaurevieren das Ende der Förderung. Erst Anfang des 18. Jahrhunderts kam der Bergbau wieder langsam in Gang, wobei dem Haus Fürstenberg eine wichtige Rolle zukam. Um 1700 wurde der Bergbau auf den kupferführenden Gängen von Rippoldsau und ab 1703 auf Silber und Kobalt bei Wittichen aufgenommen. Im Jahr 1725 wurden bei Wittichen, Schapbach und Haslach schon wieder 26 Bergwerke betrieben. Zahlreiche erhaltene Dokumente und moderne Grabungen ermöglichen einen recht umfangreichen Einblick in den als „Nachlesebergbau“ zu bezeichnenden Bergbau des 18. und frühen 19. Jahrhunderts.<sup>158</sup> Ab dem frühen 18. Jahrhundert nahm auch die Salzgewinnung aus Solebrunnen signifikant zu.<sup>159</sup>



Abb. 52: Schlägel und Bergeisen aus den Gruben um Markirch/Sainte-Marie-aux-Mines, überwiegend aus dem 16. Jahrhundert, Heimatmuseum in Sainte-Marie-aux-Mines. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

<sup>158</sup> Beschreibungen z. B. bei METZ / RICHTER / SCHÜRENBERG, Blei-Zink-Erzgänge (wie Anm. 83); RUDOLF METZ, Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald, besonders in dessen alten Bergbaurevieren, Lahr, 2. vollst. überarb. Aufl. 1977; METZ, Landeskunde (wie Anm. 89); SLOTTA, Metallergbergbau, Teil 2 (wie Anm. 105); BLIEDTNER / MARTIN, Erz- und Mineralagerstätten (wie Anm. 89); WOLFGANG WERNER / STEPHAN KALTWASSER, Zur Geschichte des Bergbaureviers Freiamt-Sexau (Mittlerer Schwarzwald), in: Die Erz- und Mineralgänge im alten Bergbaurevier „Freiamt-Sexau“ (Mittlerer Schwarzwald) – Lagerstättengeologie, Tektonik, Mineralogie, Geochemie, Geochronologie, Bergbaugeschichte, hg. von DIETHARD H. STORCH und WOLFGANG WERNER (Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Bd. 14), Freiburg i. Br. 1994, S. 221–280; WERNER / DENNERT, Lagerstätten und Bergbau (wie Anm. 89); WERNER, Bergbau im Kinzigtal (wie Anm. 93); MARKL, Bergbau und Mineralienhandel (wie Anm. 89).

<sup>159</sup> Siehe SIMON, Geschichte der Salzgewinnung (wie Anm. 69), S. 122, Abb. 12.

Im Kontext dieses Beitrags erscheint eine Betrachtung dieser Bergbauphase jedoch weniger lohnend, wurden in dieser Zeit doch fast ausschließlich die Gruben des Mittelalters wieder aufgewältigt und auch meist nur kurzzeitig betrieben, ohne neue Lagerstättenteile zu erschließen. Betreiber waren überwiegend bemühte Bergbauern, aber auch Abenteurer und Aktienspekulanten<sup>160</sup>. Die kostenintensive Lösung der im Grundgebirge reichlich zusetzenden Wässer war sicher der wichtigste Grund für das frühe Ende vieler Gruben, außerdem dürften die mittelalterlichen Bergleute die Erzkörper im oberflächennahen Bereich in der Regel bis zur Neige abgebaut haben. Die Grube Wenzel im Frohnbach bei Oberwolfach kann als Beispiel dafür angeführt werden, dass der Bergbau im 18. Jahrhundert auch erfolgreich sein konnte. 1767 stieß man dort nach Aufwältigung mittelalterlicher Stollen auf ein 80 m langes Silbererzmittel, aus dem rund 7 t Silber erschmolzen werden konnten;<sup>161</sup> es war von den Vorgängern noch nicht erreicht worden. Spätere Arbeiten waren dort aber wiederum erfolglos.

#### 4.1.5 19. und 20. Jahrhundert

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Minerale für die Industrie interessant, die man bislang als wertlos auf Halde geworfen hatte; der Erzbergbau trat – mit Ausnahme des Schauinslands – in den Hintergrund. Es begann mit dem *Schwerspat*. Dieses weiße Bariumsulfat, das im Gegensatz zu Kalk nur sehr schwer Reaktionen mit anderen Stoffen eingeht und auch am Tageslicht dauerhaft nicht nachdunkelt, wurde für die Farbenindustrie zur Herstellung von Lithoponen von Bedeutung.

Auf den Clara-Gängen bei Oberwolfach begann der Schwerspatabbau um 1850, ebenso auf der Grube Himmlisch Heer bei Hallwangen. Auf der Grube Käfersteige bei Pforzheim wurde der Abbau von Fluorit und Baryt im Jahr 1935 aufgenommen, bei Wieden im Südschwarzwald schon im Jahr 1924. Der in den letzten Jahrzehnten auf die Herstellung von Säurespat ausgerichtete Abbau auf der Grube Käfersteige (dem größten Flussspatgang Mitteleuropas) wurde 1997 eingestellt, weil die Flussspat-Billigimporte aus China für einen nachhaltigen Preisverfall sorgten. Auf der Grube Clara wird seit 1978 ebenfalls Flussspatgewinnung betrieben. Im Südschwarzwald ging umfangreicher Spatbergbau auf den Gruben Gottesehre (1955–1989) südlich von St. Blasien, den Gruben Anton, Tannenboden und Finstergrund bei Wieden (1924–1974) sowie der Grube Teufelsgrund im Münstertal (1942–1958) um. Außerdem wurde bei Aitern, Grafenhäusen bei Neustadt, Igelschlatt und Brenden (beide Krs. Waldshut-Tiengen) sowie in Brandenburg (Krs. Lörrach) Spatbergbau betrieben.

Helge Steen<sup>162</sup> präsentiert einen Überblick über die Geschichte des modernen Gangbergbaus im Schwarzwald und schildert die wechselvolle Geschichte von über 60 Bergwerken, die in der Zeit nach 1890 angelegt wurden, meist aber nur einige Jahre oder wenige Jahrzehnte zur Prospektion oder zum Abbau in Betrieb waren. Ziel der Arbeiten waren überwiegend Fluss- und Schwerspat, daneben Zink- und Bleierze (Friedrich-Christian und Herrensegen bei Wildschapbach, Gottesehen bei Bleibach, Schauinsland, Grube Hausbaden bei Badenweiler, Sehringen),

---

<sup>160</sup> Auch als „Kuxkränzler“ bezeichnet; Kux = Bergbauaktie mit Zuschussverpflichtung, solange die Grube nicht rentabel war. Die Kunst der Spekulanten bestand (wie heute) darin, Zahlungswillige mit dem Ausblick auf baldige „reiche Erzanbrüche“ von Quartal zu Quartal bei der Stange zu halten. Der „Zubuße“ genannte Zuschuss wurde von einem eigenen Boten beim Kuxinhaber persönlich eingefordert.

<sup>161</sup> BLIEDTNER / MARTIN, Erz- und Minerallagerstätten (wie Anm. 89).

<sup>162</sup> STEEN, Geschichte des modernen Bergbaus (wie Anm. 18).

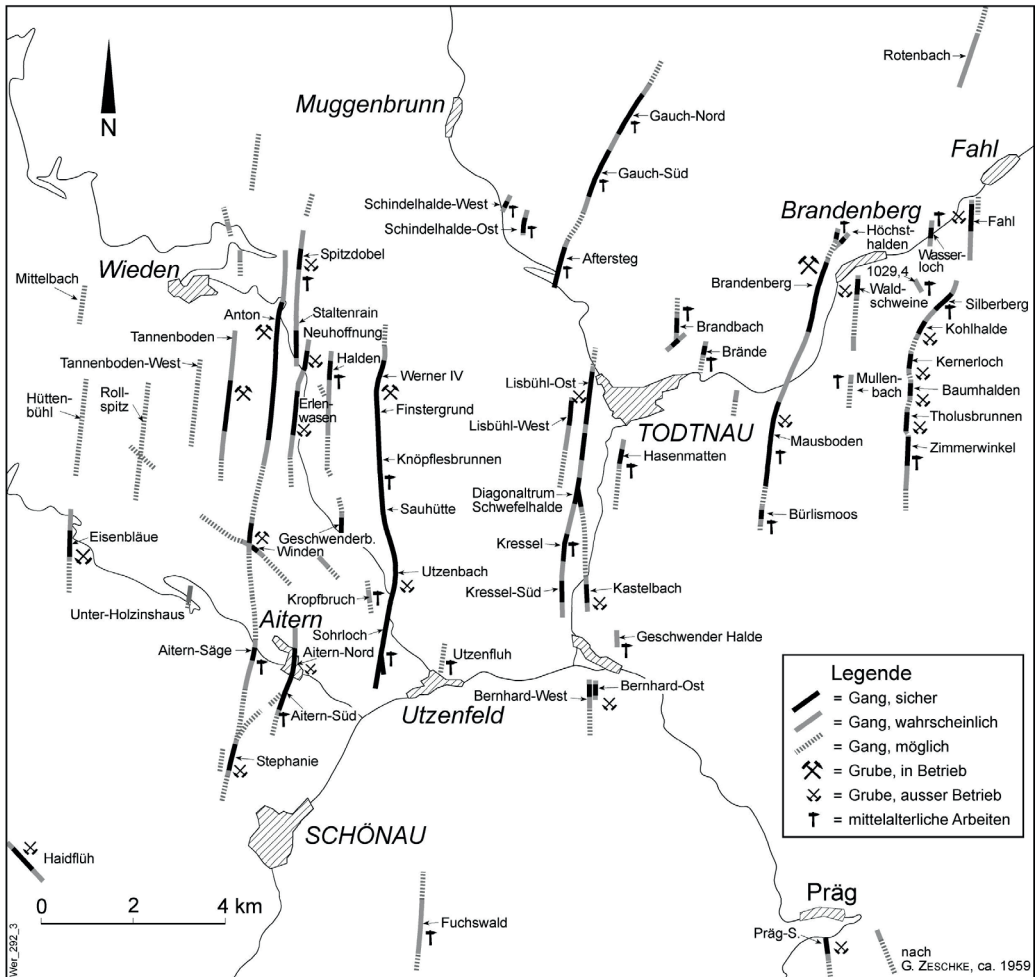


Abb. 53: Im Südschwarzwald bei Wieden, Utzenfeld, Todtnau und Fahl treten auf ungewöhnlich engem Raum zahlreiche, oft lang aushaltende Fluss- und Schwespatgänge mit generellem Oberrheingraben-parallelem Streichen auf. Seit dem Mittelalter ging in diesem Gebiet umfangreicher Bergbau um, der sich aber fast ganz auf das Niveau über dem Grundwasserspiegel konzentrierte. Grafik: LGRB.

Manganerze (Rappenloch bei Eisenbach), Kobalt (Wittichen), Uran (Menzenschwand, Müllensbach) und Nickel (Friedrich-August bei Horbach, Mättle bei Todtmoos).

Zu den größten *Flussspatlagerstätten* Europas gehört der Käfersteige-Gang bei Pforzheim. Mit dem Abbau von Fluss- und Schwespat wurde dort im Jahr 1935 begonnen. Schrittweise wurde der Bergbau dort so rationalisiert, dass nur noch wenige Bergleute angelegt waren, um den durchschnittlich zwölf Meter mächtigen Mineralgang abzubauen. Der Abtransport zur Aufbereitung erfolgte durch Lastkraftwagen von Subunternehmern, welche über die 1989 fertiggestellte sogenannte Würmtal-Rampe zwei Kilometer tief in das Bergwerk fuhren, um dort die LKW automatisch befüllen zu lassen. Trotz dieser und weiterer Rationalisierungsmaßnahmen wurde die Förderung im Herbst 1996 überraschend aufgrund finanzieller Überlegungen des Eigentümers,

der Bayer AG Leverkusen, eingestellt. Der „handgeklaubte“ Flussspat aus China war am Rotterdamer Hafen billiger als der Spat aus dem Nordschwarzwald.<sup>163</sup> Insgesamt hat die Grube Käfersteige im Zeitraum 1935–1996 fast 2 Mio. t Flussspathaufwerk mit einem verwertbaren Anteil von ca. 1. Mio. t Fluorit sowie 40.000 t Baryt gefördert.

In fast allen Fällen hatte auch der moderne Bergbau dort angesetzt, wo schon während des Mittelalters oder im 18./19. Jahrhundert Erzsuche oder -gewinnung entsprechende Aufschlüsse auf den Mineralgängen geschaffen hatte. Besonders bedauerlich ist, dass aus dieser intensiven Phase des Bergbaus kaum verwertbare Lagerstättenbeschreibungen oder gar Reserveberechnungen vorliegen. Zu den wenigen Ausnahmen zählt das Revier Wieden, in dem die Gewerkschaft Finstergrund mehrfach lagerstätteengeologische Gutachten anfertigen ließ, welche dem LGRB zum Teil vorliegen. Danach reichten die sicheren und wahrscheinlichen Vorräte im Jahr 1965 noch für 16 Jahre, die durch Bohrungen eingeengten möglichen Vorräte für mehr als 30 Jahre.<sup>164</sup> Schon allein die große Zahl langaushaltender Mineralgänge prädestiniert dieses Revier für künftige Erkundungsarbeiten unterhalb des Grundwasserspiegels (Abb. 53). Die Aufschlüsse auf der Grube Käfersteige und der in Betrieb befindlichen Grube Clara, welche in 850 m Tiefe noch im-



Abb. 54: Lader im Streckenvortrieb auf der Fluss- und Schwerspatgrube Clara bei Oberwolfach, Mittlerer Schwarzwald. Foto: Sachtleben Bergbau GmbH.

<sup>163</sup> Nur wenige Jahre später wurde auch der chinesische Flussspat wieder deutlich teurer; seit fast zehn Jahren benötigt China für seine boomende Industrie den Spat selbst und kauft ihn weltweit ein. Aus diesem Grund gehört Flussspat heute zu den sogenannten Kritischen Rohstoffen (s. Abb. 59).

<sup>164</sup> WOLFGANG WERNER, Mineralische Rohstoffe, in: Erläuterungen zum Blatt 8113 Todtnau, hg. von HORST PETER HANN und HUBERT ZEDLER, Freiburg i. Br. 2011, S. 98–115.

mer auf ergiebigen, zum Teil auch recht erziehlen Spatgängen Gewinnung betreibt (Abb. 54 und 55), sowie die punktuellen Erkundungsdaten aus dem Freudenstädter Raum (Kap. 3.6) deuten an, dass der Schwarzwald ein interessantes Potenzial auf Fluss- und Schwerspat besitzt.<sup>165</sup> Im Regelfall wurde der Betrieb auf den Gruben in den oben genannten Revieren im 20. Jahrhundert nicht wegen der Erschöpfung der Lagerstätten eingestellt, sondern aus technischen (Wasserlösung) oder wirtschaftlichen Gründen (Preisdruck).

Ein weiteres spannendes und aufschlussreiches Kapitel der Rohstoffgewinnung in Baden-Württemberg ist das des *Steinsalzbergbaus*. Auch hier ist eine Besonderheit festzustellen: Im außeralpinen Mitteleuropa war der Steinsalzbergbau, also die Gewinnung im bergmännischen Vortrieb, am Neckar der erste überhaupt. Wie zuvor berichtet (Kap. 3.5), ist Baden-Württemberg mit über 5 Mio. t Steinsalzproduktion aus zwei großen Bergwerken führend in Deutschland. Besonders Theo Simon hat sich ausführlich mit diesem Thema befasst und umfangreiche Publikationen dazu vorgelegt,<sup>166</sup> sodass eine Darstellung hier unterbleiben kann. Festzustellen aber ist mit Hinblick auf die Zukunft der Rohstoffversorgung im Land, dass das oder die Steinsalzlager



Abb. 55: Fahlerzreicher Schwerspatgang auf der Grube Clara, Sohle 15.1. Foto: Birgit Kimmig, LGRB.

<sup>165</sup> WERNER, Schätze unter dem Boden (wie Anm. 34); Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>166</sup> SIMON, Salz und Salzgewinnung (wie Anm. 69); DERS., Historische Salzgewinnung (wie Anm. 69); DERS., Geschichte der Salzgewinnung (wie Anm. 69).

im Mittleren Muschelkalk noch ein großes Potenzial aufweisen.<sup>167</sup> Anders als im früheren Spatbergbau ist die bergmännische und geologische Dokumentation hier relativ gut, sodass man daran unmittelbar anknüpfen kann.

#### 4.1.6 Frühere Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen in Südwestdeutschland

Im Gegensatz zum historischen Metallergbergbau ist über die frühere Nutzung der Steine- und Erden-Rohstoffe wenig geforscht worden, obwohl sie hinsichtlich Umfang und regionaler Verbreitung noch weit bedeutender war und ist. Dem aufmerksamen Wanderer fallen die zahlreichen alten Steinbrüche sowie Kies-, Sand- und Tongruben im Land auf, einerseits weil die meisten historischen Gewinnungsstellen oft eine Ausdehnung von nur 50–100 m hatten und lediglich 5–15 m tief reichten, andererseits weil bei Abbaueugnissen an der Oberfläche Klima und Vegetation besonders rasch und gründlich die Spuren verwischen. Doch es gibt auch große Abbaugelände, die über Jahrhunderte hinweg betrieben wurden und sich über viele Hundert Meter Länge erstrecken. Wegen der meist intensiven Nachnutzung sind auch deren Spuren oft bis zur Unkenntlichkeit



Abb. 56: Historischer Sandsteinbruch bei Teningen-Heimbach; hier wurde Buntsandstein vom Mittelalter bis ins 20. Jahrhundert abgebaut. Die Vorräte an hochwertigem Werkstein sind trotz früherer umfangreicher Gewinnung weiterhin immens. Foto: Wolfgang Werner, LGRB.

verwischt, wie z. B. der Freiburger Lorettoberg zeigt. Bei fast allen Bauaktivitäten in diesem begehrten Wohngebiet trifft man auf Abraumhalden, alte Steinbrüche und zugehörige Stollen, welche man zuvor nicht erwartet hatte.<sup>168</sup> Welchen Umfang die historische Werksteingewinnung erreichen konnte, zeigt auch das Beispiel der Buntsandsteinbrüche von Teningen-Heimbach; nach Vermessung durch die Friedrich-Weinbrenner-Gewerbeschule in Freiburg wurden aus diesen Steinbrüchen über 640.000 m<sup>3</sup> Sandstein gelöst, wovon riesige Haldenkomplexe sowie bis 10–30 m hohe und über 800 m lange Steinbruchwände künden. In diesen ausgedehnten Brucharealen findet man nicht selten beeindruckende Spuren der händischen Steingewinnung (Abb. 56).

Außerdem wurden sehr viele günstig gelegene oder besonders hochwertige Gesteinsvorkommen bis in die ersten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts genutzt, weshalb mittelalterliche oder noch ältere Steinbrüche nur ausnahmsweise noch als solche zu identifizieren sind, so bei Tengen am Hochrhein, Lauffen am Neckar, Reichenbach im Odenwald und nördlich vom ehemaligen Zisterzienserkloster Tennenbach (Lkr. Emmendingen).

<sup>167</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>168</sup> WERNER u. a., Naturwerksteine (wie Anm. 13).

## Aktuelle und frühere Gewinnungsstellen in Baden-Württemberg

- Kiese und Sande: Kiese, sandig (222)
- Kiese und Sande: Sande, z. T. kiesig (18)
- Kiese und Sande: Mürlsandsteine (8)
- Kiese und Sande: Gruse aus Metamorphiten (1)
- Kiese und Sande: Gruse aus Plutoniten (4)
- Kalksteine für Kalkprodukte (8)
- Natursteine: Karbonatgesteine (103)
- Natursteine: Metamorphite (12)
- Natursteine: Plutonite (17)
- Natursteine: Sandsteine (1)
- Natursteine: Vulkanite (5)
- Naturwerksteine (46)
- ◆ Zementrohstoffe (9)
- ▲ Ziegeleirohstoffe (22)
- Sulfatgesteine (18)
- Energierohstoffe Ölschiefer (2)
- ★ Steinsalz/Sole (9)
- ★ Fluss-/Schwerspat (1)
- Kohlsäure (1)
- Torf (1)

### Stillgelegte inkl. historische Gewinnungsstellen

- Kies-, Sand-, Ton-, Lehm- und Torfgruben usw.
- Steinbrüche

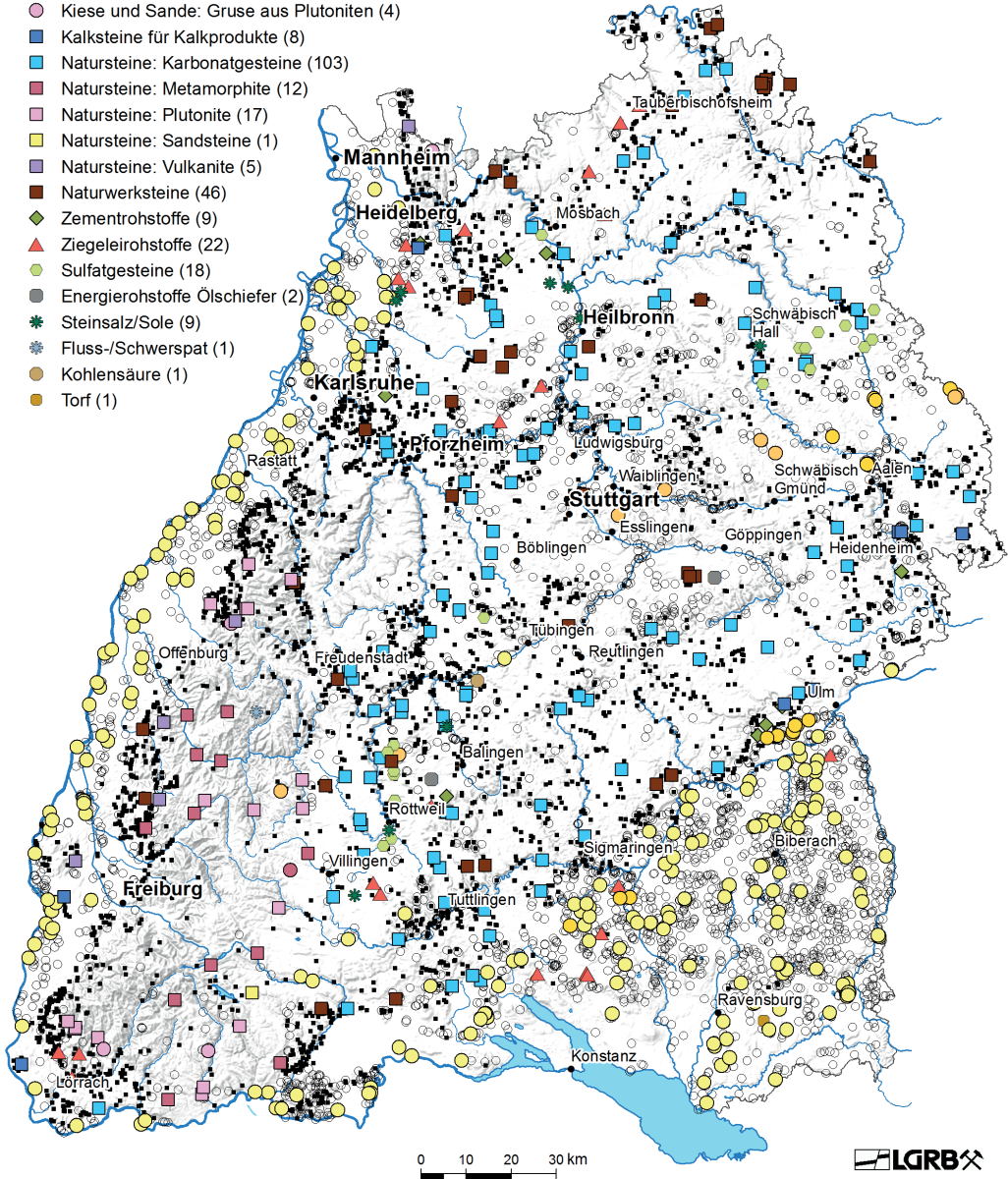


Abb. 57: In Betrieb befindliche, seit 1986 stillgelegte sowie historische Gewinnungsstellen von Steine- und Erden-Rohstoffen in Baden-Württemberg, Stand 2014. Grafik: LGRB.

Auch die Steinbruchindustrie wurde nur selten dokumentiert. Reyer<sup>169</sup> ermittelte für das damalige Württemberg unter Nutzung der Zahlen des Gewerbe- und Aufsichtsamts die Anzahl der Werksteinbetriebe und der dort beschäftigten Arbeiter. In den Jahren 1904/05 gab es danach alleine in Württemberg insgesamt 862 Betriebe; die meisten führten allerdings mehrere Steinbrüche. Frank<sup>170</sup> dokumentierte für das damalige Land Württemberg die wichtigsten Steine- und Erdenbetriebe und berichtet stichpunktartig über die dort gewonnenen Rohstoffe und ihre Eigenschaften.

Anhaltspunkte zum Umfang der früheren Gewinnung von Festgesteinen für den Mauer- und Straßenbau oder für Steinmetz- und Bildhauerarbeiten gibt die zuvor erläuterte amtliche Kartierung (Kap. 2.3). Insgesamt konnten bislang durch Kartenauswertung und Geländebegehungen über 11.000 alte Gewinnungsstellen im Land erkannt werden (Steine und Erden, Industrieminerale, oberflächennaher Eisenerzabbau, Torf usw.). Nach dem aktuellen Stand der amtlichen Dokumentation sind in gesamt Baden-Württemberg heute noch rund 4.000 alte Steinbrüche und ca. 3.300 Kies-, Sand- und Lehm- bzw. Tongruben im Gelände nachweisbar (Abb. 57). Davon wurden etwa 1.700 ganz oder überwiegend für die Gewinnung von Naturwerksteinen genutzt.

Durch die Monographie *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg*<sup>171</sup> sind die wichtigsten Naturwerksteinvorkommen und die darin befindlichen großen Steinbrüche bzw. Steinbruchgebiete zwischenzeitlich dokumentiert; auch die Geschichte namhafter Werksteinfirmen ist dort nachzulesen. Die Erläuterungshefte zur Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg (KMR 50) des LGRB geben Informationen zu den Gewinnungsstellen in den jeweiligen Arbeitsgebieten und beschreiben die genutzten Lagerstätten. Eine kurze Darstellung der großen Zementwerke im Land Baden-Württemberg ist im Rohstoffbericht von 2006 zu finden, daneben in vielen Sonderpublikationen der Industrie, die meist anlässlich von Firmenjubiläen erstellt wurden. Unterlagen zu allen seit Mitte der 1980er Jahre betriebenen Gewinnungsstellen sind in den Archiven des LGRB zu finden.

Mit Hinblick auf die Zielsetzung dieses Beitrags, nämlich nach einem Rückblick über die heimischen Rohstoffe auch eine Vorstellung vom Potenzial für unsere künftige Rohstoffversorgung zu ermöglichen, ist es wichtig festzuhalten, dass diese Gewinnungsstellen recht gleichmäßig über das Land verteilt vorliegen, und dass viele von ihnen, sofern sie nicht über- oder völlig umbaut sind, noch gewinnbare Vorräte enthalten. Die Karte der Abb. 57 zeigt die Lage der historischen und der in Betrieb befindlichen Gewinnungsstellen.

## 4.2 Art und Umfang der heutigen Rohstoffgewinnung

Die industrielle Revolution, das Wachstum der Städte und Dörfer besonders seit der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts, der Wiederaufbau nach den beiden Weltkriegen und das dichter werdende Netz von Verkehrswegen führten im 20. Jahrhundert zu einem Rohstoffbedarf in zuvor nicht dagewesenem Umfang. Die Gesamtförderung an mineralischen Rohstoffen betrug in Deutschland z. B.

---

<sup>169</sup> ERWIN REYER, Die Bausteine Württembergs nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung und ihrer Struktur in Bezug zu ihrer bautechnischen Verwendung und wirtschaftlichen Bedeutung, Halle/Saale 1927.

<sup>170</sup> MANFRED FRANK, Die natürlichen Bausteine und Gesteinsbaustoffe Württembergs, Stuttgart 1944; DERS., Technologische Geologie der Bodenschätze Württembergs, Stuttgart 1949.

<sup>171</sup> WERNER u. a., Naturwerksteine (wie Anm. 13).



im Jahr 2009 585 Mio. t., im Jahr 2005 lag sie sogar bei 654 Mio. t.<sup>172</sup> Die meisten heutigen Gewinnungsstellen von Steinen und Erden bauen seit den 1980er Jahren jeweils mehr als 100.000 t, oft auch über 200.000 t pro Jahr ab. Die größten Betriebe fördern jeweils deutlich über 1 Mio. t Kalksteine oder Kies und Sande pro Jahr. Konservativ geschätzt wurden im Gebiet des heutigen Landes Baden-Württemberg seit Anfang des 20. Jahrhunderts mindestens sechs bis sieben Milliarden Tonnen an mineralischen Rohstoffen gewonnen. Wie zuvor dargelegt, können wir aufgrund der geologischen Verhältnisse aber nicht auf alle benötigten Rohstoffe zugreifen, doch gut zwei Drittel des Mengenbedarfs an mineralischen Primärrohstoffen können aus heimischen Lagerstätten bereitgestellt werden.

Aufgrund ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung ist die Pflicht zur planerischen Sicherung von Flächen zur Gewinnung oberflächennaher mineralischer Rohstoffe im Landesplanungsgesetz verankert. Die Fertigung rohstoffgeologischer Planungsgrundlagen ist Aufgabe des Staatlichen Geologischen Dienstes. Hierzu gehören die rohstoffgeologischen Karten und die Abschätzungen bzw. die Erfassung der Gewinnungsmengen. Diese Bestandsaufnahme ist Grundlage für die planerisch erforderlichen Bedarfsprognosen. Das LGRB führt daher seit 1986 auch eine Aufnahme aller in Betrieb befindlichen Abbaustellen des Landes durch (Abb. 57). Daneben berät es Genehmigungs- und Planungsbehörden sowie Rohstoffunternehmen in den Antragsverfahren sowie bei Maßnahmen der betrieblichen Rohstoffsicherung.

Die Erhebungen erbrachten für das Jahr 2000, dass in etwa 600 Gewinnungsstellen 106 Mio. t Gesteinsrohstoffe abgebaut wurden und daraus eine Produktionsmenge (= Mengen verkaufsfähiger Produkte) von rund 95 Mio. t erzielt wurde. In den Jahren 2010/2011 wurden in Baden-Württemberg insgesamt 516 Rohstoffgewinnungsstellen betrieben, 505 davon über Tage, elf unter Tage bzw. als Bohrlochbergbau (Sole); 229 sind Steinbrüche, 276 Tagebaugruben zur Gewinnung von Lockergesteinen.<sup>173</sup> Die Gesamtfördermenge lag im Jahr 2011 bei gut 92 Mio. t, daraus wurden 82 Mio. t verkaufsfähige Produkte erzeugt.

Die Gegenüberstellung zeigt, dass in rund zehn Jahren die Förderung um 14 Mio. t zurückgegangen ist, die daraus erzielte Produktionsmenge um 13 Mio. t. Auch in den anderen deutschen Bundesländern nahm die Rohstoffförderung in diesem Zeitraum konjunkturbedingt um 7–10 % ab. Das Diagramm der Abb. 58 verdeutlicht, wie sich Förderung und Produktion an heimischen mineralischen Rohstoffen seit 1990 entwickelt haben; im Jahr 1992 war das Maximum der Förderung erreicht. Gemittelt über den Zeitraum 1992–2011 liegt Baden-Württemberg mit der für diesen Zeitraum mittleren Fördermenge von 100,8 Mio. t bundesweit an dritter Stelle, nach Bayern und Nordrhein-Westfalen.<sup>174</sup> Während der Phase, in der die Förderung um 110 Mio. t/a lag, stieg mit kleiner zeitlicher Verzögerung die Zahl der Gewinnungsbetriebe von 580 auf über 620 an (Abb. 58). Seither sinkt sie fast kontinuierlich und liegt heute bei 516; einher ging eine Erhöhung der Produktionskapazitäten in vielen Betrieben.

Die statistische Pro-Kopf-Nachfrage an heimischen Rohstoffen betrug im Jahr 2011 rund 8,5 t im Jahr, im Jahr 2000 lag sie noch bei 10 t im Jahr. In Baden-Württemberg wird (mindestens seit Beginn der LGRB-Erhebungen 1986) ziemlich genau so viel abgebaut, wie auch im Land benötigt wird. Dies unterscheidet Baden-Württemberg von den meisten Bundesländern, die entweder Baurohstoffe aus Nachbarländern einführen oder Baurohstoffe exportieren.

<sup>172</sup> Rohstoffbericht 2006 (wie Anm. 17); Steine- und Erden-Rohstoffe (wie Anm. 14).

<sup>173</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>174</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

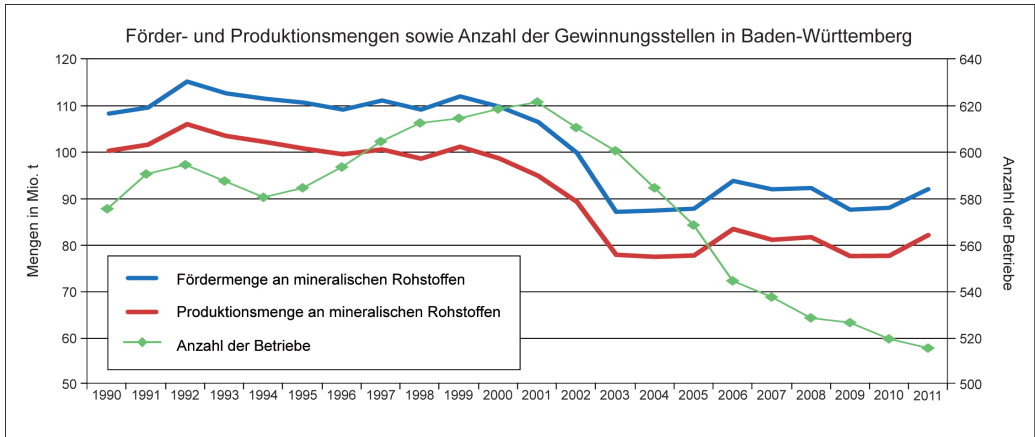


Abb. 58: Entwicklung der Förder- und Produktionsmengen an mineralischen Rohstoffen in Baden-Württemberg im Zeitraum 1990–2011; dargestellt ist auch die Veränderung bei der Zahl der in Betrieb befindlichen Gewinnungsstellen. Grundlage: LGRB-Gewinnungsstellen-Datenbank, Stand 2013. Grafik: LGRB.

Die heutige Rohstoffgewinnung über und unter Tage baut technisch und oft auch räumlich auf jener der vergangenen Jahrhunderte auf (Kap. 4.1), für den Blick in die Zukunft ist die heutige Situation aber natürlich besonders wichtig und aufschlussreich. In Kap. 2.2 wurde ein Überblick über die wichtigen Rohstoffe des Landes gegeben; listet man diese nach den in den letzten Jahren nachgefragten Fördermengen auf, so ergibt sich folgende Reihung:

1. Natursteine für Verkehrswegebau, Baustoffe und Betonzuschlag – Untergruppe Kalksteine [30,2 Mio. t];
2. Kiese für Verkehrswegebau, Baustoffe und Betonzuschlag [26, 2 Mio. t];<sup>175</sup>
3. Sande [11,2 Mio. t];
4. Zementrohstoffe inkl. Ölschiefer [7,0 Mio. t];
5. hochreine Kalksteine [5,6 Mio. t];
6. Steinsalz und Sole [5,0 Mio. t];
7. Natursteine für Verkehrswegebau, Baustoffe und Betonzuschlag – Gruppe Metamorphite [1,6 Mio. t];
8. Natursteine für Verkehrswegebau, Baustoffe und Betonzuschlag – Gruppe Plutonite [1,4 Mio. t];
9. Sulfatgesteine [1,1 Mio. t];
10. Ziegeleirohstoffe / grobkeramische Rohstoffe [0,9 Mio. t];
11. Quarzsande und -kiese [0,8 Mio. t];
12. Natursteine für Verkehrswegebau, Baustoffe und Betonzuschlag – Gruppe Vulkanite [0,8 Mio. t];
13. Fluss- und Schwerspat [rund 200.000 t];
14. Naturwerksteine [110.000 t];
15. sonstige Rohstoffe: Silber- und Kupfererz, Gruse, gebrochene Sandsteine für den Wegebau, Torf, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) [zusammen 200.000 t].

<sup>175</sup> Kiese und Sande treten häufig auf derselben Lagerstätte auf und werden auf diesen gemeinsam gewonnen, durch Aufbereitung aber getrennt und für verschiedene Einsatzbereiche verwendet; addiert man beide Korngrößengruppen, so macht die als „sandige Kiese“ bezeichnete Gruppe eine Fördermenge von 37,4 Mio. t aus.

Diese Liste macht deutlich, für welche Rohstoffe eine langfristige Rohstoffsicherung eine besonders große Rolle spielt, nämlich für die für den Bau verwendeten Massenrohstoffe, wobei den Karbonatgesteinen und den Kiesen und Sanden die größte Bedeutung zukommt.

### 4.3 Künftige Rohstoffgewinnung

Um abschätzen zu können, wie groß die zeitliche Versorgungsreichweite an wichtigen Rohstoffen ist, müssen die bisherigen Gewinnungsmengen und die genehmigten Vorräte für die einzelnen Rohstoffgruppen ermittelt werden. Bei der letzten landesweiten Erhebung des LGRB zeigte sich, dass für Zementrohstoffe genehmigte Vorräte rechnerisch für 140 Jahre vorhanden sind, bei Karbonatgesteinen für den Verkehrswegebau und bei hochreinen Kalken für jeweils 30 Jahre, bei Kies und Bausand aber nur noch für 18 Jahre; am geringsten ist sie bei den für den Bau unverzichtbaren Sulfatgesteinen Gips- und Anhydritstein mit rund zehn Jahren.<sup>176</sup> Mit Blick auf die gesamte Landesfläche ist festzustellen, dass bei unveränderter Nachfrage, die durch die heimische Rohstoffgewinnung gedeckt werden soll, bei Kies und Bausand sowie bei Sulfatgesteinen die Gesamtdeckung aus den bestehenden regionalplanerischen Vorrangflächen nicht langfristig dargestellt werden kann. Bei Quarzsanden, Ziegeleirohstoffen und Karbonatgesteinen hingegen stiegen die Reichweiten der genehmigten Reserven meist um ca. zehn Jahre auf 30–40 Jahre an, weil in den Vorjahren der Verbrauch zurückgegangen war.

Aus den LGRB-Erhebungsdaten ist auch ableitbar, dass sich viele in Abbau stehende Lagerstätten hinsichtlich ihrer Rohstoffqualität nach vielen Jahrzehnten der ununterbrochenen Nutzung langsam, aber stetig verschlechtern: Der nicht verwertbare Anteil bei den Kiesen und Sanden stieg von 4 % in 1992 auf 7 % in 2011, beim Kalkstein von 14,3 % in 1999 auf 17,5 % in 2010. Besonders bei den Kalksteinen des Oberen Muschelkalks (Gewinnung vor allem im Neckargebiet und im Kraichgau) ist seit rund 20 Jahren eine stark ansteigende Abraummächtigkeit über den genutzten Lagerstätten festzustellen. Das bedeutet, dass immer mehr Gestein mit hohem Energieaufwand gelöst und aufbereitet werden muss, um die benötigten Produkte liefern zu können. Vor allem aufgrund von ungünstigeren Lagerstättenverhältnissen in den seit den 1930er Jahren stetig erweiterten Abbaustellen geht die sogenannte flächenbezogene Rohstoffergiebigkeit (= Menge gewinnbarer Rohstoffe je m<sup>2</sup> Abbaufäche) insgesamt zurück; dieser Trend verstärkte sich nach 2001.<sup>177</sup>

Wie wird sich die Nachfrage nach Primärrohstoffen entwickeln und welche der benötigten mineralischen Rohstoffe können wir langfristig aus heimischen Lagerstätten gewinnen? Die deutsche Steine- und Erden-Industrie erwartet mit Blick auf die letzten Jahre und unter Berücksichtigung der technisch möglichen Substitution durch Sekundärrohstoffe bis zum Jahr 2030 in ihrer sogenannten oberen Variante einen Nachfrageanstieg nach Primärrohstoffen um fast 16 %, in der sogenannten unteren Variante eine etwa konstante Nachfrage auf heutigem Niveau.<sup>178</sup> Die unabhängigen landesweiten Betriebserhebungen des Geologischen Landesdienstes erbrachten zuletzt,<sup>179</sup> dass die heimische rohstoffgewinnende und -verarbeitende Industrie aufgrund der be-

<sup>176</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>177</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>178</sup> Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2030 in Deutschland, hg. vom BBS – Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V., Berlin 2013.

<sup>179</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

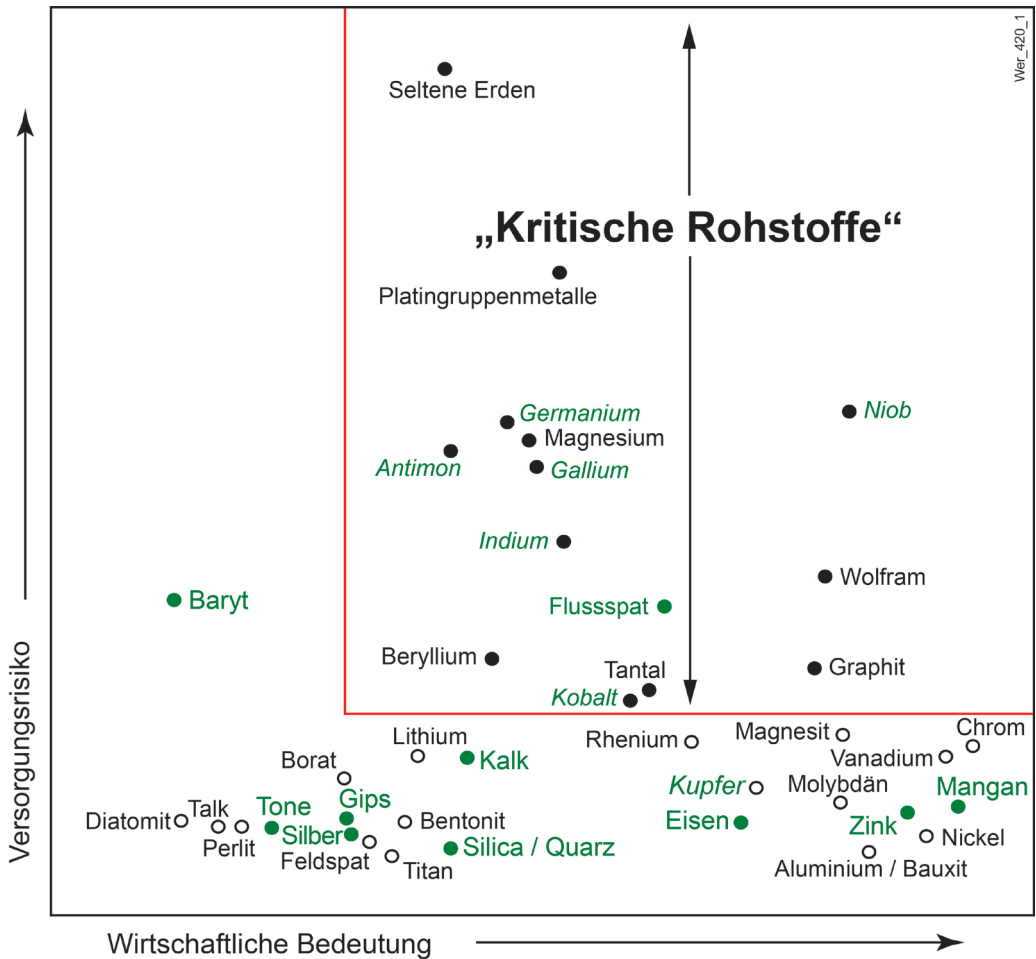


Abb. 59: Für die deutsche Wirtschaft wichtige Metalle und Industriemineralien; abgegrenzt sind die aufgrund der unsicheren Versorgungslage als „kritische Rohstoffe“ bezeichneten Metalle und Industriemineralien. Grün gekennzeichnet sind Rohstoffe, die in Baden-Württemberg in wirtschaftlich interessanten Vorkommen nachgewiesen sind, in *kursiv* solche Rohstoffe, die im Land auftreten, für die aber bisher keine wirtschaftliche Anreicherung erkannt wurde. LGRB-Grafik nach: Ad-hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials, EU, Brüssel, 2010.

reits eingegangenen Bestellungen und des erkennbaren Bau- und Erhaltungsbedarfs von einer leicht ansteigenden Nachfrage ausgeht.

Die Wiederverwertung von Bauabfällen lässt sich hinsichtlich des Verwertungsgrads nach den Erfahrungen der heimischen Industrie kaum mehr steigern. In Baden-Württemberg werden nach der Abfallbilanz des Statistischen Landesamts (Stand Juni 2013) jährlich rund 10 Mio. t rezyklierte Gesteinskörnungen und Heißmischgut (aus Bitumengemischen überwiegend vom Straßenaufbruch) im Erdbau und im Verkehrswegebau eingesetzt; 23,5 Mio. t Bodenmassen und Steine aus dem Bauaushub werden für Verfüllungen und Rekultivierungen in Steinbrüchen und

Gruben verwendet.<sup>180</sup> Die rohstoffgewinnende und -verarbeitende Industrie, welche über die nötigen Flächen zur Aufbereitung von Bauabfällen, die Maschinentechnik und das Know-how verfügt, hat schon lange erkannt, dass dies ein wichtiger Beitrag ist, um die knapper werdenden genehmigten Vorräte schonend zu bewirtschaften.

Einige Steine- und Erden- sowie Industriemineral-Rohstoffe, die wir täglich verwenden, müssen seit jeher aus benachbarten Bundesländern importiert werden, so z. B. Basalt, Talk, Kaolin, Bentonit und andere Spezialtone sowie Kalium- und Magnesiumsalze; Marmor, Magnesit, Bauxit und Perlit beispielsweise kommen aus den europäischen Nachbarländern. Substitution ist bei den genannten Rohstoffen nur bei Basalt und Marmor gut möglich, feinkeramische Tone und Industriemineralien können kaum ersetzt und nicht rezykliert werden.

Die künftige zuverlässige Versorgung mit Metallrohstoffen steht bei der deutschen Industrie nach Jahrzehnten wieder auf der Agenda (Kap. 1). Das 2013 ins Leben gerufene Deutsche Explorationsförderprogramm gilt vor allem dem Nachweis der hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit gegenwärtig besonders „kritischen Rohstoffe“ Antimon, Beryllium, Borate, Chrom, Kobalt, Koks Kohle, Fluorit, Gallium, Germanium, Graphit, Indium, Magnesit, Magnesium, Niobium, Platinmetalle, Phosphate, Leichte Seltene Erden, Schwere Seltene Erden, Silizium und Wolfram. Acht der genannten 20 Stoffe sind aus geologischen Gründen in baden-württembergischen Vorkommen zu finden (Abb. 59), doch mangels Untersuchungen fehlen erschließungsfähige Lagerstätten.

Zu den für die technische Entwicklung besonders wichtigen Metallen gehört auch Kupfer, vor allem wegen seiner guten Leitfähigkeit ist es unverzichtbar für alle Bereiche der Elektrotechnik. Wie zuvor erwähnt (Kap. 3.6), könnte durch Mitgewinnung des in den Schwarzwälder Spatgängen nicht seltenen Fahlerzes immerhin ein Beitrag zur Kupferversorgung geleistet werden (Abb. 55). Auch Zinkblende ist ein nicht seltenes Erz im Schwarzwald (Abb. 8, 32 und 36). Es enthält an den oben genannten kritischen Metallen Gallium, Indium und Germanium. Dazu aber müsste der Spatbergbau erheblich intensiviert werden. Eine wirtschaftliche Bewertung dieser Vorkommen steht aber bisher aus.

Wie eingangs (Kap. 1) geschildert, gab es schon zu vorgeschichtlicher Zeit das Phänomen, dass bestimmte Stoffe entweder reichlich oder eben spärlich bzw. gut verborgen auf heimischen Lagerstätten auftraten und andere, wie z. B. die begehrten Rohstoffe Kupfer, Zinn und Gold, schon damals fast vollständig importiert werden mussten. Die größte Herausforderung liegt nach Ansicht des Autors daher nicht im heterogenen natürlichen Rohstoffangebot, sondern in der vorausschauenden Rohstoffsicherung unter Nutzung der eigenen Möglichkeiten und im dazu erforderlichen gesellschaftlichen Konsens.

Dabei helfen einerseits gute Kenntnisse über die natürlichen Ressourcen und belastbare Prognosen über die künftige Rohstoffnachfrage, andererseits aber auch ein zielführendes und sachgerechtes Handeln seitens der Wirtschaft, der Politik und der Instanzen der Raumplanung. Die Öffentlichkeit ist, wo immer möglich, in den Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozess einzubeziehen; Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer, am besten direkt „vor Ort“, also am Anschauungsobjekt, sind geeignet, hierfür maßgebliche Beiträge zu leisten (Abb. 60).

---

<sup>180</sup> Jahresbericht 2013/2014, hg. vom Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e. V. (ISTE), Stuttgart 2014.



Abb. 60: Für eine langfristige und nachhaltige Rohstoffsicherung ist die Beteiligung der Öffentlichkeit, der möglicherweise betroffenen Anwohner und aller Entscheidungsträger unerlässlich. Erläuterungen direkt am Objekt von Seiten der Rohstofffachleute, der Planungs- und Genehmigungsbehörden sowie der Rohstoffindustrie treffen regelmäßig auf großes Interesse. Tag der offenen Tür in einem Kalksteinbruch im Blautal. Foto: Peter Tschernay, LGRB, 2010.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die weitere sichere Versorgung mit den für Bau, Verkehr, Industrie, Ernährung usw. wichtigen Bodenschätzen ist im letzten Jahrzehnt auch in Deutschland, einem der großen Nachfrageländer der Erde, wieder in die öffentliche Diskussion geraten. Für Rohstoffexperten ist es allerdings schwer nachvollziehbar, dass nach dem durch niedrige Rohstoffpreise ausgelösten Rückzug deutscher und internationaler Rohstoffkonzerne aus Europa Mitte der 1980er Jahre so viel Zeit vergehen musste, ehe man sich wieder ernsthaft mit diesem grundlegend wichtigen Thema befasst.

Die aktuelle wie künftige Entwicklung der Rohstoffversorgung ist durch eine Reihe von Unwägbarkeiten gekennzeichnet, sowohl des globalen wie des regionalen Marktgeschehens als auch der Umwelt- und Sozialstandards, denen diese Märkte unterliegen. Die öffentliche Diskussion wird von Schlagworten wie Senkung des Rohstoffverbrauchs, Wiederverwertung (Recycling, Urban Mining), Substitution und Sicherung der Rohstoffimporte aus Nicht-EU-Ländern bestimmt. Es ist empfehlenswert, die Option, auch künftig auf die heimischen Rohstoffquellen zurückgreifen zu können, nicht aus den Augen zu verlieren.

Die Tagung des Alemannischen Instituts am 10./11. Mai 2012 unter dem Motto *Landesschätze unserer Zukunft* setzte den Schwerpunkt bei den heutigen und künftigen Nutzungsmöglichkeiten unter besonderer Beachtung der heimischen Ressourcen: Mineralische Rohstoffe, Grundwasser und Geothermie, Solarenergie und Holz aus heimischen Forsten. Vorliegender Beitrag, der auf dem bei dieser Tagung gehaltenen Einführungsvortrag *Rohstoffquellen Baden-Württembergs* aufbaut, gibt einen Überblick über die Rohstoffvorkommen des Landes und ihre Nutzung in Vergangenheit und Gegenwart; erkennbare zukünftige Chancen und Herausforderungen werden diskutiert.

Der Beitrag beginnt mit der wechselhaften geologisch-tektonischen Entwicklung Südwestdeutschlands, welche die Voraussetzungen geschaffen hat, dass sehr unterschiedliche Vorkommen von mineralischen Rohstoffen entstanden sind. Die anschließende Auflistung (Kap. 2.2) benennt die Vielfalt an Steinen und Erden, Industriemineralen, Metallerzen und Energierohstoffen. Eine Grundvoraussetzung, um diese oft großen und hochwertigen Rohstofflagerstätten nach den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit gewinnen zu können, ist eine möglichst genaue Kenntnis über ihre Lage, Größe und Beschaffenheit. Aus diesem Grund führt der geologische Landesdienst Baden-Württembergs kontinuierliche und umfangreiche Arbeiten zu Kartierung, Erkundung, Bewertung und Beschreibung dieser Vorkommen durch (Kap. 2.3). Es wird auf abgeschlossene und laufende Erkundungsarbeiten und künftige Aufgaben eingegangen.

Um die Möglichkeiten der künftigen Nutzung und zugleich die geschichtliche Entwicklung der Rohstoffnutzung besser erläutern zu können, wird dem Leser anhand ausgewählter Beispiele die Vielfalt der heimischen Rohstoffvorkommen vor Augen geführt (Kap. 3). Die Darstellung beginnt im Oberrheingraben mit seinen vielgestaltigen Lagerstättentypen; die Palette reicht vom Kalisalz über seltene vulkanische Gesteine, Erz- und Mineralgänge am Grabenrand bis zu im europäischen Vergleich ungewöhnlich mächtigen und qualitativ hochwertigen Kies- und Sandvorkommen, deren geringe Goldgehalte schon in mittelalterlichen Erzählungen eine Rolle spielen und heute wieder genutzt werden. Als weitere Beispiele werden erläutert die Karbonatgesteinslagerstätten, insbesondere die der Schwäbisch-Fränkischen Alb, die für die Zementindustrie wichtigen Trassrohstoffe vom Kaiserstuhl und aus dem Nördlinger Ries, die außerordentlich vielgestaltigen und seit fast 2.000 Jahren genutzten Naturwerksteinlagerstätten des Landes, das Steinsalz des Muschelkalks sowie die Erz- und Mineralgänge im Schwarzwald und Odenwald, die sowohl

Fluss- und Schwerspat als auch Metallerze führen. Letztgenannte werden seit keltischer Zeit aufgesucht und genutzt. Ein Exkurs behandelt die auch im mitteleuropäischen Vergleich ungewöhnlichen Silber-Kobalt-Wismut-Vorkommen von Wittichen im Zentralschwarzwald. Mit der kurzen Betrachtung der Mineralisationen von Nickel und von Wolfram werden Beispiele für Metallrohstoffe aufgeführt, von denen nach vorliegenden Prospektionsergebnissen im Land nur subökonomische Vorkommen existieren dürften.

Ein größerer Abschnitt widmet sich der langen Geschichte der Rohstoffgewinnung im Gebiet Baden-Württembergs (Kap. 4). Heute finden wir noch über 11.000 alte Gewinnungsstellen im Land, was schon eine ungefähre Vorstellung vom Umfang der Aktivitäten im Zusammenhang mit Suche und Gewinnung mineralischer Rohstoffe gibt. Neben den natürlichen Soleaustritten, die schon zu keltischer Zeit durch Brunnen gefasst wurden, sind in diesem Zusammenhang besonders die Bau- und Werksteine im sedimentären Deckgebirge und die Metallerze im Schwarzwald und im Kraichgau bei Wiesloch von Bedeutung. Nach dem aktuellen Stand der Kartierung lassen sich alleine im Schwarzwald über 5.700 Spuren des alten Bergbaus nachweisen, 185 Bergwerke auf Erze und 260 auf Fluss- und Schwerspat sind über die Jahrhunderte entstanden. Im 20. Jahrhundert waren alleine im Schwarzwald mehr als 60 Bergwerke in Betrieb.

Auch wenn noch keine keltischen oder römischen Bergwerke in Baden-Württemberg nachgewiesen werden konnten, eine umfangreiche Rohstoffgewinnung bis zum 3. Jahrhundert n. Chr. ist sicher. Die älteste industrielle Rohstoffnutzung im Land ist nach dem derzeitigen Stand der archäologischen Forschung die hallstatt- und latènezeitliche Eisenerzgewinnung und -verhüttung von Neuenbürg im Nordschwarzwald. Einen bemerkenswerten Umfang hatte der vor allem auf Silbererze, daneben auch auf Blei, Kupfer, Kobalt und Eisen gerichtete Bergbau des Mittelalters seit dem 10. Jahrhundert; besonders bedeutend dürfte er im südlichen Zentralschwarzwald und im Südschwarzwald gewesen sein.

Der mittelalterliche Bergbau fand nicht nur auf vielen Lagerstätten statt und erreichte oft auch beachtliche Ausdehnung und Tiefenerstreckung, er brachte offensichtlich auch schon sehr früh bemerkenswerte Leistungen im Zusammenhang mit Vermessung sowie mit Wasserhebung und -ableitung aus den Gruben hervor. Auch die geschickte Nutzung der unterschiedlichen Gesteinseigenschaften für die Anlage unterschiedlicher Grubenbauten ist für das Mittelalter und die frühe Neuzeit belegt. Die umfangreichen mittelalterlichen Such- und Abbauarbeiten dienten in späteren Jahrhunderten als Ansatzpunkte für weiteren Bergbau und können heute noch als Wegweiser bei der Prospektion auf Erz- und Mineralgänge genutzt werden. Der sogenannte Nachlesebergbau des 18. Jahrhunderts beschränkte sich fast ganz auf das Verfolgen der Spuren des alten Bergbaus, neue Lagerstätten wurden in dieser Zeit kaum erschlossen.

Mit der Entdeckung des überwiegend reinweißen Schwarzwälder Schwerspats für die Farbenherstellung um das Jahr 1850 begann ein neues Kapitel der Rohstoffgewinnung in Baden-Württemberg. Ab 1890 wurde der Spatbergbau intensiviert und für einige Jahrzehnte, unterbrochen durch die Weltkriege, mit wechselndem Erfolg an zahlreichen Orten betrieben. In der Grube Teufelsgrund im Münstertal wurde der Spatbergbau 1958 eingestellt, in den Bergwerken Finstergrund bei Wieden und Brenden im Jahr 1974, auf der Grube Gottesehre bei St. Blasien 1989. Im Nordschwarzwald wurde die Flussspatgewinnung auf Europas mächtigstem Hydrothermalgang im Jahr 1996 in nur 400 m Tiefe überraschend beendet, obwohl bis dorthin nur ein Teil der Lagerstätte abgebaut war. Nur im Zentralschwarzwald lebt der Spatbergbau mit der zwischenzeitlich 850 m tiefen Grube Clara noch florierend weiter. Wichtig für die künftige Versorgung mit den Industriemineralen Fluss- und Schwerspat, welche für vielfältige Einsatzbereiche besonders in



der chemischen Industrie, für nicht brennbare Kunststoffe, Bohrspülungen, Schwerbeton usw. benötigt werden, ist, dass auch der Schwarzwälder Bergbau des 19. und 20. Jahrhunderts selten wegen Erschöpfung oder Verschlechterung der Lagerstätten endete, sondern zumeist unter damaligen Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten.

Nach lagerstättengeologischer Einschätzung des Autors dürfte der Schwarzwald neben den bereits bekannten und lange Zeit genutzten Fluss- und Schwerspatlagerstätten noch über weitere mit Vorräten zwischen 5 und 10 Mio. t oder mehr verfügen. Eine bergmännische Erschließung mit Errichtung der notwendigen Infrastruktur inklusive der Aufbereitungsanlagen benötigt, wie das aktuelle Beispiel aus dem erzgebirgischen Niederschlag zeigt,<sup>181</sup> im günstigsten Fall fünf bis sechs Jahre – sofern die notwendige Unterstützung seitens Politik, Behörden und Bürgern vorhanden ist. Für die Neuerrichtung eines Bergwerks im Schwarzwald ist nach erwiesener wirtschaftlicher Eignung des Lagerstättenkörpers bis zur Produktionsreife eher von einer Zeitspanne von mindestens 10–15 Jahren auszugehen.

Die größte rohstoffwirtschaftliche Bedeutung im Land kommt der Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen zu, die derzeit in über 500 Betrieben stattfindet. Die Fördermengen an oberflächennah abgebauten mineralischen Rohstoffen schwankten im Zeitraum 1992–2013 zwischen 114 und 86 Mio. t, unter Tage gewonnene Rohstoffe wurden in Baden-Württemberg in einem Umfang zwischen 5,8 und 6,5 Mio. t benötigt. Die durchschnittliche Förderung an mineralischen Rohstoffen insgesamt liegt für den oben genannten Zeitraum bei rund 100 Mio. t pro Jahr.<sup>182</sup>

Seit mehr als zwei Jahrtausenden nutzen die Menschen die dargestellte Vielfalt an Gesteinen und Mineralen, und trotz des heutigen enormen Verbrauchs und der hohen Qualitätsansprüche der Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft können wir in Baden-Württemberg unseren Rohstoffbedarf zu rund zwei Dritteln aus heimischen Lagerstätten decken.<sup>183</sup> Eine Verknappung aus natürlichen Gründen ist derzeit nur für wenige heimische Rohstoffe abzusehen, so z. B. für Gipsstein oder reine Quarzsande. Die größten Herausforderungen für die künftige Gewinnung heimischer Rohstoffe sind die zahlreichen Nutzungskonkurrenzen im dicht besiedelten Südwesten.

Die Bedeutung belastbarer Kenntnisse über die verschiedenartigen heimischen Vorkommen über und unter Tage wird insbesondere durch diese zunehmenden Flächennutzungskonkurrenzen wachsen. Die öffentlich zugänglichen geowissenschaftlichen Planungsgrundlagen des LGRB schaffen Transparenz und Nachvollziehbarkeit bei den rohstoffgeologischen Bewertungen. Das LGRB leistet durch seine Arbeit einen maßgeblichen Beitrag für erfolgreiche Planungsprozesse, sachgerechte Genehmigungsverfahren und eine möglichst nachhaltige Bewirtschaftung der heimischen Ressourcen.

---

<sup>181</sup> Der Bergbau in Sachsen. Bericht des Sächsischen Oberbergamtes und des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Referat Rohstoffgeologie) für das Jahr 2013, hg. vom Sächsischen Oberbergamt, Freiberg/Sachsen 2014.

<sup>182</sup> Rohstoffbericht 2012/2013 (wie Anm. 17).

<sup>183</sup> Siehe Rohstoffberichte 2002, 2006 und 2012/2013 (wie Anm. 17), unter [www.lgrb-bw.de](http://www.lgrb-bw.de), Themenbereich Rohstoffgeologie.

## Weiterführende Literatur

RUDOLF HÜTTNER / HERMANN SCHMIDT-KALER, Geologische Karte des Rieses 1 : 50 000, hg. vom Bayerischen Geologischen Landesamt, München <sup>3</sup>2005.

SEBASTIAN MÜNSTER, Cosmographe oder beschreibung aller ländere / herrschafften / fürnemsten stetten / geschichte / gebreüchen / hantierungen etc., Basel <sup>12</sup>1553.

HANS SCHNEIDERHÖHN, Die Erzlagerstätten am Schauinsland im südwestlichen Schwarzwald, in: Metall und Erz 7 (1929), S. 1–6.

HEIKO STEUER, Das Forschungsvorhaben „Zur Frühgeschichte des Erzbergbaus und der Verhütung im südlichen Schwarzwald“, in: Freiburger Universitätsblätter 109 (1990), S. 23–32.