



Günter K. Strauss  
unter Mitwirkung von  
Jochen S. Beck und Günther Oestmann

# MARKSCHEIDER- INSTRUMENTE

Geschichte und Entwicklung  
im mitteleuropäischen Bergbau  
vom Altertum bis zur Mitte  
des 19. Jahrhunderts

ATHENA | wbv

Markscheider-Instrumente  
Geschichte und Entwicklung im mitteleuropäischen Bergbau  
vom Altertum bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts

Textband

Beiträge zur Kulturwissenschaft

Band 56

Textband

Günter K. Strauss  
unter Mitwirkung von  
Jochen S. Beck und Günther Oestmann

# Markscheider-Instrumente

Geschichte und Entwicklung  
im mitteleuropäischen Bergbau  
vom Altertum bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts

Textband

ATHENA | wbv

Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Insbesondere darf kein Teil dieses Werkes ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form (unter Verwendung elektronischer Systeme oder als Ausdruck, Fotokopie oder unter Nutzung eines anderen Vervielfältigungsverfahrens) über den persönlichen Gebrauch hinaus verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für alle in diesem Werk verwendeten Warennamen sowie Firmen- und Markenbezeichnungen können Schutzrechte bestehen, auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind. Deren Verwendung in diesem Werk berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese frei verfügbar seien.

Der Verlag behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung des Verlags untersagt ist.

Ein ATHENA-Titel bei wbv Publikation

© 2025 wbv Publikation  
ein Geschäftsbereich der  
wbv Media GmbH & Co. KG

Gesamtherstellung:  
wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld  
Auf dem Esch 4, 33619 Bielefeld  
service@wbv.de  
wbv.de

Fotografien: Jakob Börner, Hamburg

Umschlagabbildung: Die Vermessung mittels Hängekompaß in den Minen der belgischen Société Anonyme des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille-Montagne (Luis Simonin, *La vie souterraine, ou les mines et les mineurs*, Paris 1867, S. 457)

ISBN (Print) 978-3-7639-7902-8  
ISBN (E-Book) 978-3-7639-7901-1

Printed in Germany

---

#### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

---

# Inhalt

## Textband

Vorwort .....	13
Über dieses Buch.....	15
<b>I. Entwicklung des europäischen Bergbaus von der Frühzeit bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts .....</b>	<b>17</b>
I.1 Überblick .....	17
I.2 Prähistorischer Bergbau .....	18
I.3 Frühgeschichtlicher Bergbau in Mitteleuropa .....	22
I.4 Bergbau in der klassischen Antike .....	23
I.4.1 Der Griechische Bergbau.....	23
I.4.2 Phönizier und Karthager .....	24
I.4.3 Der Römische Bergbau.....	26
I.5 Über die Byzantiner und Araber zum beginnenden mittelalterlichen Bergbau in Mittel- und Nordwesteuropa .....	31
I.6 Bergbau in Mitteleuropa und den Nachbarregionen vom Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts – Ein Überblick..	33
I.6.1 Die spätmittelalterliche Krise.....	41
I.6.2 Technische Neuerungen und Übergang zur Renaissance.....	42
I.6.3 Das 18. und 19. Jahrhundert .....	44
I.7 Die wichtigsten Bergbaureviere Mitteleuropas und deren Entwicklung .....	48
I.7.1 Der Bergbau im Harz .....	48
I.7.2 Der Bergbau im Erzgebirge.....	51
I.7.3 Erste Blütezeit (12.–15. Jahrhundert) .....	51
I.7.4 Erste Krise .....	52
I.7.5 Zweite Blütezeit (15.–17. Jahrhundert) und erneuter Niedergang.....	53
I.7.6 Dritte Blütezeit vom 18. bis zum ausgehenden 19. Jahrhundert .....	54
I.7.7 Die mitteldeutschen Kupfervorkommen.....	59
I.7.8 Bayerischer und Oberpfälzer Wald, Oberfranken, Fichtelgebirge.....	61

I.7.9	Schwarzwald und Vogesen .....	63
I.7.10	Das Rheinische Schiefergebirge .....	64
I.7.11	Oberschlesien .....	65
I.7.12	Siebenbürgen .....	66
I.7.13	Salzburger Land, Tirol, Kärnten und Graubünden.....	66
I.7.14	Ehemaliges Österreich-Ungarn .....	70
I.7.15	Mitteleuropäische Salzbergwerke .....	72
I.7.16	Der Kohlenbergbau.....	74
I.7.17	Einfluß auf die Nachbarländer und Rückblick .....	74
I.7.18	Die Britischen Inseln .....	77
I.7.19	Skandinavien .....	80
I.7.20	Spanien und Portugal.....	84
I.7.21	Italien .....	85
I.7.22	Frankreich .....	86
I.7.23	Balkan .....	87
<b>II.</b>	<b>Markscheidekunde – Das Vermessungswesen im Bergbau.....</b>	<b>89</b>
II.1	Einführung .....	89
II.1.1	Definitionen der Markscheidekunde und verwandter Begriffe.....	89
II.1.2	Entwicklungsschritte des bergmännischen Vermessungswesens.....	91
II.1.3	Zeitliche und geographische Eingrenzung.....	92
II.2	Frühgeschichte.....	95
II.3	Altertum .....	97
II.4	Der Übergang von der Spätantike zum Mittelalter .....	104
II.5	Mittelalter .....	105
II.5.1	Überlieferte Anfänge der bergmännischen Vermessung im ausgehenden Mittelalter des deutschsprachigen Raums.....	107
II.6	Renaissance und Frühe Neuzeit .....	117
II.7	Der Übergang von der Renaissance zur Neuzeit .....	127
II.8	Wissenschaftler und Instrumentenbauer der Renaissance und Frühen Neuzeit .....	132
II.9	Vermessungsinstrumente vom 16. bis 18. Jahrhundert am Beispiel Englands, Deutschlands und Österreichs.....	137
II.10	Die Grenze gegen das Industriezeitalter .....	141

<b>III.</b>	<b>Markscheider-Instrumente – Vermessungsgeräte im Bergbau vom Altertum bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts.....</b>	<b>143</b>
III.1	Einleitende Bemerkungen.....	143
III.2	Das »Ziehen«.....	144
III.3	Das »Zulegen«.....	146
III.4	Längenmeßinstrumente.....	146
III.4.1	Allgemeines.....	146
III.4.2	Schnüre und Seile.....	147
III.4.3	Meßketten.....	149
III.4.4	Meßbänder.....	151
III.4.5	Meßstäbe.....	153
III.4.6	Meßstangen.....	154
III.4.7	Meßlatten.....	155
III.4.8	Gliedermaßstab und Schiebemaß.....	155
III.4.9	Feldzirkel (Drehlatte).....	155
III.4.10	Selbstregistrierende Längenmesser (Schritt- und Wegemesser).....	156
III.4.11	Optische Entfernungsmesser.....	157
III.5	Teufen (Tiefen-)messung.....	158
III.5.1	Lote.....	158
III.6	Höhenmessung.....	159
III.6.1	Allgemeines.....	159
III.6.2	Gnomon (Schattenstab).....	160
III.7	Neigungsmessung.....	160
III.7.1	Allgemeine Bemerkungen zu Nivellierinstrumenten.....	160
III.7.2	Chorobat.....	162
III.7.3	Offene Wasserwaage.....	164
III.7.4	Kanalwaage mit Meßlatte.....	164
III.7.5	Setzwaagen-Nivellier.....	165
III.7.6	Staffelmeßgerät.....	166
III.7.7	Schlauchwaage.....	166
III.7.8	Quecksilberwaage.....	166
III.7.9	Libelleninstrumente.....	167
III.7.10	Nivellierdioptr.....	167
III.7.11	Pendelwaage.....	168
III.7.12	Lotwaage und Setzwaage.....	169

III.7.13	Nivellierlatten.....	170
III.8	Winkelmessung.....	172
III.8.1	Horizontalwinkel .....	172
III.8.2	Geräte zum Abstecken von festen Winkeln.....	173
III.8.2.1	Winkelhaken .....	173
III.8.2.2	Winkelkreuz .....	173
III.8.2.3	Groma .....	174
III.8.2.4	Kreuzscheibe .....	176
III.8.2.5	Winkelkopf.....	176
III.8.2.6	Winkeltrommel.....	176
III.8.2.7	Kegelkreuzscheibe .....	177
III.8.2.8	Kombinierte Instrumente.....	177
III.8.2.9	Winkelspiegel und Winkelprisma.....	177
III.8.3	Geräte zum Messen beliebiger horizontaler Winkel.....	178
III.8.3.1	Wachsscheiben.....	178
III.8.3.2	Der Kompaß .....	181
III.8.3.3	Kompaßrosen und Kreisteilung .....	186
III.8.3.4	Die Himmelsrichtungen im Bergbau .....	188
III.8.3.5	Die Vertauschung von Osten und Westen .....	189
III.8.3.6	Rechts- und widersinnige Kompaßteilung.....	190
III.8.3.7	Kompaßnadeln.....	190
III.8.3.8	Deklination, Inklination und Variation.....	192
III.8.3.9	Kompasse mit Sonnenuhr .....	193
III.8.3.10	Meßkästchen .....	197
III.8.3.11	Hängekompaß (Hängezeug) .....	199
III.8.3.12	Hängekompaß mit Zulegeplatte (»Zulege-« bzw. »Anhaltekompaß«) .....	206
III.8.3.13	Setzkompaß.....	207
III.8.3.14	Visierkompaß .....	208
III.8.3.15	Winkelweiser.....	208
III.8.3.16	Hilfshängezeug.....	209
III.8.3.17	Goniometer .....	210
III.8.3.18	Bussolen bzw. »Bussolen-Instrumente« .....	210
III.8.3.19	Meßtisch .....	217
III.8.3.20	Die Zollmannsche Scheibe.....	219
III.8.3.21	Dioptrineal .....	219

III.8.3.22	Vollkreisgerät (Circumferentor) .....	219
III.8.3.23	Halbkreisgeräte (Graphometer).....	221
III.9	Höhenwinkel .....	222
III.9.1	Allgemeine Bemerkungen .....	222
III.9.2	Gradbogen (Hängegradbogen und Setzgradbogen).....	225
III.9.3	Bergwaage .....	229
III.9.4	Setzniveau .....	230
III.9.5	Quadrant.....	231
III.9.6	Das Schattenquadrat des Astrolabiums .....	234
III.9.7	Geometrisches Quadrat (Meßquadrat) .....	234
III.9.8	Kippregel .....	237
III.9.9	Durchschlagsinstrument von Borchers .....	238
III.10	Kombinierte Instrumente zum Messen horizontaler und vertikaler Winkel .....	238
III.10.1	Die »Dioptra« Herons.....	239
III.10.2	Schinzeug .....	240
III.10.3	»Salzberginstrumente« .....	248
III.10.4	Die Eisenscheibe (Stundenscheibe) .....	250
III.10.5	Die Studersche Eisenscheibe .....	251
III.10.6	Möhlings Eisenscheibe .....	253
III.10.7	Tiroler Eisenscheiben .....	253
III.10.8	Der Theodolit .....	254
III.11	Bestandteile von Markscheider-Instrumenten, Hilfsgeräte und Zubehör .....	266
III.11.1	Aufstellungsvorrichtungen .....	266
III.11.2	Hilfsmittel zur vertikalen und horizontalen Ausrichtung von Instrumenten.....	269
III.11.2.1	Das Lot.....	269
III.11.2.2	Libellen, Wasserwaagen .....	269
III.11.3	Visier- und Ablesevorrichtungen .....	271
III.11.3.1	Diopter.....	271
III.11.3.2	Absehen (»Alhidaden«).....	272
III.11.3.3	Fadenkreuze .....	272
III.11.3.4	Nonius und Vernier, Meßkeil und Mikrometerschraube.....	272
III.11.3.5	Verzihschnüre und -schrauben.....	274
III.11.4	Mittel zur Bezeichnung von Operationspunkten .....	274

III.11.4.1	Fluchtstäbe, Absteckstäbe, Baken .....	274
III.11.4.2	Signale.....	275
III.11.4.3	Markscheiderpunkte und Markierungen .....	276
III.12	Zum Geleucht der Markscheider .....	278
III.12.1	Hänge- und Setzlampen .....	279
III.12.2	Signallampen.....	280
III.12.3	Lampen mit aufgesetzter Kondensorlinse.....	280
III.12.4	Markscheiderlampe mit dem »Brathuhnschen Glasstab« .....	281
<b>IV.</b>	<b>Grubenrisse, Zeichengeräte und Zeichenzubehör .....</b>	<b>283</b>
IV.1	Zur Entwicklung des markscheiderischen Reißwesens .....	283
IV.1.1	Süddeutschland und Österreich.....	285
IV.1.2	Harz.....	287
IV.1.3	Das Sächsische Erzgebirge .....	292
IV.1.4	Böhmen .....	294
IV.1.5	Andere Reviere.....	295
IV.1.6	Zusammenfassung.....	296
IV.2	Zeichengeräte und Zeichenzubehör.....	298
IV.2.1	Allgemeine Entwicklungslinien .....	298
IV.2.2	Lineal .....	304
IV.2.3	Rechte Winkel.....	305
IV.2.4	Zirkel.....	306
IV.2.5	Federn, Stifte, Bleistifte .....	307
IV.2.6	Transversalmaßstab .....	308
IV.2.7	Richtscheit (Reißschiene) .....	308
IV.2.8	Winkelmaß .....	309
IV.2.9	Längen- und Winkelauftraggeräte .....	309
IV.2.10	Rechenquadranten.....	313
IV.2.11	Markscheiderkästen und -Kompendien .....	315
IV.2.12	Winkelauftraggeräte.....	316
IV.2.13	Winkelscheibe .....	317
IV.2.14	Reduktions- oder Proportionalzirkel.....	319
IV.2.15	Maßstabplatten .....	323
IV.2.16	Reiß- und Meßbestecke .....	323
IV.2.17	Zulegezeug.....	324

IV.2.18	Instrumente zum Vergrößern und Verkleinern (Proportionalkompaß und Pantograph) .....	324
IV.2.19	Planimeter .....	325
<b>V.</b>	<b>Maßeinheiten</b> .....	<b>327</b>
V.1	Längen- und Flächenmaße .....	328
V.1.1	Gebräuchliche Längenmaße im mitteleuropäischen Bergbau vom späten Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts.....	328
V.1.1.1	Österreich-Oberungarn, Böhmen und Süddeutschland.....	329
V.1.1.2	Sachsen .....	331
V.1.1.3	Preußen .....	333
V.1.1.4	Österreich .....	336
V.1.1.5	Das Meter.....	341
V.2	Winkelmaße .....	344
V.2.1	Stunden.....	344
V.2.2	Seltene bzw. ungewöhnliche Teilungen .....	349
V.2.3	Grad .....	352
V.2.4	Gon (Neugrad).....	354
V.2.5	Zusammenfassung.....	354
V.3	Gewichts- und Raummaße .....	355
V.4	Maßeinheiten in europäischen Nachbarländern .....	356
V.4.1	Der französischsprachige Raum (Frankreich, Belgien, Luxemburg und Teile der Schweiz) .....	356
V.4.2	England, Spanien, Portugal, Italien, Polen und Rußland .....	357
<b>VI.</b>	<b>Zeittafel der Entwicklung des Vermessungswesens, der Markscheidekunde und des Grubenrißwesens</b> .....	<b>361</b>
<b>VII.</b>	<b>Einige bedeutende Hersteller von Markscheider- Instrumenten vom 16. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts</b> .....	<b>373</b>
VII.1	Peter Apian .....	373
VII.2	Erasmus Habermel.....	374
VII.3	Christoph Schissler .....	375
VII.4	Erasmus Reinhold d. J. ....	375
VII.5	Georg Friedrich Brander .....	377
VII.6	Weitere Werkstätten in Deutschland und Österreich .....	377
VII.6.1	Erzgebirge .....	378
VII.6.2	München.....	379

VII.6.3	Kassel und Göttingen.....	380
VII.6.4	Hamburg.....	381
VII.6.5	Berlin .....	381
VII.6.6	Österreich .....	383
VII.6.7	Frankreich .....	384
VII.6.8	Italien .....	388
VIII.	<b>Auflistung ausgewählter signierter bzw. mit Monogrammen versehener Markscheider-Instrumente von der 2. Hälfte des 16. bis zur 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts .....</b>	<b>391</b>
IX.	<b>Bekannte Markscheider bzw. Markscheider-Generationen..</b>	<b>405</b>
X.	<b>Verzeichnis der Fachtermini .....</b>	<b>411</b>
XI.	<b>Entwicklungsreihen von Markscheider-Instrumenten.....</b>	<b>427</b>
XII.	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>445</b>

### Katalogband

XIII.	<b>Katalog ausgewählter Objekte der Sammlung Dr. Günter K. Strauss (Madrid).....</b>	<b>483</b>
XIII.1	Schinzeuge.....	483
XIII.2	Markscheiderkästen.....	485
XIII.3	Zeicheninstrumente.....	486
XIII.4	Graphometer und Circumferentoren .....	492
XIII.5	Theodolite.....	494
XIII.6	Bergwaagen (Setzwaagen), Gradbögen, Clinometer .....	501
XIII.7	Bussoleninstrumente («Mining Dials»), Setzkompassse, Hängekompassse und Hängezeuge.....	507
XIII.8	Höhenscheiben, diverse Instrumente.....	538
XIII.9	Lote .....	548
XIII.10	Nivelliergeräte .....	550
XIII.11	Kunstobjekte, Zeremonialgegenstände, Gemälde .....	554
	<b>Abbildungen .....</b>	<b>562</b>

---

## Vorwort

Vor langen Jahren hat Dr. Günter K. Strauss, Geologe und ehemaliger Generaldirektor der Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, in Zusammenarbeit mit seinem Mitarbeiter Jochen S. Beck mit der Abfassung des Manuskripts zu vorliegendem Buch begonnen, doch schief die Arbeit nach dem tragischen Unfall des letzteren ein. Da Herr Dr. Strauss anschließend durch zahlreiche berufliche Verpflichtungen stark eingebunden war, wurde ich 2013 mit der umfassenden Überarbeitung und Fertigstellung des Texts beauftragt. Zwei Jahre darauf erhielt ich das Heinrich Winkelmann-Stipendium des Deutschen Bergbau-Museums in Bochum und konnte in dessen Bibliothek ausgedehntere Recherchen durchführen.

Bedingt durch sein fortgeschrittenes Alter sah sich Herr Dr. Strauss zuletzt leider nicht mehr in der Lage, aktiv an der Arbeit teilzunehmen. Daß das Buch schließlich fertiggestellt werden und in so ansprechender Form erscheinen konnte, ist der Initiative seiner Kinder Maximilian und Anna zu verdanken. Die weitaus meisten Stücke der sowohl in quantitativer als qualitativer Hinsicht bedeutenden Sammlung sind Anfang Oktober 2024 von dem Hamburger Photographen Jakob Börner in einem konzentrierten Arbeitseinsatz aufgenommen worden, so daß dem Text ein Katalog von 370 historischen Objekten mit Abbildungen in exzellenter Qualität beigegeben werden konnte. Ein herzlicher Dank gebührt auch Herrn Rolf Duscha, Programmleiter ATHENA | wbv, für die ausgesprochen angenehme Zusammenarbeit bei der Drucklegung.

Das Originalmanuskript war in alter Rechtschreibung abgefaßt; der Verlag und ich haben uns dazu entschlossen, diese beizubehalten.

Bremen, im Mai 2025

Günther Oestmann



## Über dieses Buch

Geordneter Bergbau ist ohne das bergmännische Vermessungswesen, die Markscheidekunde, nicht möglich. Das vorliegende Buch bietet eine historische Überblicksdarstellung der Entwicklung der »Markscheidekunst« und ihrer Instrumente, wobei neben der zerstreuten Forschungsliteratur so oft als möglich auf zeitgenössische Quellen mit ihren Abbildungen, Beschreibungen und Arbeitsanleitungen zurückgegriffen wurde. Um diese spezielle Form des Vermessungswesens in einen übergreifenden Kontext einordnen zu können, ist der eigentlichen Darstellung eine kursorische, chronologische Darstellung der Geschichte des Bergbaus, seiner Entwicklung, regionalen Ausbreitung und Stellung in der damaligen Wirtschaft und Gesellschaft vorangestellt. Im ersten Abschnitt wird zunächst der frühgeschichtliche Bergbau kursorisch behandelt, um dann spezieller auf die Entwicklung zu Zeiten der Griechen und Römer einzugehen, aus denen uns beeindruckende Bergbau- und Bauingenieursprojekte überliefert sind. Diese übten einen starken Einfluß auf die spätere Entwicklung der Technik in Europa im allgemeinen, und speziell in Mitteleuropa aus. Es folgen regionale Kapitel, in welchen auf die wichtigsten Bergbaureviere Mitteleuropas und deren Entwicklung eingegangen wird.

Der zweite Abschnitt behandelt die Entwicklung des Markweidewesens bis gegen Ende des 18. Jahrhunderts, gefolgt von einer Darstellung der hierfür verwendeten Instrumentengattungen und deren Geschichte. Hier ist als chronologischer Endpunkt der Darstellung etwa die Mitte des 19. Jahrhunderts gesetzt. Ab da verändert sich die individuelle, handwerkliche Herstellung von Instrumenten durch den zunehmenden Einsatz moderner Arbeitsmethoden und Maschinen zunehmend zur fabrikmäßigen Produktion. Im dritten Abschnitt werden auch die einzelnen Bestandteile von Markscheider-Instrumenten, Hilfsgeräte und Zubehör angesprochen.

Grubenrisse, Zeichengeräte und Zeichenzubehör bilden die Gegenstände des vierten Abschnitts. Die Abschnitte V–XI enthalten zusätzliche Sach- und Detailinformationen, wie Maßeinheiten und Fachtermini, Zeittafeln, biographische Angaben zu bedeutenden Herstellern von Markscheider-Instrumenten vom 16. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts usw.



# I. Entwicklung des europäischen Bergbaus von der Frühzeit bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts

## I.1 Überblick

Die ersten Anfänge der Grubenvermessung gehen bis auf die **Babylonier** und **Ägypter** zurück und wurden beim Tunnelbau und in ihren Minen angewandt. In der **klassischen Antike** sind uns aus griechischen und römischen Lehrbüchern bereits eine ganze Reihe von Vermessungsinstrumenten und Meßmethoden überliefert, die in erster Linie beim Bau von Straßen, Brücken, Tunneln, Kanälen und Wasserleitungen eingesetzt wurden, aber sicherlich auch im bereits hochentwickelten Bergbau.

Im **frühen Mittelalter** waren es vor allem die Araber, die das alte Vermessungswesen und ganz besonders mathematisch-astronomische Kenntnisse über Alexandrien, Byzanz und Südeuropa vor dem Untergang retteten, bewahrten und nicht selten weiterentwickelten. Der Schwerpunkt des seit dem Niedergang des Römischen Reiches verfallenen Bergbaus hatte sich inzwischen nach Asien und Afrika verlagert und kam in Mitteleuropa erst wieder zwischen dem **7. und dem 10. Jahrhundert** vereinzelt in Gang, um sich, stellenweise schon ab dem **13. Jahrhundert**, vor allem aber gegen **Ende des Mittelalters und Anfang der Neuzeit**, schlagartig zu einer ersten Blütezeit zu entwickeln. Bald mußten Abbaumethoden verbessert, tiefere Schächte abgeteuft, längere Stollen und Strecken vorgetrieben und immer wieder Feldergrenzen abgesteckt werden. All das erforderte Vermessung und damit Entwicklung und Einsatz des dazu nötigen Instrumentariums.

Vom **15. bis zur ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts** war die solchermaßen entstandene »Markscheidekunst« eine Art Geheimwissenschaft, die nur von angesehenen, oft »geschworenen« Bergbeamten durchgeführt wurde, und dies häufig mit selbstgebauten Geräten. In dieser Zeit wurde die Kunst Markscheider-Instrumente zu entwickeln, zu bauen, und vor allem mit diesen zu arbeiten, oft vom Vater auf den Sohn bzw. vertraute Mitarbeiter vererbt.

Bereits zu **Beginn des 16. Jahrhunderts** sind spezifische regionale Ausprägungen der verschiedenen Instrumententypen, Längenmaße

und Winkelteilungen zu beobachten, was bereits von **Agricola** erwähnt wurde. Kunsttischler, Uhrmacher, Gold- und Silberschmiede begannen mit der Anfertigung von wissenschaftlichen Geräten, darunter auch Markscheider-Instrumenten. Zentren dieser Tätigkeit waren u. a. Nürnberg, Augsburg, München, Wien, Prag, London und Paris, aber auch Bergstädte wie beispielsweise Schwaz, Schemnitz und Freiberg.

Erst in der **zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts** erscheinen – oft auf Verordnung der Landesherren – die ersten Lehrbücher zur Markscheidekunst, wodurch der Beginn einer systematischen Ausbildung eingeleitet wurde. Bei der Gründung der ersten Bergakademie im sächsischen Freiberg (1765) war das bergmännische Vermessungswesen zweifelsohne ein wesentliches Lehrfach, und so wurde die Markscheidekunst bald zur Markscheidekunde. Diese entwickelte sich ebenso wie Abbau, Aufbereitung und Verhüttung der Erze und Gewinnung des Salzes. Neue Instrumente wurden gebaut, alte verbessert, neue Meßmethoden erarbeitet, und das Vermessen selbst gestaltete sich bald einfacher, schneller und genauer. In der **zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts** gab es vor allem in England, aber auch in Deutschland, Österreich, Frankreich und Schweden bereits eine große Zahl von bekannten Werkstätten, die Vermessungs- und Markscheider-Instrumente herstellten. Etwa ab der **Mitte des 19. Jahrhunderts** erfolgte ihre Herstellung zunehmend in industriellem Maßstab in mechanischen Werkstätten.

## I.2 Prähistorischer Bergbau

Seit der **Steinzeit** (Paläolithikum) hat der Mensch Werkzeuge und Waffen benutzt, das dazu geeignete Material zunächst aufgelesen, später systematisch abgebaut und bearbeitet. So erfolgte der Abbau von Feuerstein (»Silex« bzw. »Flint«), möglicherweise durch Höhlenbewohner der Älteren Steinzeit (vor 200–400000 Jahren) u. a. in England (Warwickshire) oder Israel (Tabun, Qesem). Bergbau auf Feuerstein, teilweise auch auf Obsidian, Jaspis, Dolerit und andere wegen ihrer Härte und Festigkeit geeigneten Natursteine ist weiterhin von vielerlei, mehreren 10000 Jahre alten Lokalitäten bekannt. Die ältesten Abbauspuren in Europa werden auf 4–5000 Jahre geschätzt (STÖLLNER, in BARTELS/SLOTTA 2012, S. 42–45). Reste von alten Tag- und Tiefbauten finden sich so von Sizilien bis Dänemark, und vom westlichen Frankreich bis Polen (beispielsweise bei Mauer in Deutschland, Champignolles und Gran

Pressigny in Frankreich, Spiennes in Belgien, Grimes Graves in England und Opatow in Polen; MOHEN 1992, S. 43–46).

Zu dekorativen und kultischen Zwecken wurden natürlich vorkommende Rohmaterialien (besonders als Pigmentfarben) gewonnen: Aus Mitteleuropa sind die etwa 60 000 Jahre alten Rotockerabbau in der Nähe des ungarischen Plattensees bekannt, die Verwendung von Eisenerz, Manganoxiden, und Eisenglimmer (Hämatit) ist aus 29 000–22 000 Jahre alten Höhlenmalereien in Frankreich belegt, und auf der griechischen Insel Thassos wurden Ockerabbau entdeckt, deren Alter auf etwa 12–15 000 Jahre bestimmt wurde (BARTELS, in SLOTTA 1990, S. 14). Die Benutzung von pulverisiertem Azurit und Malachit zu kosmetischen Zwecken seit 6 000 v. Chr. ist durch Ausgrabungen auf der Insel Kreta überliefert.

Die **Kupferzeit** (Chalkolithikum) markiert den Übergang von der jüngeren Steinzeit zur Bronzezeit, wobei neben steinernen Werkzeugen, Waffen und Schmuck auch solche aus Kupfer auftauchen. Erste Objekte aus gediegenem, roh bearbeiteten Kupfer sind bereits aus dem 8. Jahrtausend v. Chr. im Nahen Osten bekannt geworden. Geschmiedetes Kupfer erscheint im 6. Jahrtausend v. Chr., war aber bis ins 4. Jahrtausend nur wenig verbreitet.

Die ältesten europäischen Fundstellen datieren gegen Ende des 3. Jahrtausends v. Chr. (Abbau von gediegenem Kupfer u. a. in Irland, Cornwall, Karelrien, Frankreich, Spanien, Mitteldeutschland, Ungarn und Rumänien). In Südosteuropa gab es leicht verhüttbare karbonatische Kupfererzvorkommen, und hier gab es wohl erste Kontakte zu den frühen Metallurgiezentren im Vorderen Orient. Aus dem ehemals jugoslawischen Rudna Glava, nahe der bekannten Lagerstätte Majdanpek, wurden Kupferabbau in der Oxidationszone der Primärlagerstätten entdeckt, in denen sich Stein- und Kupferzeit zu überschneiden scheinen und die als älteste Fundstellen Europas gelten (MOHEN 1992, S. 52). An der Ostküste von Korsika wurden die Reste einer Kupferhütte aus dem 4. Jahrtausend v. Chr. aufgefunden, ähnlich mit anderen desselben Zeitraums aus Meser (Israel) oder Thermi (Insel Lesbos), und aus Südost-Europa kennt man Überreste der lokalen Vinca-Kultur, die um 3 400 v. Chr. Kupfer- und Bleibergbau und Verhüttung betrieben.

Etwa zur gleichen Zeit wurde auch im Iberischen Kiesgürtel (Südwest-Spanien und Süd-Portugal) bereits Kupfererz abgebaut, verhüttet und verarbeitet. Hier existieren zahlreiche megalithische Grabstätten, in denen erste Kupfergegenstände ausgegraben werden konnten (BLANCO FREIJEIRO/ROTHENBERG 1981, S. 35–95, 114f.).

Die Insel Zypern wurde gegen Ende des 2. Jahrtausends v. Chr. nach dem dort hauptsächlich produzierten Metall Kupfer benannt, das die Basis für einen blühenden Handel mit Ägypten und dem Nahen Osten bildete. Noch zu Zeiten der römischen Geschichtsschreiber galt die Insel als kupferreich, und der Name »cuprum« wird zuerst von Spartianus 290 n. Chr. gebraucht.

**Gold** wurde bereits im 5. Jahrtausend v. Chr. gewonnen und zunächst wohl als Schmuck und Symbol der Macht verwendet, ab dem 7. Jahrhundert v. Chr. erstmals auch als Zahlungsmittel lydischer Händler. Grabstätten in Varna (an der Westküste des Schwarzen Meeres im heutigen Bulgarien) sind Zeugen einer hochentwickelten Goldschmiedekunst und datieren aus dem 5. bis 4. Jahrtausend v. Chr.

Bergbau auf **Zinn** ging vor etwa 4000 Jahren schon in Cornwall und Devon (Dartmoor und Foweymore, Südwest-England) um, zunächst intensiv auf alluvialen Lagerstätten (»Zinnseifen«), und eine entsprechend große Zahl von Siedlungen aus der Bronzezeit ist erhalten. In den Pfahlbauten der Schweiz fanden sich mit Zinnstreifen belegte Tongefäße, ebenso wie in Gräbern der Bronzezeit (etwa auf der nordfriesischen Insel Amrum). Auch kennt man keltische Münzen der Latène-Zeit aus Zinn und Blei mit etwas Kupfer aus Böhmen.

Für Zinn, neben Kupfer und Eisen ein strategisch bedeutendes Metall der Antike, war der Hafen des heutigen Cádiz in Süds Spanien bereits zur Zeit der Phönizier (um 1100 v. Chr.) ein Umschlagplatz. **Homer** gab dem Zinnmineral den Namen »kassiteritos«. Die ältesten schriftlichen Hinweise auf die »Zinn-Inseln« (Scilly-Inseln) stammen von **Herodot** (etwa 440 v. Chr.), doch bezieht sich erst **Diodorus Siculus** (etwa 80–29 v. Chr.) konkret auf Cornwall und bestätigt, daß das britische Zinn von Einheimischen bereits seit dem Bronzezeitalter abgebaut, verhüttet und gehandelt wurde (GERRARD 2000, S. 10–21). Das lateinische Wort »stannum« soll vom cornwallischen »*stean*« stammen.

Das Zinn scheint im Altertum auch von Hinterindien aus über Asien und Ostafrika verbreitet worden zu sein, wie bereits **Strabon** um die Zeitenwende erwähnt. Bereits im 3. Jahrtausend v. Chr. herrschte auf der Kykladeninsel Sifnos ein reger Bergbau auf **Blei** und **Silber**, der die ältesten Silber- und Bleiobjekte des ägäischen Raums stellte, und die Überreste alter Hütten bezeugen, daß bereits die Kupellation (Trennung der beiden Metalle) bekannt war.

Der Beginn der **Bronzezeit** variiert geographisch zwischen dem 4. und 2. Jahrtausend v. Chr., je nach dem regionalen Entwicklungsstand der

metallurgischen Kenntnisse. In Anatolien begann die Herstellung von Bronze bereits um 4300 v. Chr. (Mersin/Südost-Türkei), in Alaca Hüyük erst zu Beginn des 2. Jahrtausends v. Chr.), während in den Königsgräbern von Ur und Susa Bronzegegenstände seit der Mitte des 3. Jahrtausends v. Chr. auftauchen. In Europa breitete sich die Kenntnis der Bronzeherstellung progressiv von Südost nach Nordwest aus, und datiert im Raum des Mittelmeers etwa auf 2000 v. Chr., in Mitteleuropa auf 1700 bis 800 v. Chr. und in Nordeuropa auf etwa 1600 bis 500 v. Chr. Man geht heute davon aus, daß Metallurgen der Hallstattzeit sich als wandernde Experten betätigten, auf ihrer Wanderschaft neue Bronzeteile gossen, wie auch ausgediente Teile einschmolzen und wiederverarbeiteten.

Die Entdeckung dieser Kupfer-Zinn-Legierung, die beim Schmelzvorgang nicht nur leichtflüssiger, sondern als Legierungsmetall auch wesentlich härter ist – für Werkzeuge und Waffen besonders wichtig – war jedenfalls ein gewaltiger Fortschritt.

Wenn auch die ersten Objekte aus **Eisen** von etwa 3000 v. Chr. datieren, wird das Metall als solches erst in der ersten Hälfte des 2. Jahrtausends v. Chr. in kapadozischen Schriften und altbabylonischen Texten aus Mesopotamien erwähnt. Die Anfertigung von Waffen aus Stahl reicht bei den Indern, Phöniziern und Arabern ebenfalls bis ins 2. Jahrtausend v. Chr. zurück, und Eisen verdrängte zunehmend die Verwendung von Bronze als Material für Gebrauchsgegenstände und Waffen. Der Beginn der Eisenzeit scheint im Hethiter-Reich unter den Chalybern (in den Bergzügen Armeniens beheimatet) um etwa 1400 v. Chr. einzusetzen und sich dort bis 1000 v. Chr. sehr schnell auszubreiten, um als neue metallurgische Technik der indoeuropäischen Völker bis nach Mesopotamien, Zypern, Kreta und den Kaukasus zu gelangen. Im griechisch-ägäischen Raum, einschließlich Zypern (Waffen aus Stahl bzw. Schmiedeeisen sind hier aus dem 12. Jahrhundert v. Chr. entdeckt worden), hatte die Eisenverarbeitung ebenfalls eine lange Tradition, und man nimmt an, daß Eisen von dort zunächst in Form von Barren nach Europa gelangte, die Eisenmetallurgie erst später.

### I.3 Frühgeschichtlicher Bergbau in Mitteleuropa

Dem mittel- bis jungsteinzeitlichen Abbau von Feuerstein folgend, setzte die Gewinnung von Metallen in Mitteleuropa erst später ein als im Mittelmeerraum. Man kennt dort älteste Kupfergegenstände von etwa 4000 v. Chr., in Süd- und Mitteldeutschland ab etwa 2300 v. Chr., und schätzt das Einsetzen der Bronzezeit auf nach 2000 v. Chr.

Um 1500 v. Chr. (zur mittleren Bronzezeit in Mitteleuropa) entstanden bis über 100 m tiefe Grubenbaue im österreichischen Mitterberg, und allein in den Ostalpen sollen bis zum Ende der Bronzezeit etwa 20000 Tonnen Kupfer bzw. Bronze produziert worden sein (MOHEN 1992, S. 12). Auch im Mansfelder Raum wurde bereits zu dieser Zeit Kupfer und Salz gewonnen.

In Mitteleuropa spielte aber besonders auch der Salzbergbau und das Salinenwesen eine äußerst wichtige Rolle. Im österreichischen Salzkammergut und ganz besonders in Hallstatt wurde Steinsalz bereits in der jüngeren Steinzeit und der darauffolgenden Bronzezeit gewonnen. Spätestens ab 800 v. Chr., also mit eingehender Eisenzeit, wurde Salz von den Kelten bereits untertage abgebaut. Schächte und Stollen reichten in der Hallstatt- und später in der Latène-Zeit bis in 330 Meter Teufe (Dürrnberg). Hallstatt wurde zu einem der Hauptsitze der Kelten, und namensgebend für eine ganze Kultur.

Der Beginn der Eisenverhüttung (Rennverfahren) wird in Westeuropa etwa ins 1. vorchristliche Jahrtausend gelegt, und fällt im Gebiet des alpinen Salzbergbaus in die Frühe Eisenzeit (Hallstatt-Kultur) etwa um 800–475 v. Chr. Ihr folgt die Späte Eisenzeit (»Latène-Kultur«), die etwa von 475 v. Chr. bis zur Zeitenwende dauerte und sich von Mitteleuropa bis Gallien und Griechenland erstreckte. Diese stand im wesentlichen unter keltischem Einfluß stand und zeichnete sich durch weitreichende Handelsbeziehungen und reichen kulturellen Austausch Kontakte aus. Im Ostalpenraum fielen die neuen Kenntnisse der Stahlherstellung auf fruchtbaren Boden, da sich dort ausgedehnte Spateisenlagerstätten mit Spuren von Mangan befanden, dem idealen Rohmaterial. Schmiedeeiserne Waffen stachen bald durch eine ausgeprägte Handwerkskunst hervor (RIECKHOFF u. BIEHL 2001, S. 61–66). In größerem Ausmaß gelangten Eisenwaren und -waffen allerdings erst während der jüngeren Bronzezeit nach Nordeuropa (JÖNS, in STEUER 1993, S. 63–69). So wird angenommen, daß sich systematischer Abbau, Verhüttung, und Verarbeitung des Eisens erst durch die Kelteninvasionen, ab der ersten

Hälfte des 1. Jahrtausends v. Chr. in Europa verbreitete, und zwar dort am schnellsten, wo es die entsprechenden Erzlagerstätten gab. Im übrigen war auch die Gewinnung von Gold aus Seifenlagerstätten bei den Kelten bereits weit verbreitet.

Die Eisengewinnung mit Rennöfen hielt sich in ganz Europa bis in die Römische Kaiserzeit, ja sogar bis zur Zeit der Völkerwanderung, und wurde überall mit kleinen, freistehenden Schachtöfen mit Winddüsen, Blasebälgen und Schlackengruben, oft mehrere Hundert an der Zahl in regelrechten Verhüttungszentren im Nahbereich von Tagebauen und Siedlungen angelegt. Hallstatt in Oberösterreich, und La Tène in der Westschweiz sind typische Zeugen einer regen Eisenverarbeitung bereits im 1. Jahrtausend v. Chr., vor allem in dessen zweiter Hälfte. Weitere Zentren liegen u. a. in der Schwäbischen Alb, im hessischen Lahn-Dill-Gebiet, sowie der Schwäbischen Alb, im Sieger- und Sauerland, und dem Bergischen Land (JOCKENHÖFEL, in STEUER 1993, S. 70–74).

## I.4 Bergbau in der klassischen Antike

### I.4.1 Der Griechische Bergbau

Gewinnung und Abbau von Metallen gab es bereits in der kretisch-minoischen Zeit. Laut **Plinius d. Ä.** war der kretische Stamm der Daktylen für die Entdeckung des Eisens verantwortlich, die vorwiegend vom Eisenerzbergbau, Verhüttung und Weiterverarbeitung lebten. Die dazugehörigen Kenntnisse über Erzqualität, Schmelzprozesse und Schmieden waren also früh bekannt. Aus der hellenistischen Periode (4.–5. Jahrhundert v. Chr.) gibt es bereits genauere Angaben über Bergbau, Verhüttung und Veredelung in den Gegenden von Sinope (an der Schwarzmeerküste), Lakonien, Mittelasien und Lydien, wo bereits verschiedene Stahlsorten zu unterschiedlichen Verwendungszwecken hergestellt wurden (Rebrik 1986, S. 19–20). Dies wird u. a. auch von **Homer** (7. Jahrhundert v. Chr.), **Aristoteles** (384–322 v. Chr.), **Theophrastos** (372–287 v. Chr.) und **Plinius d. Ä.** (23/24–79 n. Chr.) bezeugt.

Die Gewinnung von Bodenschätzen bildete die Basis für zunehmenden Reichtum, und damit für wirtschaftliche und politische Macht. Griechenland war reich an Eisen-, Blei- und vor allem Silberlagerstätten. Das für die Geldwirtschaft nötige Münzmetall Silber wurde hauptsächlich in den Blei- und Silberbergwerken von **Laurion** gewonnen (**Xenophon**,

etwa 430–355 v. Chr.), die bereits unter den Mykenern im 2. Jahrtausend v. Chr. abgebaut wurden. Deren Produktionshöhepunkt lag jedoch erst etwa im 5.–4. Jahrhundert v. Chr. Im Jahre 484 v. Chr. wird eine Produktion von 100 Talenten erwähnt (knapp 84000 Unzen Silber), die u. a. die Finanzierung der entscheidenden Seeschlachten gegen die Perser ermöglichte. Manche Autoren schätzen die gewonnene Silbermenge jener Zeit sogar auf bis zu 20 t pro Jahr.

In Laurion sind über 2000 Schächte bekannt, bis zu 130 m tief; der Wasserhaushalt setzte dem Abbau die Grenzen. Typisch ist ein rechteckiger Querschnitt; alle 10 m Teufe ist das Schachtprofil um etwa 10° versetzt, um Platz für das Aufstellen der Steigbäume zum Ein- und Ausfahren zu erhalten und den Förderkorb nicht zu behindern (SANDSTRÖM 1963, S. 35–39).

In Kleinasien und der gesamten Ägäis wurden Silberlagerstätten abgebaut. Goldseifen gewann man in Thracien, seit kretisch-mykenischer Zeit (2000 v. Chr.) auf **Thasos** – mit einer Blüte im 5.–4. Jahrhundert – und auch auf **Siphnos** (Blütezeit im 6. Jahrhundert v. Chr.). Kupfer gab es auf **Kreta**; berühmt waren laut **Strabon** die Gruben der Insel Euböa, nahe der Stadt **Chalkida**. Zinn zur Bronzeherstellung wurde vor allem bei **Delphi** abgebaut und bereits seit hellenistischer Zeit bis aus Britannien eingeführt.

Im ganzen Mittelmeergebiet herrschte bereits reger Handel, unter anderem mit Metallen. Beispiele sind u. a. die Hafenstadt **Emporion** (im heutigen Golfo de Roses, an der nordöstlichen spanischen Mittelmeerküste), wo neben anderen Waren Blei und Silber verschifft wurden (AQUILUÉ 2000, S. 45), **Cartagena** (Provinz Murcia), die Hafenstadt **Huelva** in Südwestspanien, wo 1930 beim Ausbaggern des Hafens ein griechischer Helm korinthischen Typs geborgen und auf die 2. Hälfte des 6. Jahrhundert v. Chr. datiert wurde (TERRERO 1944), und die Baleareninsel **Mallorca**, wo mehrere griechische Schiffswracks mit Rohkupferladungen entdeckt wurden.

## I.4.2 Phönizier und Karthager

In den östlichen Küstenregionen des Mittelmeers, vor allem des heutigen Syriens, dominierten seit dem 3. Jahrtausend v. Chr. die Phönizier, ein semitisches Volk, welches sich von jeher auf den Seeverkehr und den damit verbundenen Handel gelegt hatte. Die weitverzweigten Handelsbeziehungen führten im Laufe der Zeit zur Gründung von Stützpunkten,

Kolonien und Produktionsstätten. So installierten sie sich im 11. Jahrhundert v. Chr. auf Zypern, und traten im 9. Jahrhundert mit Athen in Kontakt. Im selben Zeitraum wurden Handelszentren gegründet, unter denen sich Karthago (Tunis) besonders hervortun sollte, aber auch z. B. Cádiz, die angeblich erste phönizische Gründung in Spanien, sowie das sagenumwobene Tartessos (Provinz Huelva, Südwestspanien) die beide vor allem vom Export von Erzen und Metallen (Kupfer, Blei, Gold und Silber) lebten. Etwa im 8. Jahrhundert v. Chr. traten jedoch bereits erste, unvermeidliche Konflikte mit den Griechen auf, die mehrere Jahrhunderte anhalten sollten. Nach diversen Besatzungen, auch durch Assyrer und Perser, erlagen die Phönizier schließlich **Alexander dem Großen** und wurden ab dem 4. Jahrhundert v. Chr. zunehmend hellenisiert. Ihre Bedeutung in unserem Zusammenhang liegt vor allem an ihrem Handel mit Erzen, Metallen, und ihren Legierungen, besonders Silber, Kupfer, Blei, Zinn und Bronze.

Die Karthager hinterließen an vielen Küstenorten des Mittelmeers und des Atlantiks Zeichen ihrer Präsenz, und es kam sogar zur Herausbildung autochthoner Kulturen, wie zum Beispiel die im Südwesten der Iberischen Halbinsel ansässigen Tartesser, oder die Etrusker in Italien.

Als Beispiel der Handelstätigkeit der Phönizier im Mittelmeerraum sei ein spektakulärer Fund im Jahre 1923 beim Ausbaggern der Tharsis Piers in Corrales im Hafen von Huelva (Südwest-Spanien) erwähnt, wobei eine ganze Schiffsladung ausnahmslos gebrauchter Waffen, Fibeln, Ringen und verschiedensten Gebrauchsgegenständen aus Bronze geborgen werden konnte, die wohl zum Einschmelzen bestimmt war, und deren Alter auf etwa 1200 bis 1000 v. Chr. datiert wurde (TERRERO 1944, S. 5–19).

Die Handelsmonopole der Phönizier reichten von Cornwall (Zinn), über Südspanien (Kupfer, Blei, Silber und Gold) und Marokko (Gold), bis nach Nordeuropa (Bernstein), und Afrika (Sklaven und Elfenbein) bis Indien. Ihre tausendjährige Vormachtstellung im Mittelmeerraum verloren sie erst nach den Punischen Kriegen an die Römer (264–146 v. Chr.), was am Ende auch zur Zerstörung ihrer Metropole Karthago führte.

### I.4.3 Der Römische Bergbau

Zahlreiche Autoren bringen Wohlstand und Bedeutung des Römischen Reiches direkt mit seinem Reichtum an Bodenschätzen in Verbindung (DAVIES 1935, S. 1–14). Es verfügte über alle Metalle, die zu seiner Zeit in Verwendung waren, und war somit autark. Zu den metallischen Rohstoffen zählten in erster Linie Gold und Silber, Eisen, Kupfer, Blei und Zinn, und in weit geringerem Ausmaß, oder nur zu Spezialverwendungen, auch Metalle wie Quecksilber, Antimon, Zink, und Mangan. Edelmetalle waren von herausragender Bedeutung und wurden für Münzzwecke und Schmuck verwandt. Entsilbertes Blei wurde in bedeutenden Mengen zu Blechen, Wasserleitungsrohren, Wurfgeschossen usw. gebraucht, wie **Vitruv** um 30 v. Chr. und **Frontinus** 100 n. Chr. schildern. Kupfer wurde zu Blechen verarbeitet, oder mit Zinn zu Bronze legiert. Wie man aus Funden von Schmelzriegeln schließen konnte, war auch die Herstellung von Messing aus oxydischem Zinkerz und metallischem Kupfer zu Zeiten des römischen Kaisers **Tiberius** (etwa 20–37 n. Chr.) eine hochentwickelte und gängige Technik, die aber mit dem Untergang Roms verloren ging und erst 1000 Jahre später wieder entdeckt wurde. Der Abbau von Eisen zusammen mit Hüttenbetrieben und Schmieden war sehr weit verbreitet und diente der Herstellung von Waffen, Werkzeugen und Gebrauchsgegenständen aller Art. Vor allem im Mittelmeerraum hat der römische Bergbau außerordentliche Beispiele hinterlassen, und der Bergbau begann überall zunächst auf leicht zugänglichen Seifenlagerstätten von Gold oder Zinn, bzw. in den oberflächennahen Lagerstätten der Oxydations- und Zementationszonen von Kupfer-, Blei-, und Silberlagerstätten. Erst als diese weitgehend erschöpft waren, begann man mit einer systematischen Erschließung durch Tiefbaue. Bis zum 3. Jahrhundert n. Chr. wurde nicht nur der römische Bergbau auf den damals höchstmöglichen Stand der Technik gebracht, sondern alle damit verbundenen Hilfswissenschaften wie das Vermessungswesen, Straßen- und Wasserbau, Hüttenkunde und Metallverarbeitung bis zur einschlägigen Gesetzgebung, wie sie beispielsweise im »*Lex metalli Vispacensis*« aus dem 2. Jahrhundert n. Chr. von Aljustrel in Südportugal überliefert ist (Museu dos Serviços Geológicos de Portugal, 1986).

In **Germanien** wurde bereits von den Kelten, aber auch während der römischen Besatzungszeit vor allem Eisen abgebaut, z. B. bei Eisenberg, Ramsen und Trier (DAVIES 1935, S. 165–179). Als Seltenheit ist der Bergbau auf oxidische Kupfererze im saarländischen Wallerfangen anzusehen,

wo neben dem Mundloch des römischen Emilianusstollens die einzige in Deutschland erhaltene Okkupationsinschrift des Imperiums entdeckt wurde. Im Mansfelder Raum bauten die Römer von 50 v. Chr. bis 350 n. Chr. auf den bereits von den Kelten erschlossenen Kupferschieferlagerstätten, verhütteten die Erze, und gewannen aber auch schon Eisen und Salz. Bei Aachen wurde Galmei (Zinkspat) abgebaut, was insofern interessant ist, als dieses damals hauptsächlich in Südeuropa gewonnene Erz zur Herstellung des römischen Messings (Kupfer-Zink-Legierung) beigetragen hat. Römische Buntmetallmünzen bestehen seit Nero (37–68 v. Chr.) zum großen Teil aus dieser Legierung. Silberhaltiger Bleiglanz wurde bei Wiesloch im Kraichgau abgebaut, ebenso bei Sulzburg im südlichen Schwarzwald (WEISSGERBER, in STEUER 1993, S. 59–62).

Aus **Österreich** ist römischer Eisenbergbau und -verhüttung vor allem aus »Noricum«, der heutigen Steiermark, dokumentiert (z. B. in Hüttenberg), ebenso wie der Kupferbergbau aus Mitterberg, Kupfer und Silber aus Schwaz, Blei aus Bleiberg, Gold aus den Tauern – dort, wie an so vielen anderen Stätten meist in kontinuierlicher Fortsetzung der keltischen Abbaue und Hütten. Stahlherstellung soll auch auf **Elba** in niedrigen Herden oder kleinen Schachtöfen mit Bälgen und Tondüsen schon 100 v. Chr. betrieben wurden.

In **Frankreich** wurde quer durch das gesamte gallische Territorium genügend Gold abgebaut, um die Prägung einer eigenen Goldwährung zu rechtfertigen, wie z. B. am Oberlauf der Garonne (Ariège), im Zentralmassiv (Gold und Zinn bei Vaulry), Aquitanien (Aveyron-Eisen, Blei und Silber); s. DAVIES (1935, S. 76–93).

Intensiver Goldbergbau ging auch in den »Illyrischen Provinzen« des Römischen Reichs um, dem zentralen und nördlichen Teil des heutigen **Bosnien**, sowie dem heutigen **Serbien**. Der Goldreichtum **Dakiens** war sicherlich ein wesentlicher Grund für die römische Eroberung (WOLLMANN, in SLOTTA u. a. 2002, S. 27–40), wobei die Lagerstätten im siebenbürgischen Verespatak, das spätere Rosia Montana, zwischen den Ost- und Südkarpaten im heutigen **Rumänien** gelegen, bis in die Gegenwart Bedeutung behalten haben.

Auch im östlichen Teil des Römischen Reiches, in **Mazedonien** und **Tracien**, wurde Seifengold gewonnen, welches bereits vorher den Grundstein der Mazedonischen Monarchien gebildet hatte.

**Ägypten** war ebenfalls einer der großen Goldproduzenten des Römischen Imperiums, das hier mehr als 110 Goldvorkommen, die bereits seit 4000 v. Chr. abgebaut wurden, einfach weiterführte bzw. wieder in

Betrieb nahm, wie bei Tebaida, in der östlichen Wüste, sowie in der gesamten Region zwischen Nubien und Äthiopien.

Im **Marokkanischen Atlas** gab es Abbaue auf Silber und Blei (*Mons Casaphus*), und in **Italien** wurden silberführende Kupfererze von 50–250 n. Chr. in der Toskana (Volterra) gefördert (BLANCHARD 2001, Bd. 1, S. 6f.). Weiterhin wurde Gold am oberen Lauf des Po abgebaut, Blei und Silber in der nordwestlichen Toskana. Elba war schon damals ein bedeutender Eisenproduzent. Die silberführenden Bleiglanzlagerstätten im Südwesten Sardiniens, wie bei Iglesias, waren bereits zur Bronze- und frühen Eisenzeit bekannt, werden aber von Plinius und Strabo nicht erwähnt, möglicherweise wegen ihrer damals nur geringen Bedeutung, verglichen mit anderen Regionen des Römischen Reiches (DAVIES 1935, S. 63–75).

In **Griechenland** wurden die wichtigen Blei- und Silbergruben auf Laurion und Siphnos mit Sicherheit von den Römern weiterbetrieben, während auf dem Festland (z. B. Korinth) und den ägäischen Inseln zwar eine Vielzahl kleinerer Lagerstätten (meist silberhaltiges Blei, Eisen, gelegentlich Kupfer) existierten, aber keine herausragende Bedeutung hatten (DAVIES 1935, S. 239–266). Auch der hellenistische Ptolemäerstaat **Zyperns** mit seinen berühmten Kupfervorkommen wurde 58 v. Chr. von den Römern erobert.

In **Südwest-England** (Wales) ist die Goldlagerstätte **Dolaucothi** bekannt geworden, von der dieselben Bergbautechniken beschrieben werden, wie sie uns aus NW-Spanien überliefert sind, einschließlich der Wasserkinste (*norrae*; s. WEISGERBER 1979). Mit der Ankunft der Römer im 1. Jahrhundert n. Chr. wurde die Bergbautätigkeit auf Blei- und Silber in **Derbyshire**, **Nordwales**, **Shropshire** und den **Mendips**, sowie auf Kupfer in **Shropshire**, **Nordwales** und **Anglesey** stark erweitert. Zinn wurde in größerem Ausmaß in **Boscarnie** in Cornwall (1. Jahrhundert n. Chr.), **Somerset** und **Landsdown** (Mitte des 3. Jahrhundert n. Chr.) abgebaut, was etwa mit dem Erschöpfen der iberischen Gruben übereinstimmt. Es wurde damals bevorzugt für Geschirr und als Legierungsmetall zur Bronzeherstellung verwandt (GERRARD 2000, S. 21f.). Im **Forest of Dean** wurde in römischer Zeit auch Eisen gewonnen.

Auf die **Iberische Halbinsel** (»Hispania«) soll hier nochmals beispielhaft eingegangen werden, da der Bergbau hier einen wesentlichen Pfeiler des Römischen Imperiums darstellte. Bergbau und Hüttenwesen erlangten einen bis dahin unerreicht hohen Stand der Technik: Gezähe, Geräte, Maschinen und Instrumente, u. a. auch aus dem Markscheidewesen waren bahnbrechend und wurden Standard, oft bis in die frühe Neuzeit.

Die Südostküste (Sierra de Cartagena, Mazarrón, Sierra de Almagrera) mit ihrem Zentrum **Carthago Nova** (dem heutigen Cartagena), hatte bereits während des 2. und 1. vorchristlichen Jahrhunderts als Silber- und Bleiproduzent einen Namen. **Strabo** berichtet, unter Bezugnahme auf einen Text von **Polybius**, daß zu frühromischen Zeiten die Gruben in Cartagena 40000 Arbeiter beschäftigten, welche täglich 25000 Drachmen in den Staatssäckel erwirtschafteten, was einer täglichen Produktion von etwa 3700 Unzen Silber entsprechen würde (OREJAS und PLACIDO, in SANCHEZ-PALENCIA 2000, S. 24).

Im südlichen Zentralspanien hob sich **Castulo**, das heutige Linares in der andalusischen Provinz Jaen, durch seine Blei und Silberproduktion hervor. Bereits 800 v. Chr. zu phönizischen Zeiten erwähnt, diente die Stadt u. a. als Binnenhafen, und die begehrten Metalle wurden über die Flüsse Guadalimar und Guadalquivir an die Küste transportiert. Hier wurde ein berühmtes und oft abgebildetes Relief römischer Bergleute gefunden (GUTIERREZ 1999, S. 308–312).

**Centenillo** war bereits zu römischer Zeit einer der ergiebigsten silberführenden Bleiglanzgänge von Linares. Hier wurden mehrere archimedische Schrauben geborgen, die zum Heben der Grubenwässer dienten (CARIDE 1978, S. 33), ebenso wie jene aus der Grube Sotiel in Huelva, die zusammen mit einer Pumpe des **Ctesibius** entdeckt wurden (PÉREZ MACÍAS 1998, S. 34). In Centenillo ging der römische Abbau bis zu einer Teufe von 210 Metern (GARCÍA SANCHEZ-BERBEL 1993, S. 21–37).

Während des 1. Jahrhunderts n. Chr. verlagerte sich die Bergbauaktivität zunehmend in den westlichen Teil der Iberischen Halbinsel, hauptsächlich auf Kupfer (z. B. **Cerro Muriano** bei Cordoba) und Blei (**Valle de Alcudia**, **Sierra de Pedroso**). Gegen Anfang des 2. Jahrhundert wurde schließlich der iberische Südwesten erschlossen, wo nun auch Silber, Kupfer und Gold aus den sekundären Anreicherungs-zonen der massiven Sulfidlagerstätten des **Südwestiberischen Kiesgürtels** gewonnen werden konnten. BLANCO FREIJEIRO und ROTHENBERG (1981) geben detaillierte Beschreibungen einer Vielzahl von Lagerstätten, Bergwerken und Hütten des spanischen und portugiesischen Teils der Kiesprovinz. Der bekannte französische Archäologe Domergue führte in den 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts systematische Untersuchungen durch, die in einer Vielzahl von Veröffentlichungen beschrieben und z. T. katalogisiert sind (DOMERGUE, 1987).

Von vielen Lagerstätten, wie z. B. **Aznalcollar**, **Cala**, **Rio Tinto**, **Sotiel-Coronada**, **La Zarza**, **Tharsis**, **Santo Domingo** und **Aljustrel**, sind

zahlreiche und bedeutende Funde während der Aufschließung großer Tagebaue ab der Mitte des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts überliefert, und es wurden verschiedenste archäo-metallurgisch orientierte Untersuchungen durchgeführt (zusammengefaßt z. B. in FLORES 1981, S. 21–32). Die umfangreichen Kupfer- und vor allem Silberschlacken aus römischer Zeit wurden von GONZALO Y TARÍN (1888, S. 47–72) auf vier, und von PINEDO VARA (1963, S. 1–46) auf insgesamt 18 Millionen Tonnen geschätzt, und dazu kämen noch zusätzlich 2 Millionen Tonnen Kupferschlacken aus vorrömischer Zeit. Diverse andere Autoren stellten anhand der Schlacken Hochrechnungen über die ausgebrachten Kupfermengen an, welche nach Schätzungen von Technikern und Wissenschaftlern Rio Tintos, wie PALMER, WILLIAMS, SALKIELD u. a., bis zu 2,4 Millionen Tonnen metallischem Kupfer gingen. Außerdem wird allein in den Gruben von Rio Tinto, abgesehen von Kupfer, die bereits in der Antike produzierten Edelmetalle auf knapp 2 Millionen Unzen Gold und 130 Millionen Unzen Silber geschätzt (FLORES 1981, S. 53–80).

Bei **Sisapo**, ein nahe dem späteren Almadén in der Provinz Ciudad Real gelegener Umschlagplatz mit eigener Münze, wurde bereits zu Zeiten Kaisers Augustus Quecksilber gewonnen. Der gemahlene Zinnober diente, wie bereits in der Frühzeit, zu Dekorations- und kosmetischen Zwecken und das gediegene Metall (*»argentum vivum«*) wurde auch zum Amalgamieren und Vergolden verwendet, wenn auch nur in beschränktem Ausmaß. Die Römer unterschieden dieses von dem durch Destillation aus Zinnobererzen gewonnenen Quecksilber (*»hydrargirium«*). Jährlich wurden 10 000 Pfund Zinnober geliefert (ca. 3270 kg), wobei jeder Abbauperiode die Grube bis zur nächsten Kampagne verschlossen und bewacht wurde (HERNANDEZ SOBRINO 1995, S. 37–38).

Gleichzeitig mit dem Südwesten gewann aber vor allem auch der Nordwesten der Iberischen Halbinsel durch den Abbau von Gold aus Seifen- und Festgesteinslagerstätten an Bedeutung: Insgesamt sollen hier bis zu 650 Millionen Kubikmeter Gestein von den Römern bewegt worden sein. In **Las Médulas** (Provinz León), einer Goldseifenlagerstätte in verfestigten Tertiärsedimenten, wurde eine spezielle Abbaumethode angewandt, *»ruina montium«* genannt, einer Art hydraulischen Bergbaus. Das Verfahren wird von **Plinius d. Ä.** in seinem Werk *Naturalis Historia* (70 n. Chr.) ausführlich beschrieben. Nach Perez (in SANCHEZ-PALENCIA 2000, S. 155–157) wurden allein hier 94 Millionen Kubikmeter von 100–400 m mächtigen tertiären und quartären Sanden, Kiesen und Konglomeraten abgebaut, bei Gehalten von 100–150 mg/m<sup>3</sup> (max.

0,5–2 g/m<sup>3</sup> am Kontakt zum anstehenden Festgestein). Andere Autoren (z. B. HALLS 1987, S. 43–45) schätzen die mögliche historische Goldproduktion des gesamten iberischen Nordwestens auf zwischen 2,5 bis 4,5 Millionen Unzen Gold, wobei auf Las Medulas etwa die Hälfte entfallen könnte.

Weitere bedeutende römische Goldabbauere befinden sich u. a. in Asturien, im Gebiet des **Rio Narcea**, wo heute wieder Goldbergbau umgeht, sowie in Galizien und im Gebiet von **Jales** und **Três Minas** im Norden Portugals. Bis heute ist so die systematische Aufnahme und Kartierung der römischen Bergbauspuren ein wichtiges Prospektionskriterium geblieben.

## I.5 Über die Byzantiner und Araber zum beginnenden mittelalterlichen Bergbau in Mittel- und Nordwesteuropa

Während der 1. Hälfte des 7. Jahrhunderts vereinigte **Mohammed** das **Arabische Reich**, und die islamischen Armeen eroberten nacheinander Tripolis (647) und Teile Nubiens (651). Karthago, die Basis der Byzantiner, fiel 698, so daß die Araber zu Anfang des 8. Jahrhunderts Mesopotamien, die Nordküste Afrikas (Syrien und Ägypten), die Iberische Halbinsel – inzwischen unter westgotischer Herrschaft – bis auf einen schmalen Streifen in ihrem Norden, sowie den Süden Frankreichs besetzt hatten, und bis 750 sogar bis zu Wolga und Don vorgestoßen waren. Auch gelang es den islamischen Truppen, nilaufwärts ab 654 n. Chr. die Goldrouten nach Nubien und gegen Ende des 8. Jahrhunderts auch den äthiopischen Goldhandel unter Kontrolle zu bekommen, was einen regelrechten »Goldtausch« am Oberen Nil verursachte. Wohl durch die Besetzung Nordwest-Afrikas wurden den Arabern auch etwa ab der Mitte des 8. Jahrhunderts die Karawanenrouten ins goldreiche Ghana bekannt und damit der Zugang zum gesamten nördlichen Drittel des afrikanischen Kontinents mit seinen begehrten Bodenschätzen wie Salz, Kupfer und besonders Gold (BLANCHARD 2001, Bd. 1, S. 110–121).

Die politische Karte Eurasiens wies damit um 700 n. Chr. drei Großreiche auf: Der Rest von Byzanz, die Kalifate der Omayyaden (welche im Jahre 642 die Sassaniden endgültig besiegt hatten – was zusammen mit der Eroberung der oströmischen Provinzen das Ende der Spätantike bezeichnet), und das Khazaren-Reich, das sich etwa in der Region nördlich des Schwarzen Meeres befand.

Den Arabern fielen durch ihre Eroberungszüge enorme Goldmengen in die Hände, die umgehend auf den Markt gelangten. Die Wirren und großangelegten Plünderungsaktionen führten jedoch gegen Ende des 7. Jahrhunderts zu einem Überangebot und einer drastischen Verbilligung des Metalls und damit zur Einstellung aller Bergbauaktivitäten. In den folgenden hundert Jahren wurde Gold aber wieder seltener und bis in das 8. Jahrhundert zur Stütze des Münzsystems. Als die Grenzen des arabischen Reiches etwa um 737 n. Chr. weitgehend konsolidiert waren, begann der Goldbergbau wieder, zunächst in Arabien selbst.

Nach der Niederlage der Türken und zwischen Mitte des 8. und Mitte des 9. Jahrhunderts kam es zu einem neuen Silber-Produktionshöhepunkt in Zentralasien (Kaukasus, Armenien). Dazu kam ab Beginn des 9. bis Mitte des 11. Jahrhunderts der Zugang zum Roten Meer, zu den Küsten Ost-Afrikas und damit auch zur Kontrolle der etablierten Handelsrouten bis zum Indischen Ozean, worum sich bereits über ein Jahrtausend lang Römer, Byzantiner, Perser und Araber bemüht hatten.

In Mitteleuropa gab es nach dem Zusammenbruch des westlichen Römischen Reiches zwischen dem 5. und 7. Jahrhundert so gut wie keine bodenständige Silberproduktion. Danach wird sie aus Nordwest-Europa (vor allem Südwest-England) auf maximal 300 kg (etwa 100000 Unzen) pro Jahr geschätzt, und aus Mitteleuropa kamen nur geringe Förderungen dazu. Später stand aber Silber wieder zur Verfügung, da es von den Arabern ab der Mitte des 10. bis zum Ende des 11. Jahrhunderts noch zwischen Italien und Spanien gehandelt wurde: Unter den **Omayyaden** hatte sich zwischen 850 und 950 ein autochthoner Silber- Blei- und Kupferbergbau in Spanien reanimiert, dessen Produkte in den Rest des Arabischen Reiches, aber auch bis nach Süd- und Mitteleuropa gelangten. Aber erst ab dem 12. Jahrhundert wurde Silber in nennenswerten Mengen in Mitteleuropa gefördert und begann den Handel mit dem in Nordafrika ebenfalls reichlich und stetig verfügbaren Gold anzukurbeln. Ab Ende des 12. Jahrhunderts restrukturierten sich auch noch einmal die Transsahara-Routen, europäische Händler begannen Seewege zu benutzen, und es begann sich in der gesamten Region ein neues Handelssystem zu entwickeln, das solange Bestand hatte, bis im 16. Jahrhundert Gold und Silber aus Amerika auf die mediterranen Märkte zu gelangen begann.

## I.6 Bergbau in Mitteleuropa und den Nachbarregionen vom Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts – Ein Überblick

Eine wechselvolle und vielerorts komplexe geologische Geschichte hat in Mitteleuropa bedeutende und vielfältige Lagerstättenvorkommen von Eisen, Bunt- und Edelmetallen, Salz und Kohle hervorgebracht, unter denen einige – selbst nach heutigen Begriffen – noch als »Weltklasse-Lagerstätten« bezeichnet werden können. Quer durch die mitteleuropäische Geographie entstanden blühende Bergbaureviere, u. a. weil die oberflächennahen Reicherzzonen noch unangetastet waren. Selbst nachdem diese weitgehend abgebaut waren, konnten sich viele Gruben, teils aufgrund ihrer Ausdehnung, teils wegen der Anpassungsfähigkeit der Technik über viele Jahrhunderte weg bis hin zur Industriellen Revolution behaupten, und einige sind noch heute in Betrieb.

Bergbau und Hüttenwesen waren mit dem Zusammenbruch des Römischen Reiches in ganz Europa praktisch zum Erliegen gekommen, und lagen unter den Völkerwanderungen bis ins 8. Jahrhundert brach. Die Edelmetallförderung in Zentral-Asien und ihr Handel mit Europa sowie Silberimporte aus Spanien versiegten etwa zwischen Anfang des 10. bis zum Anfang des 11. Jahrhunderts, und der Schwerpunkt der Gewinnung und des Handels von Gold und Silber begann sich nach Afrika und Europa zu verschieben. Schnell wachsende Städte und Einwohnerzahlen bedingten aber eine zunehmende Nachfrage an Metallen für Werkzeuge, Bau, Waffen, Haushalt, Geschirr und Münzen. Gerade die Entwicklung der mittelalterlichen Geldwirtschaft ab dem 9. Jahrhundert erforderte große Mengen des im deutschsprachigen Raum zu dieser Zeit ausschließlich verwendeten Münzmetalles **Silber**. Zwischen dem 8. und dem 9. Jahrhundert wurde ein einheitliches Währungssystem geschaffen und Silbergeld eingeführt. Die Münzprägung führte zwangsweise zu einem ungeahnten Aufschwung der Montanwirtschaft, alte Bergwerke wurden aufgewältigt und neue erschlossen, Hütten gebaut, und die Metallverarbeitung vorangetrieben. Der mitteleuropäische Bergbau kam im fortgeschrittenen 12.–13. Jahrhundert zu einem ersten Höhepunkt und mit ihm auch das Markscheidewesen.

Manche Autoren schätzen, daß im europäischen Mittelmeerraum während der klassischen Antike bis zum Beginn des Mittelalters (um etwa 800 n. Chr.) an die 750000 Tonnen Silber gefördert wurden. Diese

Quellen waren mittlerweile so gut wie erschöpft. Dafür konnte sich aber weiter im Norden ab dem frühen Mittelalter wieder ein weitverbreiteter Silberbergbau entwickeln, und so wurde besonders in Sachsen ab dem 10. Jahrhundert ein einigermaßen organisierter Bergbau wieder aufgenommen, der sich dann in der Folgezeit von hier aus über den Rest Europas ausdehnte. Durch das gesamte Mittelalter hindurch sollen etwa 250 000 Tonnen Silber produziert worden sein, wovon der Hauptanteil auf den deutschsprachigen, mitteleuropäischen Raum entfällt (HABASHI 1996, S. 85–89). Die **Habsburger** waren etwa um 1500 im deutsch-österreichischen Raum führend in der Kupfer- und Silberproduktion, und Augsburger Handelshäuser wie die **Fugger** und **Welser** beherrschten den Kupferhandel der damaligen Welt. Am Beginn der Neuzeit lag die geschätzte Silberproduktion allein im »Heiligen Römischen Reich Deutscher Nation« ab 1540 bei etwa 50 000 kg pro Jahr (STEUER 1993, S. 75).

Mitteleuropa war reich an silberführenden Fahl-, Blei- und Kupfererzen, sowie gediegenem Silber. Als Beispiele dienen das Freiburger Revier, der Harz, Schwarzwald und Elsaß bis zu den Lagerstätten Tirols, des Karpatenbogens, Nordenglands und Skandinaviens.

Bis zur Zeit der **Merowinger** (Mitte 8. Jahrhundert) hatte der Bergbau wahrscheinlich nur geringe Bedeutung. Erst unter den **Karolingern** (Mitte 8.–Ende 10. Jahrhundert) erlebte die mitteleuropäische Wirtschaft einen neuen Aufschwung und der Handel wurde wiederbelebt. Der Silberbergbau wurde unter den **Ottonen** (Mitte 10.–Anfang 11. Jahrhundert) weiter intensiviert, sobald diese das Silber zum ausschließlichen Münzmetall als Basis des neuen Währungsgefüges verwendeten, und besonders die **Salier** nahmen während des 10. bis zum 12. Jahrhundert eine systematische Metallgewinnung auf.

Erste Bergwerke werden für den Harz 968 genannt. Schon zur Zeit von **Otto dem Großen** (936–973) zeigte der Harz für das frühe Mittelalter respektable Produktionsziffern von etwa 400 kg Silber pro Jahr, allerdings mit längeren Unterbrechungen durch Hungersnöte, Pest und Revolten bis 1181. Ab 1210 wandelte sich der Harzer Silberbergbau allmählich in einen Buntmetallbergbau (Blei und Kupfer), und seine Produkte begannen den mittel- bis nordeuropäischen Markt bis hin zu den Britischen Inseln zu beherrschen (BLANCHARD 2001, Bd. II, S. 775–779). Dazu hatten sich aber schon um 984 Bergbaue in den Vogesen, im Schwarzwald ab 1028, in Gorenberg/Kärnten (1146–1157), um 1150 in Brixen/Tirol, um 1170 in Mies/Böhmerwald, im Rheinland, in den Ostalpen (Freisach, 1171), und in Franken gesellt. Möglicherweise wurden manche der Vererzungen

durch Harzer Bergleute entdeckt, die prospektierend die Gegend zu durchschweifen begannen. Als man 1168 im Erzgebirge silberführenden Bleiglanz fand, wurden viele Bergleute der kriegsgeplagten Gegend von Goslar im Harz angelockt und es entfaltete sich bis Ende des Jahrhunderts ein Silber-Boom: Erze mit 70–80 Unzen/Tonne wurden abgebaut und bis 4 Tonnen Silber im Jahr ausgebracht. Das Zentrum des mitteleuropäischen Silberbergbaus verschob sich nun vom Harz ins Erzgebirge (BLANCHARD 2001, Bd. II, S. 687–700). Anfang des 13. Jahrhunderts erreichten auch die Gruben von Neusohl und Schemnitz gewisse Bedeutung, und 1217 wurden dort außer Kupfer bereits 600 kg Silber produziert.

Aber auch in anderen Regionen Europas entwickelte sich allmählich der Silberbergbau, wie ab 1125 Sardinien und die Toskana (Montieri, Gerfalco), dazu kamen ab 1130 Abbaue in Bytom/Schlesien und Böhmen, bis hin ins christliche Spanien. Nordengland konnte zwischen 1125–1225 eine Blütezeit des Silberbergbaus verzeichnen, die jedoch bereits in ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts zuende war und neben geringen Silbermengen nur noch Blei und Zinn produzierte.

In Mitteleuropa hatte sich so **bis ins erste Viertel des 13. Jahrhunderts eine erste Blütezeit des Silberbergbaus** entwickelt, die neben mehreren kleineren Produktionszentren vor allem auf den sächsischen Lagerstätten und Tirol basierte, aber bereits im Verlauf der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts aufgrund Erschöpfung der reichsten und am einfachsten abzubauenen Lagerstätten wieder zusammenbrach.

Wenig später kam es zu zwei neuen, langandauernden Produktionsphasen (in Mitteleuropa zwischen Mitte des 13. und Anfang des 14. Jahrhunderts, in den Balkanländern etwa zwischen Ende 14. und dem letzten Drittel des 15. Jahrhunderts), die zwar die Blütezeit des 12. Jahrhunderts nicht erreichten, wohl aber die Position Europas im interkontinentalen monetären und kommerziellen System wiederherstellten.

Im Bereich der Ungarischen und Böhmisches Königreiche (Schemnitz ab etwa 1215, Chemnitz und Iglau ab etwa 1225) etablierte sich eine bedeutende Silberindustrie: Im frühen 13. Jahrhundert wurde Silber bei Kuttenberg entdeckt. Das Revier expandierte ab 1290 drastisch, stand im frühen 14. Jahrhundert in voller Produktion, und produzierte allein bis zu 6,5 Tonnen Silber jährlich, bis die Förderung 1422 während der Hussitenkriege eingestellt wurde. Der Bergbau zu Przibram begann Anfang des 14. Jahrhunderts. Zwischen 1350–1420 minderte sich die böhmische Produktion und wurde nur zu einem kleinen Teil von Gruben aus dem sächsischen Freiberg und dem Schwarzwald ergänzt.

Im restlichen Europa bestanden noch Gruben in Devon und Cornwall (Mitte bis Ende 13. Jahrhunderts, die zusammen aber nur 640 kg Silber pro Jahr ausbrachten), sowie auf Sardinien bis gegen Ende des 14. Jahrhunderts. Auf dem Balkan war zur zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts Silber das Hauptprodukt, die Förderung sank jedoch stetig und betrug zwischen 1350 und 1420 nach Schätzungen nur noch etwa 1,5 Tonnen pro Jahr. Eine neue Krise leitete sich zur Wende vom 14. zum 15. Jahrhundert ein. Sie bewirkte, daß sich die Bergbauaktivitäten weiter nach Südosten in die Balkanregion verlagerten, wo es etwa zwischen 1425–1566 zu einer erneuten, der dritten Glanzzeit kam. Wahrscheinlich erschmolz man aber trotz verbesserter Verhüttungsmethoden nicht mehr als 8–9 Tonnen Silber pro Jahr. Auch wurden die Erzgehalte während jedem dieser Produktionshöhepunkte zunehmend ärmer: Anfangs gewann man noch silberführendes Bleierz mit Gehalten von über 3 kg/t (über 100 oz/t), danach kamen selbst die reichsten Erze nicht über 1,25 kg/t, um schließlich im Balkangebiet auf Gehalte von 600 g/t zu fallen und in anderen Revieren nur noch mit etwa 390 g/t (12½ Unzen, dem Minimalgehalt für die damals angewandte Kupellationsmethode) abgebaut zu werden (BLANCHARD 2005, Bd. 3, S. 1069). Die Edelmetallförderung verringerte sich gegen Ende 14.–Anfang 15. Jahrhunderts stark und die Preise für Gold und Silber stiegen gewaltig – man steckte wieder in einer tiefen Krise. Der Ausweg kam diesmal von der Seite einer neuen Hüttentechnologie, dem **Seigerprozeß**, für bisher nicht ausbringbare Silbergehalte polymetallischer Vererzungen.

Bei dem **Kupferseigerverfahren** handelt es sich um eine thermische Trennung des silberhaltigen Rohkupfers, bei dem Blei als Lösungsmittel zugegeben wird (**Kupferfrischen**), wobei sich eine Silber-Blei-Legierung (**Seigerblei**, **Seigerwerk**) bildet und abgezogen wird. Bei der **Treibarbeit** wurde dann mit starkem Gebläse das Blei selektiv oxidiert (**abgetrieben**), bis endlich das Silber übrig blieb (KRASCHEWSKI, in BARTELS/SLOTTA 2012, S. 268f.).

In den Krisenjahren 1395–1415 und mit Blick auf den neuen Markt für bisher unverhüttbare Kupfer-, Silber-, Blei- und Zinkerze begannen auch die damals außerordentlich einflußreichen Nürnberger und italienischen Handelshäuser aufmerksam zu werden. Neben anderen, erlebten die polnischen Bleigruben, Neusohl mit Spleiß-, Seigerhütten und Hammerwerken, und der Tiroler Bergbau einen neuen Aufschwung; Ende des 14. Jahrhunderts entstand eine erste Seigerhütte in Nürnberg. Bis 1415 trug der Seigerprozeß, parallel zu den bestehenden Technologien, einen wichtigen Teil zur Metallgewinnung bei.

**Kupfer** findet sich quer durch Mitteleuropa verstreut in Lagerstätten verschiedenster Genese: Kupfer aus dem Harz dominierte zwischen 1210 und 1280 den Handel, verfiel aber danach langsam und stetig bis 1360. Ab etwa 1270 entstand um Falun die bedeutende schwedische Kupferindustrie, die stetig expandierte, ab 1360 die des Harzes ablöste und bis gegen Ende des 15. Jahrhunderts eine führende Stellung einnahm. Um 1390 wurde etwa 220 Tonnen, um 1460 etwa 450 Tonnen jährlich produziert. An der mitteleuropäischen Kupferproduktion zwischen 1280–1390 nahmen auch die Gruben in Böhmen und Ungarn teil, die bereits durch ihren Gold-, Silber-, und Zinnreichtum berühmt waren. In Iglau und Schemnitz war das Silber erschöpft, dafür wurden in Nieder-Ungarn neue Gruben eröffnet (beispielsweise Göllnitz, Schmöllnitz, Zips und Rodna in Transsylvanien). Zur Mitte des 15. Jahrhunderts waren die Gruben um Schmöllnitz führend. Zwischen dem 15.–17. Jahrhundert lagen die Schwerpunkte des Bergbaus in Schwaz und anderen kleineren Vorkommen in Tirol, Neusohl im Slowakischen Mittelgebirge und dem Mansfelder Kupferschiefer.

Buntmetalle, vor allem Kupfer zur Bronzeherstellung, waren im hohen Mittelalter sehr gefragt, u. a. im kirchlichen Bereich (im 11./12. Jahrhundert ist allein im deutschen Raum eine Anfertigung von etwa 2000 Glocken erfaßbar), zu Großplastiken, zur serienmäßigen Geschirrherstellung, bis hin zu Kanonenbronze (ab dem 16. Jahrhundert), jeweils mit spezifischen Legierungen. Genauso wichtig war die Messingverarbeitung (mit Kupfer und Zink als Rohmaterial), welche im deutschen Raum aus der Zeit **Karls des Großen**, und seit dem 10. Jahrhundert eindeutig belegt ist.

In den Mittelmeerraum gelangte das Kupfer zwischen 1280–1450 aus dem Norden Europas, und zu einem kleinem Anteil aus Sardinien, aber jede Produktionskrise ließ die Preise steigen und alternative Märkte an Bedeutung gewinnen. Von der sinkenden Kupfer-Produktion in Mitteleuropa (vor allem im Harz) gegen Ende des 13. Jahrhunderts profitierten ab dem 14. Jahrhundert der Mittlere Osten, die Maghreb-Länder und der Bereich von Nubien bis Mali, wo Kupfer, aber auch **Salz** und **Quecksilber** (ab 1460) bis Ostafrika (Abessinien, Zimbabwe) und Asien gehandelt wurden.

**Gold** wurde es nur in geringen Mengen und in kleinen Abbauen Böhmens (Opawa) und Schlesiens (Goldberg, Nikolstadt) gewonnen, die zwischen 1275–1324 etwa 1 Tonne im Jahr erbrachten. Während des Niedergangs der Silberproduktion im 14. Jahrhundert begann aber in den böhmischen und ungarischen Königreichen (Kremnitz und

Transsylvanien) die Goldgewinnung aus Seifenlagerstätten, die einem aufsteigenden europäischen Goldbergbau den Weg bereitete. Geschichtlich verbürgt ist eine Goldproduktion Ungarns (inklusive Rumäniens) zwischen 1325–1375 von 4 Tonnen pro Jahr, die sich aber nach dieser ersten Glanzzeit bis ins erste Drittel des 15. Jahrhunderts auf etwa 1,5 Tonnen jährlich verringerte.

Hauptabbaugebiete waren die Gangreviere um Schemnitz, Siebenbürgen, den östlichen Karpatenbogen, sowie Goldquarzgänge in den Hohen Tauern. Eine fallende Silberförderung konnte durch zunehmende Goldproduktion aus Oberungarn und Transsylvanien kompensiert werden. Die nun mögliche Verhüttung goldarmer Fahlerze durch den neu eingeführten Seigerhüttenprozeß verlieh den Lagerstätten von Neusohl, Kremnitz und Schemnitz eine neue Bedeutung verlieh, und zwischen 1391–1418 wurde Gold durch die hohen erzielbaren Preise vom einstigen Nebenprodukt zum Haupterz. Die ungarische Goldproduktion stieg so wieder auf 3,5 Tonnen pro Jahr, einschließlich einer neuen Lagerstätte bei Neustadt. Ähnlich erfolgte ein Aufschwung der Silberproduktion zwischen 1425 und 1450, dank der im heutigen Serbien und Bosnien gelegenen Bergwerke. Als diese Region jedoch von den Türken erobert wurde, verlagerte sich das Gewicht wiederum auf das ungarische und siebenbürgische Gold, wo alsbald bis zu 3,5 Tonnen im Jahr produziert wurden.

Die Goldproduktion intensivierte sich ebenfalls, als sich die **Technik der Amalgamierung** auszubreiten begann, die erstmals in zwei Werken von **Vincent de Beauvais** (1194–1264) dokumentiert ist (BLANCHARD 2001, Bd. II, S. 738). Neue Abbaue goldführender Quarzsande am Rhein (u. a. bei der Abtei Selz/Schwarzwald) kamen hinzu, wo ab etwa 1440 der Amalgamationsprozeß angewandt wurde (BLANCHARD 2005, Bd. 3, S. 1029), und so erhöhte sich die europäische Gesamtproduktion auf geschätzte 6,5 Tonnen Gold pro Jahr, die u. a. der Goldversorgung des muslimischen Spanien diene. Von der zunehmenden Nachfrage von Quecksilber profitierten vor allem die reiche spanische Zinnoberlagerstätte in Almadén, aber auch zahlreiche kleinere Vorkommnisse wie die bei Stolberg/Westfalen und vor allem jene in Idria/Slowenien.

Dank neuer Hüttentechniken und zusammen mit der klassischen Produktion aus Seifenlagerstätten gelang es zwischen 1325 und 1455, die europäische Goldnachfrage zu stillen. Im weiteren Umland Mitteleuropas setzte sich aber auch der Handel mit der subsaharianischem Gold-Produktion während des 12. bis zur Mitte des 15. Jahrhunderts unverdrossen fort, u. a. da dort bereits seit dem 12. Jahrhundert der Amalgamations-

prozeß in Gebrauch war. Der Bereich des West-Sudans zählte zu den Hauptproduzenten. Das sudanesisches Gold gelangte auf Karawanenrouten durch die Sahara in den Maghreb, und vom Atlantik bis zum Roten Meer. Zwischen 1373 und 1435 ging der Transfer über den Maghreb nach Spanien und von dort nach Genua und Florenz. Afrika verlor erst durch die ungarische und siebenbürgische Goldproduktion zu Anfang des 15. Jahrhunderts seine Bedeutung als Bezugsquelle für Gold. Die Edelmetalle des europäischen Handels gelangten nun in den Rest der damaligen Welt, bis nach China und Indien.

Das zunehmende Handelsvolumen führte schließlich auch zur (Wieder-) Einführung von Goldmünzen, zuerst in Florenz im Jahre 1252. Das Wertverhältnis Gold zu Silber war damals etwa 1:12–15. In Deutschland, wo bis dahin Gold praktisch nur für liturgische Zwecke, Schmuck, königliches Geschirr, u. a. vorbehalten war, begann man erst im frühen 14. Jahrhundert mit der Prägung von Goldmünzen (STEUER 1993, S. 75–91).

Die Förderung und Verhüttung von **Zinn** nahm durch die Ausbreitung der indischen Erfindung des Glockengusses, welche früh nach Byzanz gelangte und im 6. Jahrhundert n. Chr. bereits im Dienst des christlichen Kults stand, einen bedeutenden Aufschwung. Innerhalb Englands hatte Devon im frühen Mittelalter eine Vorrangstellung, die sie im 14. Jahrhundert an Cornwall abgab. Noch bis Ende des 12. Jahrhunderts genoß England eine Monopolstellung und exportierte das Metall auf vielerlei Handelswegen nach Flandern, Frankreich, Spanien, Mitteleuropa, nach Alexandria und über das Rote Meer bis in den Bereich des Indischen Ozeans. Der außereuropäische Zinnhandel ging jedoch zwischen 1225 und 1275 an die Araber über, die das Rohmaterial aus Ostindien (Malaysia) einführten. Große Mengen an Zinn begann die Artillerie für den Guß von Bronzekanonen zu benötigen, die die Araber bereits seit 1131 verwendeten.

1241 wurden nach anfänglichem Silberabbau in Graupen (Böhmen) Zinnvorkommen entdeckt und im 14. Jahrhundert erlebte die böhmische Zinnproduktion eine Blütezeit. Zinnernes Tafelgeschirr wurde in Italien und Deutschland populär und im 16. Jahrhundert entdeckte man die Verwendung von Zinn als Spiegelbelag, für Glasuren, Email, und für Präparate für die Färberei. Das Verzinnen von Eisenblech war schließlich eine böhmische Erfindung, die 1620 nach Sachsen und 1670 nach England kam. Die Zinngießerei wurde in Mitteleuropa im 18. Jahrhundert zu einer blühenden Industrie und wurde erst im 19. Jahrhundert durch gepreßte, verzinnte Eisenwaren verdrängt (»Weißblech«).

**Blei** war ursprünglich ein Nebenprodukt der Silbergewinnung, und die Nutzung des oft mit diesem vergesellschafteten Metalles **Zink** kam erst viel später hinzu. Die schichtgebundenen triassischen Lagerstätten in Oberschlesien und Kärnten gehörten dabei zu den wichtigsten, und ihr Abbau zum langlebigsten. Zwischen 1125–1180 und ab 1210–1320 war der Bleimarkt zusammen mit Kupfer dem Harz vorbehalten, der damit im kontinentaleuropäischen Handel dominierte. Als hier jedoch 1280 eine Bleikrise eintrat, konnte vor allem der Norden Englands durch steigende Produktion bis 1290 in die Bresche springen, der zwischen Ende 13. und Mitte 15. Jahrhunderts zum bedeutendsten Produzenten Europas wurde. Ab dem Beginn des 13. Jahrhunderts kamen auch Polen und Schlesien dazu, und ab 1253 bis zum Verfall 1365 war ebenso Sardinien mit entsilbertem Blei dabei, welches den Mittelmeerraum versorgte. Zwischen 1360 und 1460 verfiel der englische Bleibergbau, und der Markt ging bis 1459 an polnische Händler (Revier um Olkusz). Auch aus dem Balkan kamen bis zur Eroberung durch die Türken 1455–1463 große Mengen an entsilbertem Blei vor allem auf den italienischen Markt.

Vorkommen von **Eisen** sind in Mitteleuropa äußerst weit verbreitet. Nach der Völkerwanderung, in deren Verlauf römische Kunst und Industrie weithin verloren gingen, entstanden Eisenwerke zuerst wieder in der Steiermark um 700 n. Chr. Eisenerzbergbau und -industrie verbreiteten sich von dort im 9. Jahrhundert nördlich über Böhmen nach Sachsen und Harz, und südlich nach Elsaß, Niederrhein bis Spanien. Im 12. Jahrhundert standen die niederländischen Eisenwerke in gutem Ruf, und von ihnen mag sich ein Teil der Kenntnisse des Eisenhüttenbetriebs im 15. Jahrhundert nach England und Schweden verbreitet haben.

Objekte aus Schmiedeeisen sind verstärkt bereits im 12. Jahrhundert v. Chr. im norddeutschen Flachland sowie dem benachbarten südsandinavischen Bereich bekannt geworden, wo die dort vorkommenden Raseneisenerze abgebaut und in kleinen, sogenannten »Rennöfen« verhüttet wurden. Die Öfen erhöhten sich im 16. Jahrhundert auf bis zu 2,5 m, im 18. Jahrhundert auf 3,8 m, wodurch bei gleichzeitiger Anwendung von Blasebälgen, die durch Wasserräder getrieben wurden, die Stücköfen entstanden. Eisenhochöfen scheinen eine niederländische Erfindung des 16. Jahrhunderts zu sein. In Sachsen, Brandenburg und am Harz finden wir diese zu Beginn des 17. Jahrhunderts, und der erste Hochofen Schlesiens ist 1721 errichtet worden. Im englischen Sussex vermehrten sich die Eisenhochöfen im ersten Viertel des 17. Jahrhunderts derart, daß man einen Ersatz für Holzkohle, dem damals üblichen

Brennmaterial, finden mußte. Dieser wurde in der Steinkohle gefunden. Das Eisenwerk Colebrook Dale (Shropshire) betrieb 1740 zuerst einen Hochofen mit Steinkohlen; in Deutschland wurde der erste Kokshochofen 1796 in Gleiwitz errichtet. Die 1791 in Pennsylvania entdeckten Anthrazite kamen erst 1815 zur Nutzung. Zu den folgenreichsten Erfindungen im Eisenhochofenbetrieb zur Herstellung von Roheisen gehören jedoch die Erhitzung der Gebläseluft und die Verwendung der Gichtgase zu Heizzwecken, was im weiteren Verlauf des 19. Jahrhunderts zunehmend optimiert wurde. Schmiedeeisen und Stahl konnten erst durch die Einführung der Entkohlung des Roheisens durch eingepreßte Luft (durch Bessemer im Jahre 1856) in großen Massen billig hergestellt werden.

Abgesehen von den metallischen Lagerstätten spielten auch **Salzbergbau** und **Salinenwesen** eine ganz besondere Rolle, besonders im ostalpinen Raum (Berchtesgaden, Bad Reichenhall, Hallstatt, Hallein, Bad Aussee), aber auch der außerordentlich bedeutende **Kohlebergbau**, u. a. im Ruhrgebiet, Saarland, Nordfrankreich, Belgien und Schottland.

### I.6.1 Die spätmittelalterliche Krise

Seit dem 12. Jahrhundert hatte sich also in Mitteleuropa und Nachbargebieten eine bodenständige europäische Edel- und Buntmetallindustrie entwickelt, die sich weitgehend bis zur Mitte des 15. Jahrhunderts behaupten konnte. Zur Wende vom 13./14. Jahrhundert trat jedoch wegen Erschöpfen der abbaubaren Vorräte eine generelle Krise ein, die bis gegen Ende des 15. Jahrhunderts dauern sollte und das Ende vieler Bergbau- und Hüttenbetriebe bedeutete. Die Hauptgründe hierfür waren Raubbau in den Gruben, eine mangelnde Wasserhaltung, die ein Vordringen in größere Tiefen vereitelte und der Raubbau der Wälder, wodurch ein Mangel an Holz für Gruben und Hütten entstand. Hinzu kamen abnehmende Erzgehalte und mangelhafte Verhüttungstechniken, die zur Steigerung der Produktionskosten führten, wie auch unzureichende Organisation allgemein. Technik und Wissenschaft hatten sich über einen Zeitraum von 250 Jahren hindurch nicht wesentlich weiterentwickelt.

Vor diesem Hintergrund und durch die Entdeckungen der spanischen Seefahrt begann sich gegen Ende des 15. Jahrhunderts und besonders im 16. Jahrhundert die Aufmerksamkeit auf neue Kontinente zu verlagern.

## I.6.2 Technische Neuerungen und Übergang zur Renaissance

Diese schwere Krise des mittelalterlichen Bergbaus kam erst gegen Ende des 15. bis Anfang des 16. Jahrhunderts mit dem Übergang in die Renaissance zu einem entscheidenden Umschwung und führte bald zu einer Hochblüte: Massiver Einsatz von Wissenschaft und Technik führten zu einer Art technischer Revolution im Bergbau, und zwar am deutlichsten in den Bereichen Förderung, Wasserlösung und Markscheidewesen, aber ebenso bei der Aufbereitung, Verhüttung und Metallverarbeitung.

So brachte beispielsweise die Erfindung der »Wasserkünste« dem Bergbau vielerorts einen neuen Aufschwung: Sie wurden 1453 in Rammelsberg, 1462 in Kuttenberg, 1466 in Schneeberg und 1470 in Annaberg und Freiberg eingeführt. Die ersoffenen Gruben konnten nun gesümpft werden, und ihre Wasserhaltung wurde kontrollierbar. Göpelwerke, in denen die Menschenkraft durch den Einsatz von Tieren (Pferdegöpel) ersetzt wurde, sind erstmals 1504 in Tirol im Einsatz, und im Schwazer Revier wurden z. B. ab 1552 über eine Radstube 300 000 Liter Wasser pro Tag gehoben, was später durch gestaffelte Systeme noch weit verbessert werden konnte. Ebenso gab es gewaltige technologische Fortschritte in der Aufbereitung z. B. durch den Einsatz von Poch- und Mahlwerken, und in der Hüttenkunde zunächst durch Windräder und Blasebälge, dann u. a. durch die Einführung von Hochöfen zur Eisengewinnung, und des Saigerprozesses zur Gewinnung von Kupfer und Silber aus komplexen Erzen, wie z. B. der Mansfelder Kupferschiefer und der Rammelsberger Kieserze (WEISGERBER, in STEUER 1993, S. 106).

Auch im **Salzbergbau und Salinenwesen** gab es vor allem im Raum des Salzkammerguts ebenso große technologische Fortschritte wie z. B. untermägige Laugeverfahren, kilometerlange Soleleitungen, Gradierwerke, verbesserte Salzpfannen usw.

Das Berg- und Hüttenwesen (beispielsweise im Deutsch-Österreichischen Alpenland, Sächsisch-Böhmischen Erzgebirge, Harz und der Slowakei) wurde so zum Vorbild für Betriebe in anderen Gegenden. Der Handel mit Metallen und die Münzprägung förderte das Entstehen von Bergstädten mit Privilegien wie Marktrecht oder sogar freier Reichsstadt; die Berufe der Berg- und Hüttenleute genossen hohe Achtung und gewisse »Bergfreiheiten« wie Freiheit von Steuern und Herrendiensten. Die Bergherren ihrerseits behielten das Recht eines Zehnten, das Vorkaufsrecht an den produzierten Metallen, sowie das Recht der

Leitung der Betriebe durch vom Landesherren eingesetzter Persönlichkeiten.

Gleichzeitig verzeichnete auch die **Markscheidekunst** ebenso bedeutende Fortschritte, die zunächst allerdings von Grube zu Grube und Revier zu Revier nach Möglichkeit geheim gehalten wurden. Neue bergrechtliche Bestimmungen erforderten vermessungstechnische Anwendungen (beispielsweise zur Feststellung von Konzessionsgrenzen) vorzuschreiben. Gegen Ende des 15. bis zum Anfang des 16. Jahrhunderts wurden im deutsch-österreichischen Bergbau vielerlei Markscheider-Instrumente entwickelt, u. a. Wachsscheiben, Kompass, Gradbögen, Setzwaagen, Geometrische Quadrate usw., neue Meßmethoden erfunden (zum Beispiel das »Ziehen«), und ab dem zweiten Viertel des 16. Jahrhunderts tauchten die ersten Grubenrisse auf.

Zu den wichtigsten Persönlichkeiten des mitteleuropäischen 16. Jahrhunderts, die mit dem Berg- und Hüttenwesen in Verbindung gebracht werden, zählen u. a. **Agricola** (1494–1555) mit seinem epochemachenden Werk *De re metallica* (12 Bücher vom Bergwerk, 1. Aufl. Basel 1556), **Paracelsus** (1493–1541), Rülein von Calw (Bürgermeister von Freiberg) mit seinem *Bergbüchlein* (1518) sowie der Bergschreiber und Rechenmeister zu Annaberg, **Adam Ries** (1492/93–1559). Zu nennen ist auch **Lazarus Ercker** (1528/30–1594), der wegen seiner hohen Fachkenntnisse von Kaiser Rudolf II. zum Oberbergmeister von Böhmen und Königlichen Münzmeister in Kuttenberg ernannt wurde. Sein Werk *Aula subterranea domina dominantium subita subditorum: Beschreibung der allerfürnemsten Mineralischen Erzt- und Bergwerksarten* (Prag 1574) enthält eine ausführliche Beschreibung der damaligen Verfahren zur Gewinnung von Metallen aus Erzen sowie den Nachweis des Metallgehalts und die Zusammensetzung von Legierungen. Der italienische Metallurge **Vannoccio Biringuccio** (1480–1539) ist vor allem durch sein Werk *De la pirotechnia* (Venedig 1540) bekannt geworden. Er war für eine Eisengrube bei Siena und für Münze und Arsenal der Stadt verantwortlich. Auch leitete er die Kanonengießereien in Venedig und später in Florenz.

Der Zeitraum zwischen dem Ende des 16. bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts ist im allgemeinen durch einen Verfall des Bergbaus gekennzeichnet, zu dem neben technischen Faktoren auch die politischen Verhältnisse, wie der Dreißigjährige Krieg, die Türkenkriege und Pestseuchen beitrugen.

### I.6.3 Das 18. und 19. Jahrhundert

Der mitteleuropäische Bergbau wurde intensiv weiterbetrieben, wenn sich auch viele Reviere nur schwer erholen konnten, einige an oberflächlichen Reicherzen erschöpft, andere erloschen oder ausgezert waren. Aus der Neuen Welt und aus Übersee gelangten nun auch zunehmend Edelmetalle und Rohstoffe aus reichen Lagerstätten auf den europäischen Markt. So konnten im 18. und im 19. Jahrhundert nur die ergiebigsten und technisch unkompliziertesten Lagerstätten überleben, bzw. jene, die einen hohen technischen Stand erreicht hatten und die (z. B. durch Einführung der Dampfkraft) sogar eine neue Blütezeit erreichten. Im allgemeinen nahm deren Zahl jedoch stetig ab und die Bergbautätigkeit ging mehr und mehr zurück. Um eine bessere Wirtschaftlichkeit zu erzielen, war die Einführung weiterer technischer Verbesserungen und intensivere Nutzung des Lagerstätteninhalts notwendig. Trotz aller Bemühungen waren gegen Ende des 19. und vor allem im Laufe des 20. Jahrhunderts die Lagerstätten der meisten mitteleuropäischen Erzreviere nach der Teufe zu verarmt bzw. manche bereits so tief, daß der Abbau zu kostspielig und damit unwirtschaftlich wurde. Parallel dazu entwickelte sich der Bergbau in Übersee (Nord- und Südamerika, Australien und Südafrika).

Die bedeutendsten **Bergakademien** ihrer Zeit entstanden zumeist um die wichtigsten Bergbau- und Hüttenzentren, und nahmen überall mit als erstes die Markscheidekunde als Lehrfach auf. Die wichtigsten, z. T. noch heute bestehenden Ausbildungsstätten im europäischen Raum sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Kategorie	Eröffnung	Ort/Region	Land	Anmerkungen
Bergschule	1717	Joachimsthal	Böhmen	Von <b>J. Fr. Weyr</b> auf Veranlassung von <b>Kaiser Karl VI.</b> (1685–1740) eingerichtet (HABASHI 2003, S. 224). Schließungsjahr unbekannt.
Bergbau- schule	1757	Kongsberg	Norwegen	1814 der Universität in Kristiania (dem heutigen Oslo) eingegliedert, 1866 wieder an ihren Ursprungsort zurückverlegt. Ab 1912 Teil des neugegründeten Technologischen Instituts Trondheim.
Bergschule	1763	Idria	Slowenien	Bestand bis 1769 (dtsh. Krain)

Kategorie	Eröffnung	Ort/Region	Land	Anmerkungen
Bergakademie	1765	Freiberg/Sa.	Deutschland	Die erste Institution dieser Art in Mitteleuropa. Der Lehrbetrieb begann 1766, bezeichnenderweise im Wohnhaus des ersten Professors für Markscheidekunde, <b>Friedrich Freiherr v. Oppel</b> . Vorläufer-Ausbildungsstätten bestanden aber bereits vorher an verschiedenen Orten: Bereits 1762 existierte ein Lehrstuhl für Bergwerks-Wissenschaften an der Prager Universität, der aber nur 10 Jahre bestand.
Oberbergschule	1769	Tarnowitz	Schlesien	Aus dem Oberbergamt in Reichenstein hervorgegangen, 1839 offiziell gegründet und etwa 1925 nach Kattowitz verlegt.
Kgl. Bergakademie	1770	Berlin	Deutschland	Durch Friedrich II. begründet (1916 mit der Kgl. TH Charlottenburg verschmolzen).
Bergschule	1735	Schemnitz	Böhmen	Von dem Markscheider <b>Samuel Mikovini</b> auf Veranlassung von <b>Kaiserin Maria Theresia</b> eingerichtet (HABASHI 2003, S. 225), 1770 zur Akademie erhoben, 1919 nach Sopron (Ungarn) übersiedelt und 1959 von dort nach Miskolc.
Bergakademie	1773	St. Petersburg	Rußland	Späteres Gorni-Institut, Leningrad (1924–1991).
Bergschule/-akademie	1776	Clausthal/Harz	Sachsen	Bergakademie ab 1869.
Bergschule	1777	Almadén	Spanien	Mit Professoren und Schülern der Bergakademie Freiberg/Sachsen. Eine weitere wurde in Vergara (Baskenland) gegründet.
École de Mines/ Bergakademie	1783	Paris	Frankreich	Während der Französischen Revolution geschlossen, 1816 wiedereröffnet.

Kategorie	Eröffnung	Ort/Region	Land	Anmerkungen
Bergschule	1798	Eisleben (Mansfeld)	Thüringen	1815 geschlossen, 1817 wiedereröffnet, während des 2. Weltkriegs geschlossen.
Bergschule	1802	Geislautern (Saar)	Ehemals Frankreich	1815 geschlossen.
Bergschule	1802	Pesey (Savoyen)	Frankreich	Durch Napoleon als »École des Mines du Mont Blanc« begründet. 1815 geschlossen. 1825 wiedereröffnet und 1837 geschlossen.
Bergschule	1816	Saarbrücken	Saarland	1906 durch die Technische Hochschule absorbiert.
Berg- und Hüttenakademie	1816	Krakau	Polen	1827 nach Warschau umgesiedelt, aber noch im selben Jahr geschlossen. 1919 Wiedereröffnung in Krakau.
Bergbau- schule	1818	St. Étienne	Frankreich	Ab 1831 Akademie.
Bergbau- schule	1820	Falun	Schweden	1869 nach Stockholm verlegt.
Bergbau- schule	1836	Madrid	Spanien	Ab 1896 Hochschule (Escuela de Minas). Sie ging aus der Bergschule Almadén hervor, wieder in enger Zusammenarbeit mit der Freiburger Bergakademie.
École Provinciale des Mines du Hainaut	1837	Mons	Belgien	Nach dem Modell der »École de Mines« in Paris.
Bergschule	1838	Liège	Belgien	Ab 1893 der Universität eingegliedert.
Bergschule	1843	Alès (Gard)	Frankreich	
Bergschule	1848	Přibram	Böhmen	1865 zur Akademie erhoben, 1946 nach Ostrava (Tschechien) verlegt.

Kategorie	Eröffnung	Ort/Region	Land	Anmerkungen
K. K. Montanlehranstalt	1849	Leoben/ Steiermark	Österreich	Aus der 1840 in Vordernberg eingerichteten »Steiermärkischen ständischen berg- und hüttenmännischen Montanlehranstalt« hervorgegangen. 1861–1904 K. K. Bergakademie, 1904–1975 Montanistische Hochschule, ab 1975 Montanuniversität.
Bergschule	1854	Bochum	Nordrhein-Westfalen	
Bergschule	1862	Zwickau	Sachsen	Nach Georg Agricola benannt.
Bergschule	1862	Caltanissetta	Sizilien	Erste Bergschule in Italien, die wie mehrere andere nur während kurzer Zeit betrieben wurden: Belluno (Venedig, 1867), Iglesias (Sardinien, ab 1871), Carrara (Toskana, 1871–1895), Palermo (Sizilien (1875–1887).
Royal School of Mines	1863	London	England	Entstand aus einer 1851 begründeten Abteilung des »Imperial College«. Seit 1907 Teil des Imperial College of Science & Technology.
Bergschule	1864	Bukarest	Rumänien	
Polytechnikum	1865	Aachen		1865 Grundsteinlegung (später zur Kgl. Technischen Hochschule erhoben). 1870 wurde eine Bergschule eröffnet.
Bergschule	1868	Essen		
Bergschule	1878	Douai (Nord)	Frankreich	
Bergbau-schule	1888	Camborne	Cornwall	»Camborne School of Mines«.
?		Lissabon	Portugal	1857 Gründung der »Geologischen Kommission«.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Gründungsdaten von Bergschulen und Bergakademien nach HABASHI (2003).

## I.7 Die wichtigsten Bergbaureviere Mitteleuropas und deren Entwicklung

### I.7.1 Der Bergbau im Harz

Der Abbau der Erzlagerstätten im nordwestlichen Harz begann nach archäologischen Hinweisen wohl schon in der Bronzezeit, hier etwa um 1000 v. Chr. (BARTELS, in TASSER u. WESTERMANN 2004, S. 15). Ab dem 4.–5. Jahrhundert wird mit kontinuierlichen Montanaktivitäten gerechnet, und schon vor der Eroberung der Region durch **Karl dem Großen** im letzten Drittel des 8. Jahrhunderts galt es als etabliertes Montanrevier. Der Aufschwung erfolgte ab dem letzten Drittel des 10. Jahrhunderts (BARTELS 2003, S. 11–15).

Am **Rammelsberg** bei Goslar befindet sich eines der ältesten und bedeutendsten Buntmetallvorkommen Europas, das aus massiven, buntmetallreichen, synsedimentär-exhalativen Kieserzen in mitteldevonischen Schiefern besteht. Bis zur Auflassung des Bergbaus 1988 wurden 1000 Jahre lang mit wechselndem Schwerpunkt Blei-, Zink-, Kupfersulfide und Schwefelkies gefördert, und als Nebenprodukte Silber, Gold, und Schwerspat ausgebracht.

Der Bergbau kam hier urkundlich belegt um 970 in Gang und erlebte einen raschen Aufschwung. Im Früh- und Hochmittelalter stand zunächst die Gewinnung von Kupfer im Vordergrund. Anfänglich im Besitz der königlichen Forsten, zersplitterten sich die Eigentumsverhältnisse des Bergwerks bereits im 11. Jahrhundert in einzelne Besitztümer (Stifte, Klöster, Ritterfamilien), und der Abbau wurde an Unternehmer, die »Lehenschafter«, verpachtet. Diese bauten selbständig Erz ab, und lieferten es an die Gruben- oder ihre Anteilseigner ab, welche in weitem Sinne genossenschaftlich organisiert und für den Betriebsablauf zuständig waren. Um 1300 war man bereits auf 160 m Teufe vorgedrungen, und die übliche Abbaumethode, Feuer setzen ohne Versatz, hatte zu Einstürzen und verstärktem Wasserzutritt geführt. Vom 10. bis Anfang 14. Jahrhundert war Kupfer das Hauptprodukt, danach erlangte das Blei mit einem eher geringen Silbergehalt steigende Bedeutung. 1360 gerieten sämtliche Baue unter dem späteren Ratstiefsten Stollen, der wohl bereits im 12. Jahrhundert aufgefahren werden mußte, unter Wasser. Trotz der 1359 eingeführten **Goslarer Bergstatuten**, welche vor allem technische und besitzrechtliche Probleme verbessern sollten, verfiel das Montanwesen immer mehr. Erst nach einer hundertjährigen Krise ge-

lang es 1456, die tiefen Baue teilweise wieder trockenulegen, was vollständig erst zur Mitte des 16. Jahrhunderts gelang. Ähnlich wie im Erzgebirge, setzte nun ein durch technische Verbesserungen begründeter Aufschwung ein, und von etwa 1470 bis 1530 erlebten Goslar und der Bergbau ihre größte Blüte. Es folgten aber Streitigkeiten um den Zehnten, die schließlich zugunsten der ortsansässigen **Braunschweiger Herzöge** ausfielen, die die gewinnbringenden Hütten an sich brachten und die Einführung wasserradgetriebener Pumptanlagen sowie den Bau des **Tiefen-Julius-Fortunatus-Stollens** (bis 1988 in Betrieb) veranlaßten, so daß tiefere Teile der Lagerstätte erschlossen werden konnten.

So wurde der Bergbau fortgeführt, mit ansehnlichen Gewinnen für die landesherrschaftlichen Kassen, aber in den Folgejahren ohne besondere technische Neuerungen. Die altertümliche Abbaumethode des Feuersetzens hielt sich z. B. trotz der ab 1632 eingeführten Bohr- und Schießarbeit noch bis weit ins 18. Jahrhundert. Erst im späten 18. Jahrhundert erfolgte unter Bergmeister **Johann Christoph Roeder** (1729–1813) eine Modernisierung des gesamten Betriebs, u. a. eine leistungsstarke maschinelle Ausrüstung auf Wasserkraftbasis.

Der Bleibergbau stand bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts im Mittelpunkt, ehe im Industriezeitalter Zink als wichtiges Metall hinzutrat; den entscheidenden Anstoß erhielt jedoch der Rammelsberg erst 1859, als das »Neue Lager« angefahren wurde, das bis zur Schließung im Jahre 1988 den Weiterbetrieb der Grube sichern konnte (SLOTTA/BARTELS 1990, S. 65–68).

Im **Oberharz** dürfte der Bergbau auf Blei-Zink, untergeordnet auch auf silber- und kupferführende Ganglagerstätten um das Jahr 1200 aufgenommen worden sein. Unter derem Eisernen Hut wurden in der Zementationszone ansehnliche Silber- und auch Kupferanreicherungen erschlossen. Charakteristisch für die nach deren Abbau im Liegenden angetroffenen primären Sulfiderze ist eine vertikale Zonierung mit Zinkblende in den tieferen, und Bleiglanz mit silberführenden Fahlerzen in den höheren Lagerstättenteilen. Nach dem Zerfall der mittelalterlichen Wirtschaft und Pestepidemien erlosch der Bergbau um 1350 bis auf einzelne Hüttenbetriebe und kam erst im ausgehenden 15. Jahrhundert durch die Bemühungen der **Herzöge von Braunschweig und Lüneburg** wieder in Gang, die bis ins 16. Jahrhundert hinein die Gründung von Bergstädten, u. a. St. Andreasberg, Grund, Clausthal, Zellerfeld, Lautenthal und Altenau förderten. Wie aber vorher schon am Rammelsberg, wurden die Besitzverhältnisse im Rahmen einer Erbteilung 1634 neu geordnet,

was zur Entstehung des »Einseitigen Harzes« als Hannoverscher Teil, und der »Communion Oberharz« als Gemeinschaftsbesitz der **Welfen-Familie** führte. Deren Verwaltung geschah durch die beiden Bergämter **Clausthal** und **Zellerfeld**. 1788 wurden beide Gebiete an Hannover überschrieben, und 1866 übernahm **Preußen** die Herrschaft über **Hannover** und damit auch das Bergbaurevier (NEHM 1935, S. 34f.).

Anfang des 16. Jahrhunderts war es durch reiche Silbererzvorkommen zu einer ersten Blüte gekommen, vor allem bei St. Andreasberg. Doch erwies sich der Wasserhaushalt als kompliziert und erforderte aufwendige Pumpanlagen, sowie kilometerlange Stollen. Die Krise kam etwa um 1590, teils durch Erschöpfen der reichsten Vorkommen, drohendem Mangel an Grubenholz, aber nicht zuletzt auch durch landesfürstliche Mißwirtschaft, Kapitalflucht und den Dreißigjährigen Krieg. Eine Lösung wurde im Einführen von »Kuxen« (Anteilscheinen) gesehen, die das mangelnde Gewerkenkapital ersetzen sollten, und bis 1650 etwa war die Hälfte aller Grubenanteile in die Hände der leitenden Beamten geraten. Ihnen gelang es, den gesamten Betriebsablauf auf die gering silberhaltigen Bleivorkommen umzustellen, und den Abbau unter anderem durch das Einführen des Bohr- und Schießverfahrens ab dem Jahre 1632 zu rationalisieren. Um 1660 war eine neue Blütezeit erreicht. Sie erforderte allerdings bis Ende des Jahrhunderts energische Prospektionsarbeiten, um die sich erschöpfenden Lagerstätten durch neue Vorkommen zu ersetzen: So wurden unter anderem die Gruben »**Dorothea**«, »**Carolina**«, und »**Neue Benedicte**« erschlossen, was um 1730 die goldenen Jahre des Oberharzer Bergbaus einläutete.

Aber schon 1760 wurden durch laufend zunehmende Teufen wieder erhebliche Investitionen zur Wasserhaltung erforderlich. Von 1777 bis 1799 fuhr man den »**Tiefen-Georg-Stollen**« mit einer Gesamtlänge von etwa 18500 m auf, bemühte sich auch in den Folgejahren um eingreifende technische Verbesserungen, und so wurde jetzt auch im Harz eine technologisch führende Stellung im Erzbergbau Mitteleuropas erreicht. Erster Unterricht im Berg- und Hüttenwesen fand in Clausthal erstmals im Jahre 1775 statt; die Stadt beherbergt seit 1810 offiziell eine Bergschule, die 1864 zur Akademie erhoben wurde.

Zwischen 1851 und 1864 wurde der »**Ernst-August-Stollen**« mit einer Gesamtlänge von etwa 29000 m aufgefahren. Damit war ein weiteres Monumentalwerk entstanden, das zu den bedeutendsten technischen Denkmälern des Bergbaus in Deutschland zählt und zu dessen Gelingen unter anderem das Markscheidewesen entscheidend beitrug.

Der Preußische Staat hatte ab 1866 eine einheitliche Kontrolle über den Harzer Bergbau erlangt und modernisierte das gesamte Montanwesen im Verlauf der folgenden Gründerjahre, bis die Weltwirtschaftskrise zwischen 1929/30 den Bergbau im Oberharz weitgehend zum Erliegen kommen ließ (SLOTTA/BARTELS 1990, S. 69–72), mit Ausnahme der Blei-Zink-Grube Bad Grund, die erst 1992 endgültig aufgelassen wurde

## I.7.2 Der Bergbau im Erzgebirge

Das **sächsische und böhmische Erzgebirge** gilt als das bedeutendste und traditionsreichste mitteleuropäische Erzbergbaurevier, was sich auf die »Silberstädte« Freiberg, Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Joachimsthal und Johanngeorgenstadt bezieht und ebenso die Zinnstädte Altenberg und Zinnwald mit einschließt. Freiberg war das historisch bedeutendste Revier; in einem Areal von  $15 \times 20$  km sind über 1000 Gänge bekannt. Die Bergwerke der genannten Städte wurden seit dem ausgehenden 13. bis Mitte des 15. Jahrhunderts erschlossen.

Die Besiedlung des Erzgebirges erfolgte erst etwa ab dem Jahr 1000, und wurde ab 1156, von Klöstern ausgehend, gezielt gefördert, wobei Wälder gerodet und Siedlungen angelegt wurden. Wohl während dieser Arbeiten wurde bereits 1168 beim heutigen Münzbach das erste Silbererz gefunden, der Überlieferung nach von Salzfuhreuten aus Halle, welche Proben nach Goslar mitnahmen und ausschmelzen ließen (BLEYL 1917, S. 5). Bergbauhistoriker unterscheiden bei der industriellen Entwicklung des Sächsischen Erzgebirges drei Hauptblütezeiten (CZAYA 1990, SLOTTA/BARTELS 1990, BAUMANN u. a. 1997, WAGENBRETH u. WÄCHTLER 1990).

## I.7.3 Erste Blütezeit (12.–15. Jahrhundert)

Der Zustrom von Bergleuten aus Goslar und Abenteurern verschiedenster Herkunft (»Berggeschrei«) führte nach der Entdeckung der ersten Silbervorkommen schnell zu wachsenden Siedlungen. Das Zentrum des Bergbaus war bald das Revier um die Stadt **Freiberg**, die gegen 1188 das Stadtrecht erhielt und bereits um 1250 etwa 5000 Einwohner zählte. Begünstigt war dieser Ansturm durch die vom **Markgrafen Otto** verliehene »Bergfreiheit«: Jedermann durfte schürfen wo er wollte, unabhängig vom Grundbesitz. Wurde man fündig, mußte beim Bergmeister

»gemutet« werden, womit das Abbaurecht als beantragt galt. Zunächst wurde ein »Neufang« verliehen, d. h. ein Feld für weitere Aufschlußarbeiten. War der Erzgang »maßwürdig« (abbauwürdig), wurde dem Bergmann eine Fundgrube verliehen, die einer Fläche von 7 Lehen entsprach, etwa 83,4 m lang und 11,9 m breit, ohne Begrenzung in der Teufe (ein Lehen oder auch Vierung bestand aus  $7 \times 7$  Lachtern, etwa  $11,9 \times 11,9$  Metern). Das Recht zum Bergbau beinhaltete aber auch Betriebszwang: Herrschte länger als 3 Tage kein Abbau, so konnte die Fundgrube an den nächsten verliehen werden. War man in etwa über 10 m Teufe, so ging man in der Regel von Tagebau auf Tiefbau über und es schlossen sich mehrere Bergleute zu einer Gewerkschaft zusammen. Der Abbau erfolgte meist im Stroßenbau, der erst im 17. Jahrhundert durch den Firstenbau abgelöst wurde. Schächte wurden zum Schutz vor der Witte- rung obertage mit einfachen Holzhütten, den Kauen, bedeckt. Die Ver- hüttung der reichen Sekundärerze bereitete keinerlei Schwierigkeiten. Das Silber wurde an Ort und Stelle ausgeschmolzen und in Tonschalen zu Barren gegossen. Erst ab dem 14. Jahrhundert wurden die Standorte für Hütten von den Landesherrn verliehen. Silberkauf und Münzprä- gung war Privileg des Markgrafen, als sog. »Münzregal«. Das Bergsil- ber wurde zu einem festgelegten Preis gekauft und mit Münzen bezahlt. Eine solche Münzstätte existierte bereits vor 1190 in Freiberg und blieb bis 1556 Hauptmünzstätte der Markgrafschaft bzw. des späteren Kurfür- stentums. Metall- und Nominalwert der Münzen wurden ebenfalls vom Landesherrn kontrolliert, so daß **Markgraf Otto** bald zum Beinamen »Der Reiche« kam (BAUMANN u. a. 1997, S. 10).

#### I.7.4 Erste Krise

Ab 1300 begann jedoch ein langsamer, aber stetiger Niedergang, da die Reicherze der oberflächennahen Oxidations- und Zementationszonen bis maximal 100 m Teufe reichten und bis zum Jahre 1380 erschöpft waren (SLOTTA/BARTELS 1990, S. 59f.). Der Silbergehalt der Primärerze war wesentlich ärmer und das unverwitterte Nebengestein zunehmend här- ter. Gewinnung, Förderung, Wasserhaltung, Bewetterung, und Holzver- brauch ließen die Produktionskosten anwachsen, und das Silberausbrin- gen war von 2500 kg im Jahre 1353 auf 170 kg im Jahre 1485 gesunken. Allen Versuchen des Regalherren, Entwässerungstollen zu finanzieren, von Ex- perten Wasserkünste in die Gruben einbauen zu lassen, bis zum Verzicht auf den Zehnten, war wenig Erfolg beschieden. Zwischen 1350 und 1400

entstanden auch Solidargemeinschaften unter den Bergleuten, die sog. »Knappschaften« (KRASCHEWSKI, in BARTELS/SLOTTA 2012, S. 302–304), die aber ebenfalls nicht verhindern konnten, daß zur Mitte des 15. Jahrhunderts ein großer Teil der Bergleute in andere Reviere abwanderte.

### I.7.5 Zweite Blütezeit (15.– 17. Jahrhundert) und erneuter Niedergang

Das während des 15. Jahrhunderts erstarkte Bürgertum hatte in ganz Europa seine Position in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik ausgebaut, »Freie Reichsstädte« waren entstanden und deren Bürger bereit, das erzielte Kapital gewinnträchtig anzulegen. Davon profitierten Handel und Gewerbe, ebenso wie das Berg- und Hüttenwesen. So erlebte im sächsischen Teil des Erzgebirges der Freiburger Bergbau einen zweiten Aufschwung. Überall setzten erneut eifrige Prospektionstätigkeiten ein, die u. a. zur Gründung der Bergstädte Schneeberg 1471, Annaberg 1496, sowie Marienberg im Jahre 1521 im sächsischen Gebiet führten, und Joachimsthal im Böhmisches. Diese zweite Blütezeit dauerte von 1531 bis 1618, und allein im Freiburger Bergbaubezirk waren damals 716 Gruben in Betrieb.

Bergrechtlich wurde 1509 die Annaberger Bergordnung vom Freiburger Bergschöppenstuhl angewandt und ab 1529 wurde vom Landesherren **Herzog Georg** das sog. Direktionsprinzip eingeführt, d. h. die Leitung des Berg- und Hüttenwesens durch vom Landesherrn bestellte Bergbeamte. 1589 bekräftigt, galt es bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts und sicherte ein einheitliches sächsisches Montanwesen. Zur Kontrolle des Vollzugs der Anordnungen wurde 1542 das Freiburger Oberbergamt begründet, dem in allen Revieren bestehende Bergämter unterstanden, und dem 1555 auch das neugeschaffene Freiburger Oberhüttenamt unterstellt wurde. Mit zunehmender Teufe wurde die Wasserhaltung schwieriger, und man begann bereits um 1540 u. a. mit dem Bau tiefer Wasserlösungsstollen. Als weitere Maßnahme läßt sich die »**Thurmhof Fundgrube**« anführen, wo mit Hilfe von bis zu 9 Wasserkünsten die Grubenbaue damals schon bis in eine Teufe von 600 m herabgeführt worden sein sollen. Die in größeren Tiefen anstehenden Erze waren in der Regel ärmer und so mußten auch Aufbereitung und Verhüttung gründlich modernisiert werden. So wurde 1507 das erste Naßpochwerk eingesetzt, und 1582 die ersten Schachtöfen. Zu Beginn dieser Zeit hinterließ der Freiburger Bürgermeister **Ulrich Rülein von Calw** (1465–

1523) mit seinem im Jahre 1518 erschienenen »Nützlichen Bergbüchlein« eine der ersten Grundlagen der heutigen Montanwissenschaften, einschließlich der Markscheidkunde. **Agricolas** Werk *De re metallica libri XII* erschien in seiner ersten Auflage 1556 und ist bis heute das Nachschlagewerk des alten Bergbaus, Hüttenwesens und Markscheidkunde in seiner Blütezeit geblieben.

Mit dem ausklingenden 16. Jahrhundert geriet der Bergbau jedoch erneut in ernste Schwierigkeiten, bedingt durch beginnende Silberimporte der Spanier aus den neuerschlossenen Lagerstätten ihrer Kolonien in Süd- und Mittelamerika, die Wirren der Reformationszeit, das Fehlen neuer Aufschlüsse, sowie ausgeprägte Trockenperioden und damit zusammenhängende Wassernöte. Zu Beginn des 17. Jahrhunderts – mit dem Ausbruch des Dreißigjährigen Krieges – kam der Bergbau im sächsischen Erzgebirge fast gänzlich zum Erliegen.

### I.7.6 Dritte Blütezeit vom 18. bis zum ausgehenden 19. Jahrhundert

Eine Wende leitete sich ein, als **Kurfürst Johann Georg II.** ein Bergratskollegium ins Leben rief, das sich zielstrebig mit der Verbesserung des Montanwesens befaßte. Seit 1649 war **Balthasar Rößler** Markscheider in Freiberg und begann als erster, die Bergbeamten in seiner Kunst zu unterweisen. Unter ihnen stellte die Familie **von Schönberg** bis 1761 mehrere Generationen fähiger Berghauptleute. Ein neuer Aufschwung bahnte sich dann an, als 1765 die **Freiberger Bergakademie** von Generalbergkommissar **Friedrich Anton von Heynitz**, unter maßgeblicher Beteiligung von Oberberghauptmann **Friedrich Wilhelm v. Opper** (1720–1769) begründet wurde. Ab diesem Ereignis spricht man von einer dritten Glanzzeit des erzgebirgischen Bergbaus, der zwar quantitativ an Bedeutung verloren hatte, aber qualitativ noch lange Zeit als Wiegeschöpferischer Ideen, technischer Innovationen und wissenschaftlichen Fortschritts in Bergbau, Hüttenwesen, Markscheidkunde und Geologie galt. Das höhere Berg- und Hüttenpersonal gelangte über die Bergakademie Freiberg zu einer technisch-wissenschaftlichen Ausbildung von Universitätsstatus, und diese neu vermittelten Kenntnisse konnten später mit dem Einsetzen der Industriellen Revolution weltweit direkt und schnell angewandt werden.

Die **Freiberger Gruben** waren nun die bedeutendsten der ganzen Region. Ihr Silberausbringen stieg bis 1800 stetig bis auf 11500 kg (etwa

370000 Unzen), was etwa dem Vierfachen der Produktion des gesamten übrigen Erzgebirges entsprach. Dazu trug u. a. der Abbau neuer Grubenfelder wie »**Beschert Glück Fundgrube**«, die »**Himmelsfürst Fundgrube**« (die in ihrer Geschichte allein von 1710 bis 1896 etwa 20 Millionen Unzen Silber produzierte), und die »**Alte Hoffnung Gottes**«. Zahlreiche kleinere Gruben hatten sich zu leistungsfähigeren größeren Betrieben zusammengeschlossen. Seit 1647 wurde zwar bereits mit Schwarzpulver gesprengt, aber erst 1765 wurde das Bohren und Schießen von Erz und Gestein erst systematisch eingeführt (was endlich die 500 Jahre währende Schlägel- und Eisenarbeit ersetzte). Auch die Förderung konnte nun durch breitere und höhere Strecken verbessert werden, in der Wasserförderung gelangte ab 1767/68 die erste Wassersäulenmaschine zum Einsatz, in der Aufbereitung die sog. »Langstoßherde«, und 1771 wurde ein neues Amalgamierwerk in der **Hütte Halsbrücke** zur Ausbeutung von Armerzen errichtet. 1787 wurde der »Erzkanal« angelegt, ein Kanal der den Erztransport von der Grube »**Churprinz Friedrich August**« zur Hütte Halsbrücke wesentlich verbesserte, und der das erste Schiffshebewerk der Welt mit einschloß.

Die früheren Blütezeiten wurden nun jedoch nicht mehr erreicht. In **Freiberg** war der Silberbergbau von 1790 bis 1815 wieder rückläufig geworden. Es war das Verdienst des Oberberghauptmanns **S. W. A. von Herder** (1776–1838), der das Montanwesen durch weitsichtige Planungen, Einrichten einer Bergbauhilfskasse und eine fast paramilitärische Organisation das Bergwesens wieder weitgehend sanierte, so daß die Silberproduktion wieder auf 22000 kg im Jahre 1850 angestiegen war (BAUMANN u. a. 1997, S. 30). Die erste Dampfmaschine im Freiburger Revier wurde 1844 errichtet – 59 Jahre später als die erste deutsche Dampfmaschine, die 1785 auf dem »König-Friedrich-Schacht« in Helbestedt im Mansfelder Raum von **Carl Friedrich Bückling** gebaut wurde, als Nachbau der Wattschen Maschinen in England, und die zur Wasserhaltung eingesetzt wurde. Als Jahrhundertbauwerk, von v. **Herder** 1825 entworfen, gilt der **Rothschönberger Stollen**, der als Erbstollen das Freiburger Revier in 230 m Teufe unterfahrend, die Grubenwässer in die Elbe abführen sollte. Der Bau dieses 13900,79 m langen Stollens im Gegenortbetrieb, mit einem Gefälle von 3 cm pro 100 m, begann 1844 und wurde 1877 erfolgreich abgeschlossen. Trotz aller Anstrengungen ließ sich aber der langsame Verfall nicht aufhalten, zu dem vor allem der Preissturz des Silbers führte, bedingt durch bedeutende Importmengen aus Amerika, und nicht zuletzt die Abschaffung der Silberwährung im Deutschen Reich im Jahre 1872.

Die Freiburger Bergwerke konnten bei der Schließung der letzten Gruben (1970) auf eine 800jährige Geschichte zurückblicken. Seit dem Jahre 1168 hatte das Revier 4705984 t Erz gefördert, aus denen 5695 t Silber ausgebracht worden waren, was einem historischen Ausbringen von über 1,2 kg Silber/Tonne Erz entspricht (knapp 40 oz/T, bzw. einem Ausbringen von etwa 183 Millionen Unzen Silber insgesamt; BAUMANN 1997, S. 40).

Was die anderen Reviere des sächsischen Erzgebirges betrifft, so waren in der Stadt **Annaberg** im angehenden 16. Jahrhundert etwa 380 Gruben in Betrieb, und ihre Bergordnung wurde zu einem Vorbild auch außerhalb des Landes. Neben anderen Persönlichkeiten arbeitete hier der Mathematiker **Adam Ries** als Schreiber am Bergamt. Die in der Teufe verarmenden Silbererze gingen zwar in Wismut-, Nickel- und Kobaltvererzungen über, aber hier mit geringeren Gehalten als in anderen Bezirken, so daß ab der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts bereits die Rezession einsetzte, und gegen Ende des 19. Jahrhunderts die letzten Gruben geschlossen wurden.

In **Schneeberg** war man 1470 fündig geworden, und es erreichte seine größte Blüte schon 1478. Der Schneeberger Silberbergbau übertraf zwar noch jahrzehntelang die Erträge anderer Grubenreviere wie z. B. Annaberg, Marienberg oder Joachimsthal, aber auch hier wurde mit zunehmender Teufe das Silber von Wismut und Kobalt verdrängt. Dem Alchemisten **Peter Weidenhammer** († um 1540) gelang es, seit 1520 aus Kobalterzen **Blaufarbe** herzustellen (BRUCHMÜLLER 1897, S. 2; SIEBER 1969), und so überflügelte bereits 1575 der Kobalt- den Silberabbau, welcher sich dank der Blaufarbenindustrie noch bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts behaupten konnte.

**Johanngeorgenstadt** wurde Mitte des 17. Jahrhunderts von »Exulanten« gegründet, böhmischen Protestanten, die im Dreißigjährigen Krieg aus ihrer Heimat vertrieben worden waren. 1658 wurden hier derart reiche Erzgänge aufgefahren, daß die Einrichtung eines eigenen Bergamts erforderlich wurde. Auch hier förderte man die für das Westerzgebirge typischen Kobalterze, die in »Blaufarbenwerken« aufbereitet und verhüttet wurden, und man entdeckte auch stark silberhaltigen Bleiglanz, so daß sich schon 1683 der Bau einer Silberhütte rechtfertigte. Daneben wurde hier auch Zinn und Eisen gefördert, und später kamen Schwefel- und Vitriolerze, Arsen-, Wismut- und Uranerze hinzu (SLOTTA/BARTELS 1990, S. 60–64).

Im böhmischen Teil des Erzgebirges wurden bereits 965 Eisen-,

Zinn-, Gold- und Silbererze abgebaut und verhüttet. Die Metalle wurden nach Ost- und Südeuropa ausgeführt. Zinn wurde ab 1241 in Nürnberg und Köln in Konkurrenz zum Zinn aus Südwest-England gehandelt. Seit dem 13. Jahrhundert aber verdankte Böhmen seine wirtschaftliche Bedeutung besonders den reichen Silberlagerstätten, wie beispielsweise **Iglau** (Jihlava im heutigen Tschechien), wo zur zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts unter **König Wenzel I.** (1228–1253) eine Bergrechtsordnung geschaffen wurde, welche die Grundlage für alle böhmische Bergbaureviere bilden sollte (MAJER, in TASSER u. WESTERMANN 2004, S. 109). Schon zu dieser Zeit wurden Silbergroshen geprägt, und seit etwa 1325 auch Golddukat. Zwischen 1300 und 1500 wurden im Königreich Böhmen zeitweilig bis zu 20 000 kg (um 600 000 Unzen) Silber pro Jahr und zusätzlich zu Beginn des 15. Jahrhunderts um die 10 000 Unzen Gold pro Jahr erbracht. Die böhmischen Länder genossen damit einen anerkannten Platz im europäischen Währungssystem.

Diese jahrhundertelange Hochkonjunktur geriet jedoch in den ersten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts in eine ernsthafte Krise, da die Lagerstätten bereits bis in Teufen von 500 m vorgedrungen waren und die Hütten mit den niedriger werdenden Erzgehalten nicht mehr rentabel arbeiten konnten. Das veraltete Lehnhausersystem (kurzfristiges Verpachten von Teilen der Grubenfelder) kam dieser Situation auch nicht entgegen. Silber aus **Kuttenberg** (Kutná Hora) und Gold aus **Eule** (Jílové) und **Bergreichenstein** gelangten in zunehmend geringeren Mengen an die königliche Kuttenberger Münze, während Abbau und Verhüttung von Buntmetallen nur eine geringe Bedeutung hatten. So überlebte im böhmischen Teil des Erzgebirges nur die **Zinnproduktion** in **Graupen**, **Schlaggenwald** und **Schönfeld** (MAJER, in ERNSTING 1990, S. 74). Infolgedessen kam es ab dem angehenden 16. Jahrhundert wieder zu energischen Sucharbeiten: 1516 wurden die reichen Lagerstätten von **Joachimsthal** entdeckt und eilig aufgeschlossen. Die Kunde (das »Bergeschrei«) gelangte bis nach Tirol, Rheinland und Harz, und zunächst finanzierten reiche Patrizierfamilien den neuen Bergbau in der Hoffnung auf schnelle und reiche Verzinsung, später die großen Banken und Metallhändler. Eine rasche Besiedlung folgte, die Gründung neuer Bergstädte intensivierte sich, ein regelrechter Boom also, der eine Prospektionswelle auch in anderen Teilen des Königreichs hervorrief. Silber- und Buntmetalle wurden bald in 140 Gruben gefördert, und im Böhmisches Westerzgebirge waren in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts bis zu 15 000 Bergleute beschäftigt. Joachimsthal blieb Bergbauzentrum, be-

herbergte ab 1548 ein königliches Oberbergamt, besaß eine eigene Münze, welche ab 1519 die Joachimsthaler silbernen Gulden prägte (später einfach als »Taler« bezeichnet) und sich an Bedeutung mit dem sächsischen Freiberg messen konnte. Dies hielt bis etwa 1560 an, wonach auch hier ein langsamer, aber sicherer Niedergang das Ende der zweiten Blütezeit des erzgebirgischen Silberbergbaus einläutete. Im 17. und 18. Jahrhundert wurde dieser noch auf weit niedrigerem Niveau weitergeführt, aber man hatte sich inzwischen auf die Gewinnung von Arsen, Blei, Wismut und Kobalt umgestellt. Ab 1850 kam die Förderung von Uranerzen dazu, und schließlich auch die Radiumgewinnung: Joachimsthal war zwischen 1854 bis 1912 fast der einzige Erzeuger und seit 1901 ältester Radiumkurort, während Uran noch bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts abgebaut wurde.

Der erzgebirgische **Zinnbergbau** folgte dem Silberbergbau und konnte dessen Krisenzeiten immer wieder überstehen. Im Erzgebirge finden sich zwei große Granitgebiete, an die wichtige Zinnlagerstätten gebunden sind: Altenberg und Zinnwald im Osten, und im Westen das Revier von **Schlaggenwald** (Horní Slavkov) im heutigen Tschechien, sowie auf sächsischer Seite das Gebiet des Eibenstocker Granits. Sicherlich hat man bald nach der Besiedlung im 13. und 14. Jahrhundert die Bäche und Flüsse auf Seifenzinn durchwaschen. 1241 kamen größere Mengen von Zinn auf den Metallmarkt in Köln, die mit Abbauen bei **Ehrenfriedersdorf** (1293 erwähnt) und **Graupen** (1305 urkundlich erwähnt) in Verbindung gebracht werden. 1328 werden Zinnseifen beim Ort **Seiffen** erwähnt, und 1378 erscheint **Zinnwald**. 1436 wurde die Lagerstätte bei **Altenberg** entdeckt, ein vergreister Zinngranit, der »Zwitterstock«. Hier ist bergtechnisch der Pingenbruch als Abbaumethode losen Erzmaterials bekannt geworden, mit dem man sich ab 1545 den Einsturz der regellosen Abbaue, der sich später noch mehrmals wiederholte, zunutze machte. Der Zinnbergbau ging, mit mehreren Hauptperioden, jahrhundertlang relativ kontinuierlich um. Alluviale Seifen wurden noch bis ins 19. Jahrhundert ausgebeutet, und die Festgesteinslagerstätten bis in die frühen 90er Jahre des 20. Jahrhundert (WAGENBRETH u. a. 1990, 137–206).

## I.7.7 Die mitteldeutschen Kupfervorkommen

Der **Mansfelder Kupferschiefer**, eine schichtgebundene, flözartige Kupferlagerstätte, erstreckt sich geographisch vom Harzrand bis zu den südlichen Ausläufern des Thüringer Waldes, von Kassel/Fulda bzw. dem Spessart im Westen bis zum schlesischen Goldberger Revier im Osten. Im südöstlichen Harzvorland streicht der Kupferschiefer bei Mansfeld an der Oberfläche aus und findet sich in der gleichbenannten Mulde bis in 1000 m Teufe. Durch diese großflächige geologische Ausdehnung stellt er das wohl größte Kupfervorkommen Europas dar, eine Weltklasse-Lagerstätte also, die durchschnittlich 2–3 % Kupfer, mit 150–180 g pro Tonne Silber aufweist, zusammen mit einem breiten Fächer verschiedenster Spurenelemente, wenn auch die Mächtigkeit nur durchschnittlich 20–25 cm beträgt.

Im Mansfelder Raum ging bereits während der Bronzezeit (1900–600 v. Chr.) Bergbau auf Kupfer und Salz um, wozu während der Latènezeit (600–50 v. Chr.) Eisengewinnung durch die Kelten hinzukam, die unter der folgenden römischen Besatzung weiterbetrieben wurde. Danach soll der Bergbau auf Kupfer erst wieder im Jahre 1199 am Kupferberg bei Hettstedt aufgenommen worden sein. **Kaiser Barbarossa** verlieh 1215 den **Grafen von Mansfeld** das Recht zum Bergbau, und bald setzte eine erste Blütezeit ein, die sich nach dem Einführen des Kupferseigerverfahrens zur Trennung vom Silber in der 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts noch verstärkte: Bis zum Ende des 16. Jahrhunderts gehörte Mansfeld zusammen mit Schwaz/Tirol und Neusohl/Slowakei zu den größten Kupfer- und Silbererzeugern Europas. Erst mit dem Ausbruch des Dreißigjährigen Krieges kam es zu einem Niedergang (LOCHERT, in SLOTTA/BARTELS 1990, S. 73f.).

1671 erfuhren die Mansfelder Bergwerke jedoch einen neuen Aufschwung durch die sogenannte »Freilassung« des Bergbaus: Es wurden Altschulden erlassen, Gewerkschaften (Kapitalgesellschaften mit Anleihen, den »Kuxen«) gegründet, eine neue Bergordnung eingeführt, und das Bergamt **Eisleben** als kontrollierende Behörde eingesetzt. Diese Maßnahmen waren von Erfolg gekrönt und man produzierte zu Anfang des 18. Jahrhunderts ein Drittel der Kupfererzeugung Mitteleuropas (CLEMENT 1996, S. 19). Trotz Unruhen während der napoleonischen Zeit um 1815 konnte sich der Kupferbergbau bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts gut behaupten. 1852 schlossen sich die fünf bestehenden Gewerkschaften zur »**Mansfelder Kupferschieferbauenden Gewerkschaft**« zusammen,

und ab 1863, als sich die Bergbehörde im Zuge der Aufgabe des Direktionsprinzips zurückzog, übernahm das Unternehmen selbst die Betriebsführung. Zunehmende Teufe – der Abbau schritt von den Rändern zur Muldenmitte vor – führte auch hier zu Wasserhaltungsproblemen und steigenden Betriebskosten. Dies konnte zwar durch kostspielige Modernisierungsmaßnahmen in allen Werksbereichen weitgehend gemeistert werden (u. a. durch den massiven Einsatz von Dampfmaschinen und den Bau von Großschachtanlagen und Hüttenbetrieben), aber dann ergab sich eine neue Bedrohung durch die fallenden Weltmarktpreise des Kupfers. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kamen besonders aus dem Südwestspanischen Kiesgürtel zunehmend wachsende Kupfermengen auf den Markt, welche ihrerseits wiederum ab Beginn des 20. Jahrhunderts durch neu erschlossene Minen in Nord- und Südamerika überflügelt wurden.

Einen möglichen Ausweg sah die Gewerkschaft in der Diversifizierung in Kaligruben und Steinkohlezechen. Seit den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts konnten die Mansfelder Bergwerks- und Hüttenbetriebe nur noch durch staatliche Zuschüsse aufrecht erhalten werden. Der Bergbau wurde zwar nach dem 2. Weltkrieg noch weitergeführt und verlagerte sich von den ausgeerzten Mansfelder Lagern auf die benachbarte **Sangerhausener Mulde**, doch das Kupferausbringen sank gegen Ende der 80er Jahre auf 7000 t pro Jahr und so mußte der traditionsreiche Bergbau trotz vorhandener Ressourcen wegen mangelnder Rentabilität 1990 aufgelassen werden (LOCHERT, in SLOTTA/BARTELS 1990, S. 74f.).

Bei **Bieber im Spessart** befindet sich ein kleines, bergbauhistorisch interessantes Abbaugebiet im mitteldeutschen Kupferschiefer, dessen Ursprünge, ähnlich dem Mansfelder Raum, bis auf die Kelten zurückgehen. 1542 wurde nach diversen gescheiterten Abbauersuchen zwar eine umfangreiche Bergordnung durch den **Mainzer Kurfürsten** erlassen, jedoch erlag der Bergbau bald wieder (LOCHERT, in SLOTTA/BARTELS 1990, S. 76f.).

Die Vererzungen sind hier noch komplexer als im Mansfelder/Sangerhausener Raum, und das Revier lieferte Kobalt-, Nickel-, sowie silberhaltige Kupfer- und Wismuterze. Die Mächtigkeit des Kupferletten erreicht hier etwa 2 m, und er wird neben zahlreichen Störungen von bis zu 2400 m langen Gängen durchschlagen, die neben Eisenspat und Schwerspat sulfidische Cu-Pb-Co-Ni-Bi-Ag-Erze führen.

Erst 1675 wurde der Bergbau mit Hilfe Harzer Bergleute wieder in Gang gebracht, und man begann Silber, Kupfer und Blei zu gewinnen.

1737 fiel Bieber durch Erbfolge an die Landesherrschaft in Kassel, was dem Bergbau und Hüttenwesen zu einer regelrechten Blüte verhalf. Zur Mitte des 18. Jahrhunderts wurden mehr als 100 Schächte abgeteuft, und umfangreiche Wasserlösungseinrichtungen angelegt, so daß bis 1762 z. T. recht respektable Gewinne erwirtschaftet werden konnten. Der Bergbau wurde jedoch gegen Ende des Jahrhunderts wieder rückläufig, obwohl bis 1868 weiterhin Kobalt und Nickel gewonnen wurden.

### I.7.8 Bayerischer und Oberpfälzer Wald, Oberfranken, Fichtelgebirge

Der Westrand der sog. »Böhmischen Maße« zeichnet sich durch eine Vielzahl verschiedenster Erzlagerstätten aus, die jedoch meist nur von kleiner Ausdehnung waren.

In **Goldkronach** ging Bergbau auf Gold wahrscheinlich schon in prähistorischer Zeit um und war jedenfalls im 10. Jahrhundert schon recht intensiv. **Kaiser Otto I.** hat im Jahre 968 Goldkronacher Bergleute zur Erschließung der kurz zuvor entdeckten Buntmetall-Lagerstätte des Rammelsbergs bei Goslar berufen. Um 1350 erhielt der Nürnberger **Burggraf Friedrich V.** das Münzrecht in Bayreuth und Kulmbach, und 1363 das Bergregal zusammen mit seiner Erhebung zum Reichsgrafen, und so setzte er einen Bergmeister in Goldkronach ein. Dies währte bis etwa 1430, obwohl der Edelmetallbergbau bereits schwer unter den Husitenkriegen (1417–1434) zu leiden hatte, und schließlich im Jahre 1631 erlosch (SLOTTA/BARTELS 1990, S. 79f.).

Nachdem die Wirren des Dreißigjährigen Krieges überwunden waren, wurde erst wieder 1662 eine neue Berggesellschaft durch den **Markgrafen Christian Ernst** gegründet. Sie umfaßte alle Bayreuther Bergwerke, neue Gruben wurden erschlossen und eine Hütte errichtet, wie ein 1695 geprägter Goldgulden mit der Aufschrift »*Aurifodina Goldcronacens*« bezeugt. Allerdings konnte sich der Abbau bald nur noch mit »Zubußen« (Zuschüssen) erhalten. 1775 wurde eine neue Gewerkschaft begründet, unter Berghauptmann **Freiherr von Bothmer**. 1792 fiel das Fürstentum Bayern an den **Preußischen Staat**, der **Alexander von Humboldt** als Oberbergmeister einsetzte. Er verlegte den Schwerpunkt der Erzgewinnung auf Antimon, kümmerte sich um infrastrukturelle Einrichtungen, und gründete u. a. 1793 eine **Bergschule in Bad Steben**, die bis 1856 Bestand hatte, wenn auch der Bergbau selbst 1828 vollends eingestellt wurde. Anschließend vom Bayerischen Staat übernommen, wur-

den abwechselnd Gold- oder Antimonerze gefördert, wenn auch bergwirtschaftlich unbedeutend. 1907 wurde schließlich die Bergbau-AG »Fichtelgold« gegründet, die aber ebenfalls 1925 ihre Arbeiten wieder einstellte.

Im Fichtelgebirge wurde vom 13. bis 17. Jahrhundert auch Zinn gewonnen, zunächst aus Seifen, dann auch in den Zwittergängen von **Schönlind**, **Weißensstadt** und **Schneeberg**. **Weißensstadt** und **Wunsiedel** verdanken ihre mittelalterliche Blüte der Herstellung von verzinntem Eisenblech, da es in der Region selbst auch an Eisenvorkommen nicht mangelte. Es wurde in den zahlreichen Öfen und Hammerwerken zu Blech verarbeitet, oder als Schwarzblech aus der Gegend um **Amberg** importiert. Die Blechverzinnerie war eine blühende Industrie, die allerdings im Dreißigjährigen Krieg erlosch und sich danach nie mehr erholen konnte (SLOTTA/BARTELS 1990, S. 80f.).

Die nordostbayerische **Oberpfalz** war während des 14.–16. Jahrhunderts ein eisenproduzierendes Zentrum von europäischem Rang; verlor diese Position jedoch bereits vor dem Dreißigjährigen Krieg. Basis waren reiche Brauneisenerzvorkommen im Raum von **Amberg**, **Sulzbach-Rosenberg**, und **Auerbach**, ebenso wie der Holzreichtum des Bayerischen Waldes.

Die vorwiegend oxydischen Eisenerze waren oberflächennah, eisenreich (ca. 45 % Fe) und leicht verhüttbar, so daß sie bereits in der späten Latènezeit (1. Jahrhundert v. Chr.) abgebaut wurden, und an Ort und Stelle nach dem üblichen Rennfeuerverfahren verhüttet wurden. Bis zum Beginn des 13. Jahrhunderts waren es Eigenlöhner, die sich Ende 13.–Anfang 14. Jahrhundert zu Gruppen zusammenschlossen, da man bereits bis in Teufen von 100 m vorgedrungen war. Bergbau und Hüttenwesen sind urkundlich erstmals 1285 erwähnt, und erlebten seitdem einen stetigen Aufschwung durch die Neugründung zahlreicher Hämmer, die strategisch an den Wasserläufen angelegt wurden. 1387 kam es zur Gründung der »Hammereinung«, zu denen 69 Hammerherren gehörten und die bis 1626 bestand, etwa dem Ausbruch des Dreißigjährigen Krieges.

Eisenabbau und Verhüttung konnten sich nach dem Dreißigjährigen Krieg nur langsam und in Grenzen erholen. Erst die Gründung der Maxhütte 1851, und des Vorläufers der späteren Luitpoldhütte 1883, durch Schwerindustrialisierung und Eisenbahnbau motiviert, brachten einen neuen Aufschwung.

Zu erwähnen wären außerdem noch die **Grube Bayerland** bei

**Waldsassen** mit über 500-jähriger Geschichte (PFEUFFER 2003, S. 10–19), welche von 1924 bis 1971 als Schwefelkiesgrube in Betrieb war und als Rekordförderung 65000 t im Jahre 1955 erzielte, die Blei-(Zink)-Gruben von **Erbendorf** (schon im 12. Jahrhundert betrieben) sowie kleine Bleivorkommen bei **Freihung**, mindestens seit 1427 ausgebeutet.

### I.7.9 Schwarzwald und Vogesen

Im Südschwarzwald finden sich die bedeutenderen Erzvorkommen Süddeutschlands, obwohl es sich im allgemeinen nur um kleine Lagerstätten handelte, die in der Teufe schnell vertaubten. Im Nordschwarzwald kennt man als einzige größere Grube nur **Bulach/Neubulach**, in der während mehrerer mittelalterlicher Betriebsperioden kupfer- und silberführende Erzgänge abgebaut wurden, die der Stadt zum Wohlstand verhalfen. Vom 18. und 20. Jahrhundert wurden nochmals rund 750000 t Erz gefördert, aus denen über 7500 t Kupfer und 35,5 t Silber gewonnen werden konnten. Im **Christophstal** bei Freudenstadt kennt man Schwer- und Quarzgänge, die unterschiedlich reiche Wismut-, Silber-, und Kupfererze führen. Ihr Abbau währte von 1267 bis ins 18. Jahrhundert, wird allerdings bereits zu Beginn des 16. Jahrhunderts als subventioniert beschrieben. Im **Kinzigtal** im Mittelschwarzwald treten eine größere Zahl silber-, blei- und kupferführender Gänge auf, die jedoch ebenfalls relativ unbedeutend waren. Bei **Wittichen** wurden im Mittelalter Silbererze gefördert, und im 18.–19. Jahrhundert erlebte das Revier durch den zusätzlichen Abbau von Kobalterzen für Blaufarbenwerke eine zweite Blüte. Am **Schauinsland** südlich von Freiburg wurden die dort anstehenden bleiglanz- und zinkblendeführenden Gänge bereits zu Beginn des 13. Jahrhunderts abgebaut und hatten bis zum langsamen Niedergang des Bergbaus im 15./16. Jahrhundert eine gewisse regionale Bedeutung. Bis 1878 wurde der Bergbau mit wechselndem, insgesamt aber unbefriedigendem Erfolg weitergeführt. Danach begann eine neue, anfangs intensive Bergbauperiode, während der zunächst alte Halden wieder aufbereitet, und daraufhin die Gruben gesümpft, wiederaufgewältigt und modernisiert wurden. Mit Unterbrechungen konnten so zwischen 1901 und 1954 insgesamt 1,2 Mio. t Erz gefördert werden, aus denen ca. 12 t Silber, 12000 t Pb und 70000 t Zink gewonnen wurden.

Eine weitere Lagerstätte in Baden-Württemberg, die sich bis ins 20. Jahrhundert behaupten konnte, ist **Wiesloch im Odenwald**. Bergbau auf Silber ging hier bereits zur Zeit der Römer um, und wahrscheinlich

auch vom Früh- bis zum Hochmittelalter. Zwischen dem 15. und 18. Jahrhundert wurden vor allem Galmei, Bleiglanz und Eisenspat gewonnen. Von 1851 bis 1953 arbeitete der Betrieb noch mit wechselndem Erfolg und vielfältigen Unterbrechungen bis zur vollständigen Auserzung (LOCHERT, in SLOTTA 1990, 82–84).

Der Metallerzbergbau in den Vogesen ist vor allem mit den elsässischen Orten **Ste. Marie-aux-Mines** (Markirch) und **St. Croix-aux-Mines** verbunden. Hier wurden bereits in keltischer Zeit außerordentlich reiche Silbererze, untergeordnet wahrscheinlich im 7. Jahrhundert auch Blei-, Zink- und Kupfererze, abgebaut und verhüttet. Im 16. Jahrhundert kam es hier zu einer Blütezeit, die von **Sebastian Münster** in seiner 1545 erschienenen *Cosmographia* abgebildet und beschrieben wird. Der Dreißigjährige Krieg und die Folgen der Pest brachten den Bergbau wie überall sonst in Europa zum Erliegen, und erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts kam es wieder zu einer geordneten Förderung. Allerdings begannen die Abbaue mit zunehmender Teufe unter den üblichen Wasserhaltungsproblemen zu leiden, wodurch die Produktion stetig abnahm. Eine Pariser Bank, die die Bergwerke zu Beginn des 19. Jahrhunderts übernahm, ging in wenigen Jahren bankrott, und eine weitere Gesellschaft mußte um 1875 ebenfalls Konkurs anmelden (SLOTTA, in SLOTTA/BARTELS 1990, S. 85–87).

### 1.7.10 Das Rheinische Schiefergebirge

Sowohl im linksrheinischen Bereich, als auch am Rande der Nordeifel bei **Mechernich** und zwischen dem Unterlauf der Lahn bis in den Hunsrück treten mehrere Blei-Zink-Gangzüge auf, bereits zu römischer Zeit in Abbau, im Mittelalter wegen der silberreichen Bleiglanzvererzungen geschätzt, und mit einer besonderen Blütezeit um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Im **Bergischen Land** sind ähnliche Vererzungen bekannt. Beim westfälischen **Meggen** sind bergbauliche Aktivitäten zwar erst seit 1395 dokumentiert, möglicherweise aber ebenfalls viel älter. Ab der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts entstanden hier die ersten Eisenhütten. Gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts stieß man auf Schwefelkies, ab 1875 wurde auch Schwerspat gefördert, und während der letzten Betriebsjahrzehnte, bis zur Schließung 1991, waren vor allem Zinkerze Ziel des Abbaus (EHRENBERG u. a. 1954, S. 312f.). Im östlichen Sauerland, bei **Ramsbeck**, kennt man einen weiteren bedeutenden Lagerstättenbezirk mit Blei-Zink-Vererzungen, wohl sehr alt, aber erst im 16. Jahrhundert

urkundlich erwähnt. Zwischen Siegen und dem Rhein hatte der **Siegerländer Spateisensteinbergbau** Berühmtheit erlangt. Er war seit Zeiten der Kelten (dem Ende der Älteren Eisenzeit, um 700 v. Chr.) in Umgang, als die eisenzeitlichen Hüttenleute den austreichenden Brauneisenstein leicht gewinnen konnten und in kleinen Kuppelöfen schmolzen. Der hohe Mangananteil machte das Eisen auch relativ leicht schmiedbar und es gelangte wohl zum größten Teil auf den alten Handelswegen auf entfernte Märkte. Einem begrenzten Silber- und Bleibergbau im 13. Jahrhundert (1298 ältester Beleg) folgte wiederum ein Aufschwung der Eisenindustrie (bereits ab dem Hochmittelalter), durch die **Grafen von Nassau** bis ins 16. Jahrhundert gefördert (BINGENER 2003, S. 35–50). Auch danach war das Siegerländer Montanwesen bis ins 20. Jahrhundert fast ununterbrochen in Betrieb und in seinen Endphasen bei bis über 1000 m Teufe angelangt. Die meisten dieser Gruben wurden im Zeitraum von 1950–70 geschlossen (CLEMENT 1996, S. 21f.).

Zu erwähnen wären noch die **pfälzischen Quecksilbervorkommen** im Landsberg, die im 15. und 16. Jahrhundert eine gewisse Bedeutung erlangt hatten (SCHLUNDT 1984).

### I.7.11 Oberschlesien

Im Bereich um Bytom (**Beuthen**) und Tarnowskie Góry (**Tarnowitz**) kommen bedeutende Blei-Zink-Lagerstätten vor, die schichtgebunden und bis über 12 m mächtig sind und in mitteltriassischen Muschelkalken auftreten. Aus derselben Gegend kennt man gleichaltrige Eisenlagerstätten. Das riesige, etwa 6500 km<sup>2</sup> umfassende Kohlenbecken östlich der Oder und westlich Krakaus, das bis ins tschechische Ostrau-Karwin reicht, wurde zu einem weiteren Pfeiler der polnischen Schwerindustrie. Ähnlich wie in vielen anderen Revieren ging hier im Hohen Mittelalter ein blühender Bergbau auf Silber und Blei um, der im 16. Jahrhundert noch einmal eine kurze Blütezeit genoß, aber noch vor dem Dreißigjährigen Krieg durch mangelnde Investitionen und Wasserhaltungsprobleme verfiel.

Oberschlesien gelangte mit dem Ende des siebenjährigen Krieges im Jahre 1763 in den Besitz des **Preußischen Staates**, der bald danach das Montanwesen zu restrukturieren begann, zunächst durch neue Berggesetze und eine neue Bergverwaltung. 1780 nahm man den fast stillgelegten **Tarnowitzer Bleibergbau** wieder auf, und modernisierte ihn durch Auffahren von Wasserlösungsstollen und Einsatz von Dampfmaschinen

zur Wasserhaltung und Erzförderung. In den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts begann auch der Galmeibergbau bei Beuthen, der sich in den Jahren nach 1830 auf eine Produktion von 90000 Zentnern pro Jahr eingeleitete.

Der Eisenerzabbau, bis dahin relativ unbedeutend, nahm ebenfalls Ende des 18. Jahrhunderts einen raschen Aufschwung, und um 1840 stellte die Produktion Oberschlesiens bereits 40 % der preußischen Eisenherstellung. Zur gleichen Zeit entwickelte sich auch durch den Bau der Eisenbahnen und damit verbundene neue Absatzmärkte ein intensiver Steinkohlenbergbau.

### **I.7.12 Siebenbürgen**

Im inneren Karpatenbogen gibt es zahlreiche Gold- und Silberlagerstätten, so daß die Region als das »Goldene Viereck« bekannt wurde. Die prominentesten Lagerstätten sind die **12-Apostelgrube bei Brad**, **Rosia Montana** und **Baia de Aries**, und im nördlichen Siebenbürgen **Baia Mare**. Es sollen bereits zur Bronzezeit Kupfer und Gold gewonnen und verarbeitet worden sein (CLEMENT 1996, S. 27f.). Die Römer nannten die Provinz »Dacia« und betrieben schon eine intensive Goldgewinnung, bei der vor allem der in Rosia Montana angewendete beachtliche technische Aufwand hervorsteicht. Während des Mittelalters und der frühen Neuzeit wurde der Edelmetall-Erzbergbau weitergeführt; im 19. Jahrhundert gelang die Zusammenlegung und Modernisierung vieler kleiner Lagerstätten.

### **I.7.13 Salzburger Land, Tirol, Kärnten und Graubünden**

Wie bereits eingangs erwähnt, ging in den Ostalpen über Jahrtausende ein umfangreicher und vielgestaltiger Bergbau um. Der Salzgewinnung ist über 4000 Jahre alt, daneben wurden bereits während der Latènezeit Kupfer und Blei gewonnen, und dazu kamen Eisen, Gold und Silber.

Um den **Steirischen Erzberg** dürften Spuren von Schmelzöfen aus dem 3. Jahrhundert n. Chr. eine frühe Gewinnung des bereits von den Römern wegen seiner Qualität hochgeschätzten »norischen Eisens« nachweisen. 712 tauchen wieder Nachrichten eines Erzbergbaus auf, der 1171 erstmals urkundlich erwähnt wird. Im Mittelalter wurde der obere Teil des Erzberges (Vordernberger Erzberg), und von Eisenerz aus der untere Teil (Innerberg) abgebaut. Im 16. Jahrhundert mußte man wegen

Erschöpfung der oberflächlich liegenden Brauneisenschichten allmählich zum Tiefbau übergehen. Der Eisenabbau erlebte im 19. Jahrhundert einen Aufschwung dank seines Förderers, des **Erzherzogs Johann**, unter dessen Befürwortung u. a. 1835 die erste Eisenschienenbahn auf dem Kontinent in Betrieb genommen und moderne Fördersysteme in Stollen und Schächten eingeführt wurden. Die Primärerze Siderit-Ankerit besitzen einen Eisengehalt von durchschnittlich 34 %.

Eines der berühmtesten Reviere ist das von **Schwaz** im Inntal. Hier war bereits um 1500 v. Chr. eine blühende Kupfergewinnung im Gange (durch die Heidenzechen bezeugt), die während der Nordtiroler Urnenfelderkultur und der Melaunerkultur (ab 1100 v. Chr.) weiterbetrieben wurde, während der Latènezeit bis mindestens 500 v. Chr. anhielt und erst kurz vor der Zeitenwende vorübergehend erlosch. 930 wird Schwaz erstmals wieder urkundlich erwähnt, ab 1273 wurde begrenzt Eisenstein abgebaut, und 1409 gilt als das Entdeckungsjahr eines ausstreichenden Silber-Kupfer-Ganges, dessen Abbau zwischen dem 15. und 16. Jahrhundert eine Hochblüte verursachte. Schwaz verhalf dies zu dem Beinamen »Silberstadt« und dem Rang einer mittelalterlichen Silbermetropole. Der intensive Abbau verlangte nach einer rechtlichen Organisation, und so war bereits 1427 die **Gossensassener Bergordnung** erlassen worden, die auf der noch älteren **Schladminger Bergordnung** von 1408 basierte. Berühmt wurde allerdings die 1449 erlassene **Schwazer Bergordnung**, welche Bestimmungen für das Berg- und Hüttenwesen sowie für das Bergrecht enthält (sie galt bis ins das 19. Jahrhundert als Vorbild der Bergrechtsregelungen im Habsburger Reich) und u. a. die zwischen 1554 und 1556 – also zur gleichen Zeit wie **Agricolas *De re metallica*** – entstandene Handschrift des **Schwazer Bergbuchs** (zur Urheberschaft s. **BARTELS/BINGENER/SLOTTA 2006**, Bd. I, S. 197–206; **BINGENER 2007**).

Zu den wichtigsten Revieren des Schwazer Bergbaus zählten besonders **Falkenstein**, **Ringenechsel** und **Alte Zeche**. Sie hatten den gleichen Rang wie die anderen damaligen Silber- und Kupfererzreviere Mitteleuropas, wie das sächsische Erzgebirge, Harz, Oberungarn und Mansfeld. Ihre Blütezeit lag in den Jahren zwischen 1470 bis 1539, als bis zu 10000 Beschäftigte (bei über 20000 Einwohnern) im Schnitt 10,3–12,9 t Silber pro Jahr erzeugten und zeitweilig 80 % des Weltsilbers produzierten. Von 1470 bis 1665 wurden außerdem 113370 t Kupfer gewonnen. Ein derart umfangreicher Betrieb benötigte große Kenntnisse im Bergbau und Hüttenwesen, Organisation und Finanzierung: Kapitalkräftige Unternehmer aus dem Innsbrucker und Augsburger Kaufmannsstand (wie

die **Paumgartner, Manlich, Katzbeck, Hörwart** und **Gossenbrot**) erwarben Beteiligungen, und zu Beginn des 16. Jahrhunderts hatten sich die **Fugger** als beherrschend profiliert, da sie den regierenden **Habsburgern** riesige Darlehen gewähren konnten, mit den Silber- und Kupferverkaufsrechten als Gegenleistung.

Das Schwazer Silber verhalf so den Habsburgern ab 1500 zu einer der führenden Dynastien Europas zu werden, und die **Fugger** begannen im Gegenzug eine dominierende Stellung gegenüber den österreichischen Handelshäusern einzunehmen. Allerdings verarmten auch hier die Lagerstätten während der folgenden hundert Jahre, und die Produktion war bis 1620 auf etwas mehr als eine Tonne Silber pro Jahr gesunken; dem Kupferbergbau erging es ähnlich. Parallel hierzu schrumpfte auch die Bedeutung des Fuggerschen Handelsunternehmens (**GSTREIN in EGG/GSTREIN/STERNAD 1986, S. 9–57, 157**). 1615 wurde es als Bergbaumacht zugunsten des Staates ausgeschaltet, wenn es auch noch 30 Jahre lang den Bankrott verzögern konnte.

Technische Verbesserungen, vor allem in der Aufbereitung, führten bis 1650 noch einmal zu einer erhöhten Produktion von etwa 5,5 t Silber pro Jahr. Danach war jedoch der ständige Niedergang nicht mehr aufzuhalten. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts war der berühmt gewordene Schwazer Silberbergbau weitgehend erloschen und alle staatlichen Subventionen nutzlos. In der Schwaderalpe und am Eisenstein östlich von Schwaz begann noch gegen Ende des 17. Jahrhunderts eine begrenzte Eisenerzabbau und -gewinnung, was noch knapp 100 Jahre lang einen Teil der Belegschaften beschäftigen konnte.

Für die Silberproduktion zur Zeit der Hochblüte in Schwaz zwischen 1470 und 1565, aus der die klarsten Produktionszahlen vorliegen, werden 895000 kg (knapp 29 Millionen Unzen) genannt (**TASSER 2003, S. 176**). Die Gesamtausbeute soll am Falkenstein und Ringenwechsel, sowie im Altzechner Revier zwischen 1420 bis 1827 nach verschiedenen Schätzungen 2571 Tonnen Silber und 190999 Tonnen Kupfer betragen haben (**EGG/GSTREIN/STERNAD 1986, S. 74**).

Als weitere Bergbaue sollen der **Röhlerbühel** bei Kitzbühel (Kupfer, sowie silberreiche Fahlerze, zwischen 1540 und 1774 und bis in 800 m Teufe in Abbau), und das Revier um **Sterzing** südlich des Brennerpasses genannt sein, wo im 15. und 16. Jahrhundert Silber, Blei und Kupfer gewonnen wurden; während einer kurzen Wiederaufwältigungsphase der alten Abbaue gegen Ende des 19. Jahrhunderts kam für einige Jahrzehnte noch Zink dazu.

Im Salzburger Land machte sich die Kupferlagerstätte von **Mitterberg** u. a. durch ihre industriearchäologischen Funde aus der Bronzezeit und aus dem Zeitraum zwischen 1200–700 v. Chr. einen Namen. Nach vielen Krisenzeiten ist allerdings erst wieder der Abbau von Anfang des 19. Jahrhunderts bis zur Stilllegung 1977 zu erwähnen, während dessen insgesamt etwa 120000 t Kupfer ausgebracht werden konnten.

Ein früher bedeutendes Goldbergbaugebiet befindet sich in den **Hohen Tauern**, wo zwischen Salzburger Land bis Oberkärnten kilometerlange Gänge auftreten, über deren Abbau durch die Taurischer bereits **Polybius** (200–130 v. Chr.) und **Strabon** (um die Zeitenwende) berichteten. Nach mittelalterlicher Flußgoldwäsche wird der entstehende Gasteiner-Rauriser Abbaukomplex erst ab 1340 wieder erwähnt; reichliche Nachrichten kennt man aber erst aus dem 15. und der Blütezeit bis Mitte des 16. Jahrhunderts, danach erfolgte ein langsamer, aber stetiger Rückgang der Abbauaktivitäten, bedingt durch hohe Betriebskosten und komplizierten Erztransport bei den teilweise bis über 3000 m Höhe gelegenen Gruben. Auf der Kärntner Seite baute man aber die Erze noch bis ins 19. Jahrhundert ab, und auf der Salzburger Seite lassen sich sogar bis ins 20. Jahrhundert Prospektionsaktivitäten verzeichnen.

In **Kärnten** findet sich die bekannte Blei-Zink-Lagerstätte von **Blei-berg-Kreuth** in der Mitteltrias der südlichen Kalkalpen. Wenn auch Blei hier bereits zu vorgeschichtlicher Zeit erschmolzen wurde, so wird der Bergbau erst 1333 erstmals urkundlich erwähnt, als u. a. der **Bischof von Bamberg** und die **Fugger** Gruben betrieben, welche etwa zur Mitte des 16. Jahrhunderts eine Glanzzeit erlebten. Danach folgten Streitereien unter den Grubengewerken, Wassernot, Religionskämpfe, Krankheiten, der Dreißigjährige Krieg und die Türkenkriege. Erst ab der Regierungszeit der **Kaiserin Maria Theresia** wurden Verwaltung und technische Mittel neu strukturiert und verbessert, so daß zur Mitte des 18. Jahrhunderts wieder eine geordnete Produktion verlief, und ab 1868 wurden die meisten Kleinbetriebe zur **Bleiberger Bergwerks-Union** vereinigt, die bis 1993 Blei- und Zinkerze förderte.

Etwas weiter östlich treten Blei-Zink-Vorkommen bei **Mezica** in Slowenien auf, welche einen ähnlich alten Bergbau aufweisen konnten, ebenso wie etwas weiter südlich **Rai-bl** in Norditalien.

Mehrere kleinere silberführende Kupfer-, Blei- und Zinkvererzungen wurden in **Graubünden** an verschiedenen Stellen abgebaut: Kupfererz-vorkommen im **Oberhalbstein** wurden bereits während der Bronzezeit genutzt, Blei-, Silber-, und Zinkbergbau im **Bernina**-Gebiet sind nach