die mengenmäßig besonders bedeutsamen Rohstoffgruppen zu behandeln, da diese für die Versorgung des Landes und aufgrund der erforderlichen Flächeninanspruchnahme auch für die Raumplanung von besonderer Bedeutung sind. Außerdem wurden die im Rahmen laufender Projekte (KMR 50) oder behördlicher Tätigkeiten (Bergaufsicht, Träger öffentlicher Belange, Beratung der Regionalverbände) zwischenzeitlich angefallenen neuen Daten unabhängig von Rohstoffart und Fördermenge berücksichtigt.

Alle Gewinnungsbetriebe, welche die Rohstoffgruppen Natursteine, Untergruppe Kalksteine, und Kiese und Sande für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag in einer Menge von 100 000 t/Jahr und darüber (nach Angabe im jeweils letzten Bericht über die Betriebserhebung) abbauen, wurden angeschrieben und gebeten, auf Grundlage der zugesandten Erhebungsbögen (siehe Anhang) aktuelle Angaben zu machen und ihre Abbau- und Erweiterungsgebiete auf mitgelieferten Auszügen topographischer Karten einzuzeichnen. Zum Teil wurden diese Erhebungen durch Datenrecherchen bei den Genehmigungsbehörden der Landkreise und durch Firmenbesuche ergänzt. Die daraus resultierende Datengrundlage für diesen Bericht ist in Kap. 3.2 dargestellt.

Ohne die Unterstützung der zahlreichen Gewinnungsbetriebe wäre es nicht möglich gewesen, einen Bericht dieser Art zu erstellen. Firmen, die seit längerer Zeit mit dem LGRB, z. B. im Zusammenhang mit Genehmigungsverfahren, Gutachten oder Arbeiten zur Rohstoffgeologischen Landesaufnahme in Kontakt stehen, haben die Fragen i. d. R. in kurzer Zeit beantwortet, wobei oftmals die beratenden Büros beteiligt wurden. Bei ca. 20 % der Firmen verzögerten interne Umstrukturierungen, Personalknappheit, Urlaubszeiten und Krankheitsfälle die Rückläufe um zwei bis drei Monate. In weniger als 5 % der Fälle waren die benötigten Angaben erst nach mehrmaligen Telefonaten oder persönlichen Besuchen zugänglich; fast ausnahmslos handelte es sich hierbei um Unternehmen, die wegen Schwierigkeiten mit Erweiterungsplanungen um ihre Zukunft fürchten.

Viele Firmenvertreter wiesen darauf hin, dass sie die mehrfachen Erhebungen durch unterschiedliche Stellen (Statistisches Landesamt, Regionalverbände, Genehmigungsbehörden, Industrieverband Steine und Erden, LGRB) als starke Belastung empfinden. Das LGRB hat sich daher mit allen genannten Institutionen in Verbindung gesetzt, um Synergiemöglichkeiten auszuloten. Auch auf ministerieller Ebene wurden diesbezüglich erste Sondierungsgespräche geführt.

Die Abstimmung mit den 12 Regionalverbänden ist zwischenzeitlich abgeschlossen; es besteht – auch wegen geplanter gemeinsamer Datenbankstrukturen – Übereinstimmung, dass künftige gemeinsame Erhebungsarbeiten sinnvoll sind und durchgeführt werden sollen.

2 Die mineralischen Rohstoffe des Landes

2.1 Überblick über die Lagerstätten des Landes

Die Wirtschaft Baden-Württembergs benötigt kontinuierlich eine Vielzahl mineralischer Rohstoffe, die für eine große Palette industrieller Einsatzbereiche – vom Bauprodukt bis zur high-tech-Anwendung – zur Versorgung von 10,4 Mio. Einwohnern genutzt werden.

Das Land ist reichlich mit hochwertigen Rohstoffvorkommen besonders aus den Bereichen der Steine und Erden sowie der Industrieminerale ausgestattet. Zu den in Baden-Württemberg auftretenden Industrieminералen gehören: Steinsalz, Gips- und Anhydritstein, Flussspat und Schwerspat. Auch Quarzsand und hochreine Kalke können, obwohl sie in Steine-und-Erden-Lagerstätten auftreten, zu den Industrieminералen gezählt werden. Im folgenden wird ein Überblick über die wichtigsten Rohstoffe des Landes gegeben, wobei zunächst auf die meist untertägig abgebauten Lagerstätten, dann auf die oberflächennahen Vorkommen – im wesentlichen Steine und Erden – eingegangen wird (Abb. 1 und 2).

Baden-Württemberg verfügt über bedeutende **Steinsalzlagerstätten**. Steinsalz findet vor allem als Industriesalz, Auftau- und Gewerbesalz sowie als Speisesalz Verwendung. Mit dem Bergwerk Wilhelmsglück in Schwäbisch Hall hatte Württemberg 1824 das erste mitteleuropäische Salzbergwerk außerhalb der Alpen. Steinsalz, das in den Schichten des Mittleren Muschelkalks in 10–50 m mächtigen Lagern auftritt, wird heute noch in zwei großen Bergwerken bei Heilbronn (Region Franken) und Haigerloch-Stetten (Region Neckar-Alb) abgebaut. In dem Bergwerk Heilbronn wird es seit über 100 Jahren bergmännisch gewonnen. In dieser Grube wurden allein in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts rund 100 Mio. t Steinsalz abgebaut. Auf eine lange Tradition schaut auch das 1856 gegründete Salzbergwerk Stetten bei Haigerloch zurück, aus dem im Zeitraum 1856–2000 rund 16,5 Mio. t Steinsalz gefördert wurden.

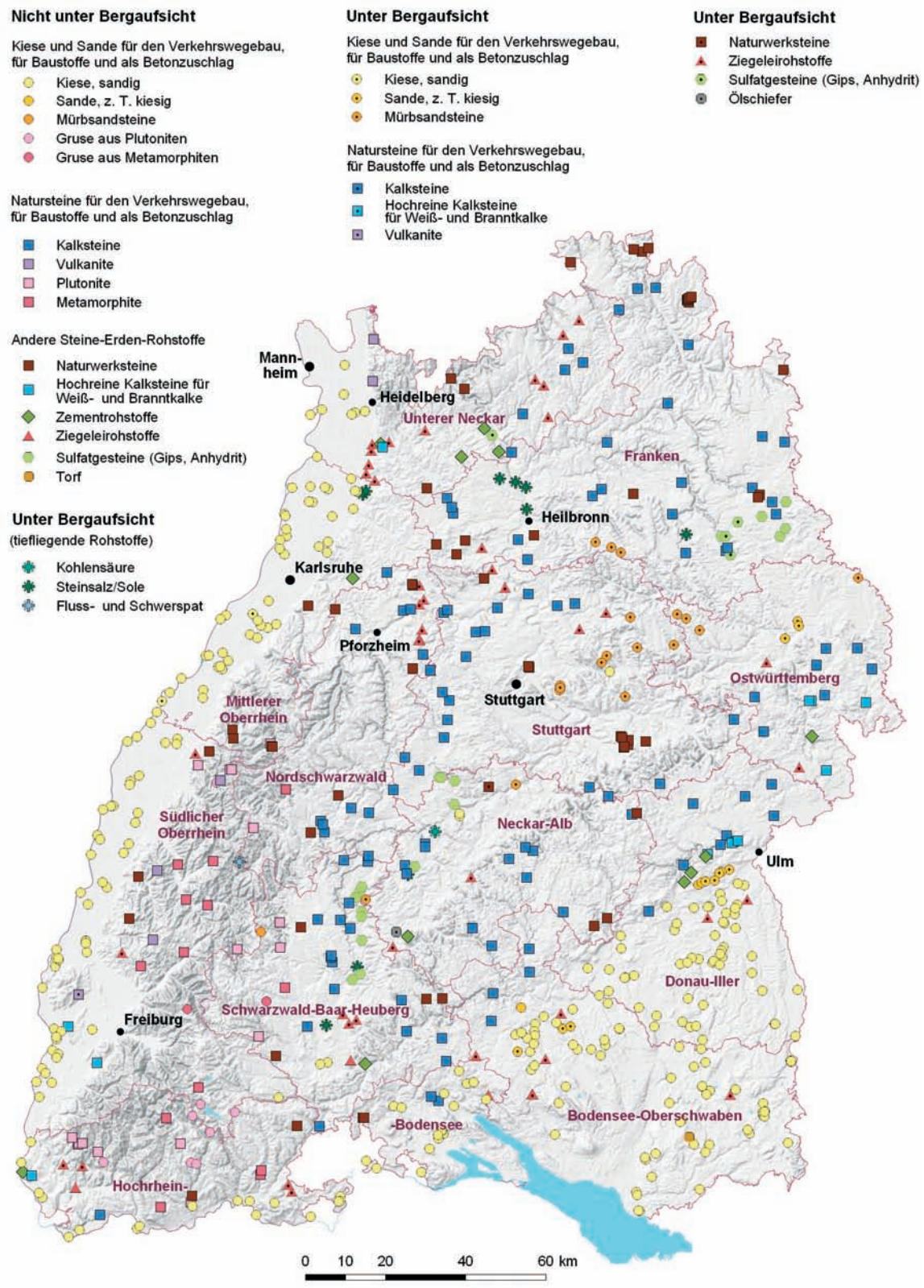

Abb. 1: Übersicht über alle betriebenen Gewinnungsstellen in Baden-Württemberg im Jahr 2000, einschließlich der Gewinnungsstellen mit zeitweiser Förderung

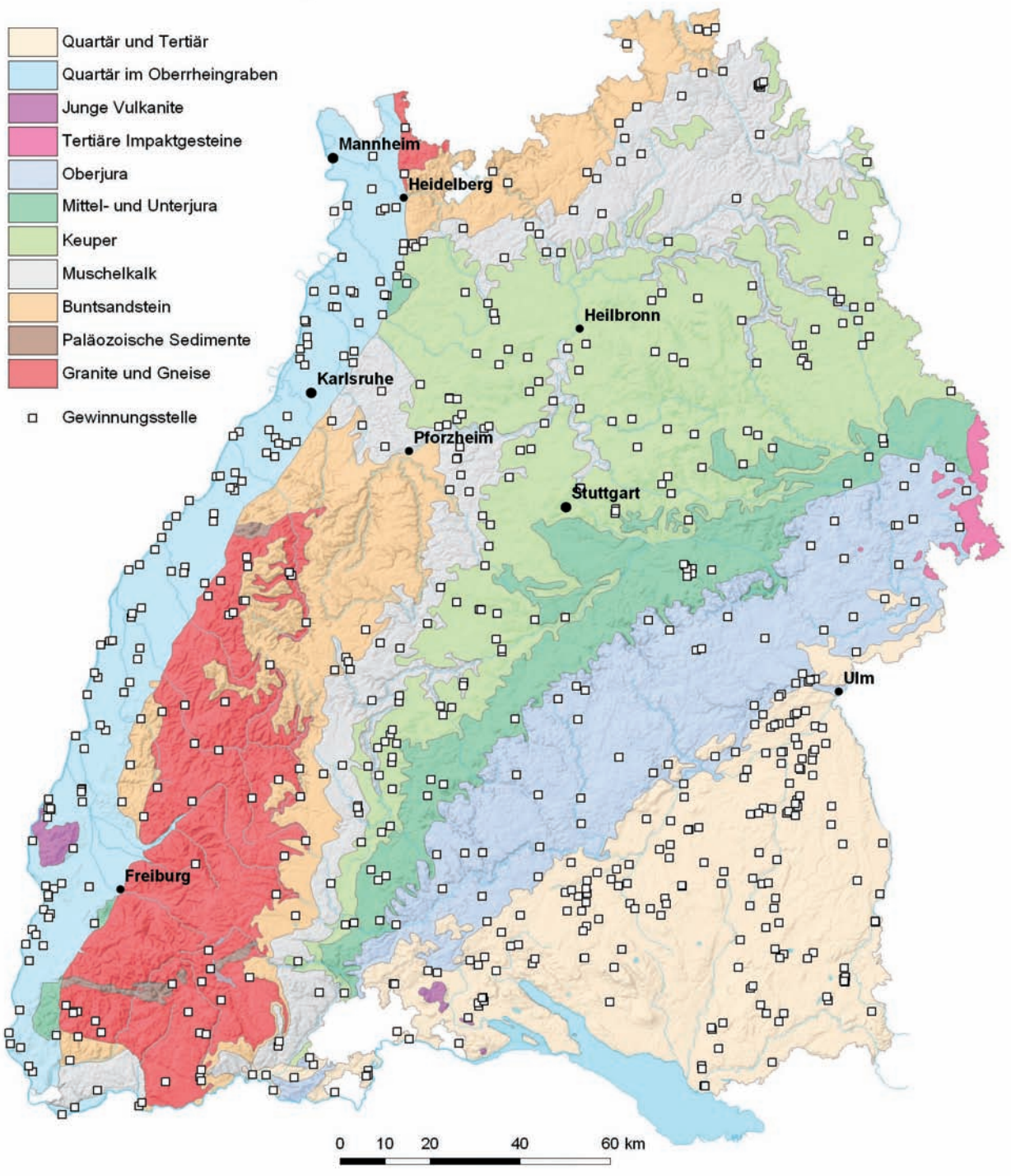

Abb. 2: Geologische Übersicht von Baden-Württemberg mit allen betriebenen oberflächennahen Gewinnungsstellen, einschließlich untertägiger Abbaue von Gips-, Anhydrit- und Kalkstein

Solegewinnung wurde schon in frühgeschichtlicher Zeit an Kocher und unterem Neckar betrieben; archäologische Belege für keltische Salzgewinnung konnten in Schwäbisch Hall, bei Offenau, Bad Wimpfen und Bad Rappenau erbracht werden. Industriesolegewinnung, die in Stetten bis 1924 und bei Heilbronn bis zur Stilllegung der Soleanlage im Taschenwald (Nähe Kirchhausen) im Jahr 1993 große Bedeutung für die chemische Industrie hatte, findet derzeit nur noch in Bad Wimpfen statt. Der Hauptverwendungszweck liegt heute in der balneologischen Nutzung durch die Heilbäderbetriebe im Land.

Baden-Württemberg verfügt auch über bedeutende Lagerstätten von **Gips- und Anhydritstein** (Abb. 3). Gipsstein, der vor allem für die Produktion von Bau- und Putzgipsen, Gipskarton- und Gipswandbauplatten verwendet wird, spielt wirtschaftlich die bedeutendere Rolle, doch nimmt der Förderanteil von Anhydritstein allmählich zu. Anhydritstein wird vornehmlich im untertägigen Bergbau gewonnen und zur Herstellung von Estrichen und Bauzementen eingesetzt. Als Zuschlagstoffe für die Zementherstellung werden beide Gesteine verwendet.

Die heute vorwiegend genutzten Gipssteinvorkommen treten in den Grundgipsschichten an der Basis des Gipskeupers auf. Diese Lagerstätten konzentrieren sich in den Gebieten Crailsheim–Schwäbisch Hall in der Region Franken und Herrenberg–Rottweil in der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg; die Vorkommen am Hochrhein werden derzeit wegen geringerer Materialreinheit und Lagerstättengröße nicht genutzt. Erkundungsarbeiten des LGRB in der Region Franken konnten hier noch bislang unbekannte Bereiche mit voraussichtlich bauwürdigen Gipssteinvorkommen eingrenzen.

Auch in älteren Schichten befinden sich Gipssteinlager. Die Sulfatgesteinsvorkommen im Mittleren Muschelkalk, die nur untertägig genutzt werden können, weisen in der Regel höhere Anhydritgehalte auf. Diese Formation beherbergt Europas größte Gips- und Anhydritgrube in Obrigheim (Region Unterer Neckar). Es zeigte sich auch, dass bei diesem aus Festgesteinstagebauen gewonnenen Rohstoff mittelfristig mit einer Verknappung zu rechnen ist – insbesondere, wenn Konflikte mit anderen Raumnutzungen weiter zunehmen.

Fluss- und Schwerspat werden in der Grube Clara bei Oberwolfach (Region Südlicher Oberrhein) im Mittleren Schwarzwald abgebaut. Legt man die bekannten bergmännischen Vorräte der deutschen Spatgruben zugrunde, so wird dieses traditionsreiche Bergwerk in wenigen Jahren die einzige Gewinnungsstelle dieser Rohstoffe in Deutschland sein. Zugleich wird dort die mehr als 2000-jährige Geschichte des **Metallerzbergbaus** in Baden-Württemberg fortgeführt; die Grube Clara ist heute die einzige Silbererzgrube in Deutschland. Bedeutende, derzeit nicht genutzte Vorräte an Flussspat treten auch im Nordschwarzwald auf. Auf der bei Pforzheim (Region Nordschwarzwald) gelegenen Grube Käfersteige ging bis 1997 Bergbau um; die Verwahrung des Bergwerks erfolgte so, dass eine Wiederaufnahme der Flußssspatgewinnung relativ leicht möglich ist.

Abb. 3: Gipssteinbruch Hagenhof bei Roßfeld westlich von Crailsheim (Foto Herbst 2001). Deutlich ist der rasche laterale Wechsel von Gipssteinführung (in wirtschaftlicher Mächtigkeit) zu abgelaugten Bereichen – rechts im Bild – zu erkennen

Die mengenmäßig größte Bedeutung besitzen in Baden-Württemberg die **Steine-Erden-Rohstoffe**. Hier sind vor allem folgende zu nennen: Die Lockergesteine Kies und Sand, Quarzsand, Lehm und Ton, die sedimentären Festgesteine Kalkstein, Mergelstein, Tonstein, „Ölschiefer" (bituminöser Tonmergelstein), Sandstein, Sinterkalkstein (Travertin, Süßwasserkalkstein), die Grundgebirgsgesteine Ortho- und Paragneis, Anatexit und Granit, die vulkanischen Gesteine Quarzporphyr und Phonolith (Begriffsdefinitionen vgl. Glossar).

Die **Kies- und Sandlagerstätten** des Oberrheingrabens und des Alpenvorlands stellen aufgrund der großen Fördermenge von 43,0 Mio. t im Jahr 2000 mit 91,6 % der Gesamtförderung aus Kies- und Sandlagerstätten derzeit die wichtigste Rohstoffquelle des Landes dar (Abb. 5).

Rund 50 % der südwestdeutschen Gewinnungsbetriebe fördern Kiese und Sande. Auch in den anderen Bundesländern besitzen Kiese und Sande unter allen mineralischen Rohstoffen mengenmäßig eine herausragende Bedeutung; im langjährigen statistischen Mittel nehmen sie mit ca. 40 % des Rohstoffbedarfs eines Bundesbürgers die Spitzenposition unter den mineralischen Rohstoffen ein (Bundesverband Baustoffe Steine und Erden e.V. 2000).

Sedimente bilden auch die Grundlage zur Herstellung keramischer Produkte. Zu den **Ziegeleirohstoffen** zählen Tone, Lösslehme und Lehme; diese tonreichen,

Abb. 4: Tongrube bei Mengen in der tertiärzeitlichen Unteren Süßwassermolasse

z. T. schwach sandigen Sedimente liegen meist in wenig verfestigtem Zustand vor und sind oft durch Aufwitterung aus Tonsteinen entstanden (Kap. 3.3.6). In Baden-Württemberg stehen derzeit 47 Ton- und Lehmgruben in Abbau (Abb. 4), die annähernd gleichmäßig über das Land verteilt sind (Abb. 38).

Kalksteine stellen rohstoffwirtschaftlich auch eine besonders wichtige Rohstoffgruppe dar; über 20 % der baden-württembergischen Betriebe bauen **Kalksteine** und **Kalkmergelsteine** aus den Schichten des Muschelkalks und des Juras ab (Abb. 6–9). Aus diesen wurde im Jahr 2000 eine Menge von 50,9 Mio. t vor allem für den Verkehrswegebau, für Betonzuschlag und für die Zement- und Putzindustrie gewonnen.

Abb. 5: Trockenabbau in locker gelagerten würmzeitlichen Schottern der Klettgaurinne bei Klettgau-Geißlingen

Abb. 6: Rund 70 m mächtige gebankte Kalksteine des Oberen Muschelkalks, überlagert von tonigen Sedimentgesteinen der Lettenkeuper-Formation; Steinbruch bei Gemmingen, nordöstlich von Eppingen

Abb. 7: Abbau in Massenkalksteinen des höheren Oberjuras bei Blaustein-Wippingen. Diese meist sehr reinen Kalksteine neigen zu intensiver Verkarstung (obere Bildhälfte)

Abb. 8: Untertägige Gewinnung von hochreinen Kalksteinen („Ulmer Weiss“) im Mähringer Berg bei Blaustein (Beginn der Auffahrung des Gabriele-Stollens im Jahr 2000). Die untertägige Gewinnung ermöglicht eine selektive Gewinnung der hochreinen Partien der Massenkalksteinlagerstätte

Hochreine Kalksteine für Weiß- und Branntkalke werden vor allem auf der östlichen Schwäbischen Alb abgebaut, wo daraus das bekannte „Ulmer Weiss“ hergestellt wird (Abb. 8), jedoch befinden sich auch auf der südlichen Mittleren Alb, z. B. bei Thiergarten und Storzingen, große Vorkommen dieses Typs. Auch bedeutende Lagerstätten von **Zementrohstoffen** liegen auf der östlichen Schwäbischen Alb, aber ebenso auf der Westalb und im Kraichgau. Eine Eignung der Gesteine für die Zementherstellung wird z. T. durch die Namensgebung verdeutlicht, wie bei der sog. Zementmergel-Formation des Oberjuras.

Auch die Kalksteine der Wohlgeschichteten Kalkformation (Abb. 9) und die unterlagernden Kalkmergelsteine (Impressamergel-Formation oder Oxford-Mergel) dienen vorwiegend der Zementerzeugung.

Abb. 9: Wohlgeschichtete Kalkformation (tieferer Oberjura) in einem aufgelassenen Steinbruch bei Klettgau. Diese Gesteine eignen sich als Zementrohstoffe, Abschnitte mit geringem Mergelanteil werden häufig für den Wegebau eingesetzt

Derzeit werden in 13 Steinbrüchen fast 10 Mio. t/Jahr Zementrohstoffe abgebaut. Auf der östlichen Schwäbischen Alb stellen die tonigen Kalksteine und Kalkmergelsteine der Zementmergel-Formation des Oberjuras die Grundlage der Zementindustrie dar, da deren Zusammensetzung von Natur aus etwa derjenigen des 1843 in England entwickelten künstlichen Portlandzements entspricht. Ab 1864 wurde in Allmendingen erstmalig in Deutschland Portlandzement produziert. Die Zementwerke bei Heidelberg und Leimen, die tonige Kalksteine des Unteren und Oberen Muschelkalks abbauen, wurden 1873 und 1876 gegründet – Ausgangpunkte für eines der weltgrößten Unternehmen auf dem Zementsektor.

Die traditionell als **Energierohstoffe**[3] bezeichneten Ölschiefer in der Posidonienschiefer-Formation werden derzeit nur bei Dotternhausen als Zementrohstoff (Portlandölschieferzemente) abgebaut; die geschickte gemeinsame Nutzung von Energie- und Mineralinhalt der Ölschiefer ermöglichen es einem innovativen Privatunternehmen am Markt zu bestehen.

Weitere **Natursteinlagerstätten** (zum Begriff siehe Kap. 2.3) befinden sich im Grundgebirge des Schwarzwalds und des Odenwalds sowie im Kaiserstuhl, einem tertiärzeitlichen Vulkanmassiv. Gneise, Anatexite, Granite, Granitporphyre und Quarzporphyre – im Zeitraum zwischen ca. 650 und 250 Mio. Jahren vor heute entstanden – können je nach Erhaltungsgrad (meist in Abhängigkeit vom Ausmaß der Tektonik und der Verwitterung) hochwertige Grundstoffe für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und Betonzuschlag liefern. Oftmals eignen sie sich auch für die Werksteinindustrie (s. u.). Zu Schotter und Splitt gebrochene Natursteine (Abb. 10) können aus Kies- und Sandvorkommen gewonnene Baurohstoffe ersetzen.

Abb. 10: Großer Steinbruch im Albtalgranit bei Göhrwihl (Südschwarzwald). Hier werden vornehmlich Schotter- und Splittkörnungen für den Hoch- und Tiefbau erzeugt

3 Als weitere Energierohstoffe wurden bis in die 1980er Jahre **Erdöl und Erdgas** aus zahlreichen kleineren Lagerstätten im Oberrheingraben und in Oberschwaben gewonnen, jedoch ist eine weitere Förderung derzeit nicht wirtschaftlich; die porösen Speichergesteine ausgebeuteter Lagerstätten könnten jedoch künftig vermehrt als Untergrundspeicher genutzt werden. Gegenwärtig sind in Fronhofen und Sandhausen derartige Gasspeicher eingerichtet. Das Land verfügt zudem über bedeutende Vorkommen von **Erdwärme**.

Natursteine dienen nicht nur der Befriedigung der Nachfrage nach Massenrohstoffen für den Verkehrswegebau und den Hoch- und Tiefbau. Der Reichtum an vielfältigen **Naturwerksteinen** wird im Südwesten seit rund 2000 Jahren zur Errichtung sakraler und profaner Bauten genutzt. Naturwerksteine sind nicht nur ein ästhetisch schönes Material (Abb. 11) für Neubauten aller Art, auch für die Restaurierung der zahlreichen Baudenkmäler sind sie unersetzlich.

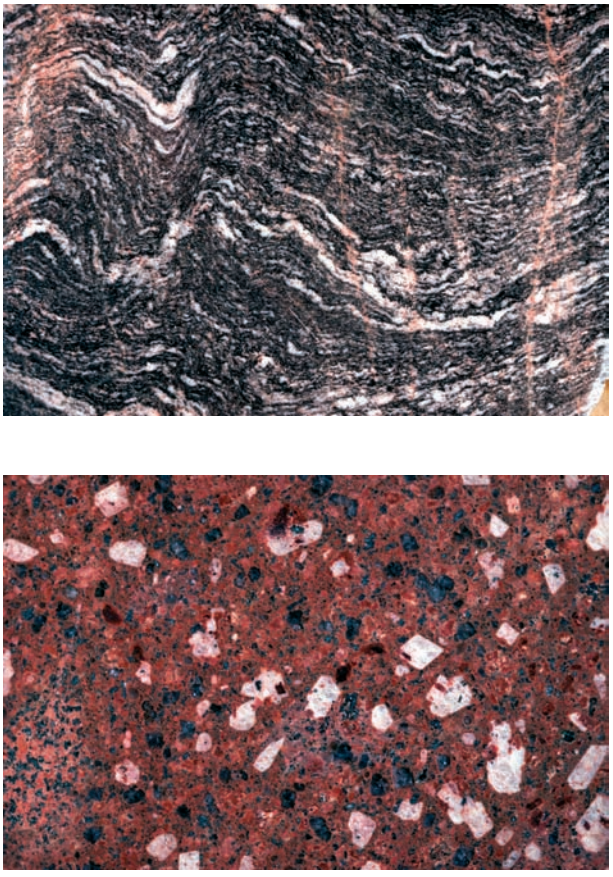

Abb. 11: Grundgebirgsgesteine aus dem Schwarzwald. Oben: Paragneis aus dem Zentralschwarzwald, Alter ca. 500 Mio. Jahre (Bildhöhe entspricht 10 cm). Unten: Granitporphyr von Tegernau im Südschwarzwald (Bildhöhe entspricht 4 cm). Diese Gesteine werden zumeist für die Erzeugung von Verkehrswegebaumaterial eingesetzt, z. T. eignen sie sich auch für die Naturwerksteinindustrie

In Baden-Württemberg gibt es eine große Zahl attraktiver und von den physikalisch-technischen Eigenschaften her hervorragender Naturwerksteine, wie nachfolgende „erdgeschichtliche Wanderung“ vom ältesten zum jüngsten Gestein zeigt:

- Rötliche und graue, meist porphyrische **Granite des Schwarzwalds**, wie z. B. im Nordschwarzwald der Raumünzacher und der Kappelrodecker Granit, der Triberger und der Seebacher Granit sowie der Bühlertal-Granit und im Südschwarzwald Albtal-, Blauen- und Schluchseegranit sowie Eisenbacher Granit
- **Diorite**
- Rötliche, harte **Quarzporphyre** im südwestlichen Odenwald und im Schwarzwald (Abb. 11)
- Roter und gelblicher Sandstein des **Buntsandsteins**, abgebaut zwischen dem Odenwald, dem Main und der Ostabdachung des südlichen Schwarzwalds sowie in den Vorbergen im Raum Lahr–Emmendingen (Abb. 12)
- **Quaderkalkstein** des Oberen Muschelkalks (Krensheim)
- **Trochitenkalksteine** des Oberen Muschelkalkes (z. B. Crailsheim)

Abb. 12: Gewinnung von Werk- und Ornamentsteinen aus der Plattensandstein-Formation (Oberer Buntsandstein) im Schwarzwald

- Gelber, feinkörniger Unterkeuper-Hauptsandstein oder **Lettenkeupersandstein** (Ilsfeld, Mundelsheim, Rieden, Freudenbach bei Creglingen und Neuenstein bei Schwäbisch Hall)
- Graugelblicher, z. T. auch gelb-rot geflammter oder braun geaderter **Schilfsandstein** des Mittelkeupers (derzeit besonders nahe Sinsheim, Schwaigern, Heilbronn, Maulbronn, Eppingen, Pfaffenhofen und Besigheim in Abbau; berühmt durch das Weltkulturerbe Kloster Maulbronn)
- Harter, gelblicher **Kieselsandstein** und meist grobkörniger, gelblich-weißer **Stubensandstein** des Mittelkeupers (Kraichgau, Schönbuch, Mainhardter Wald, Löwensteiner Berge usw., berühmt durch Verwendung im Ulmer Münster und Kölner Dom)
- Feinkörniger, gelblicher Sandstein im Oberkeuper, der sog. **Rhätsandstein** oder auch Pfrondorfer Sandstein
- Schwarzgraue, fossilreiche, als „Fleins“ bekannte Kalksteinbänke in der **Posidonienschiefer-Formation** (Brüche im Albvorland bei Ohmden, bei Aichelberg und Holzmaden)
- Hellbeige, gelbliche und hellgraue bis weiße **Kalksteine des Oberjuras** (Malm, Weißjura): Brenztal-Trümmerkalk, gebankte und plattige Kalksteine der Liegenden Bankkalk-Formation, Massenkalksteine
- Tertiärzeitlicher Schillkalkstein, sog. **Randengrobkalk** (Tengen am Hochrhein)
- Tertiärzeitliche vulkanische Ergussgesteine des Kaiserstuhls: **Tephrit, Phonolith**
- Durch den Einschlag des Riesmeteoriten vor rund 15 Mio. Jahren im Tertiär entstandener **Suevit** („Schwabenstein“).
- Tertiärzeitliche **Molassesandsteine**
- Verwitterungsbeständige, hell- bis kräftigbraune und fossilreiche Süßwasserkalksteine des Tertiärs und Quartärs: **Travertin aus Zwiefalten (Gauingen, Sonderbuch), Cannstatter Travertin, porös-kavernöser Sinterkalk oder Kalktuff** (Abb. 13)

Diese Naturwerksteine werden derzeit in **61 Steinbrüchen** abgebaut (Abb. 14). Die jährliche Fördermenge von Rohblöcken beträgt ca. 225 000 t. Einige Natursteinbetriebe (16 im Jahr 2000) produzieren gelegentlich aus geeigneten Lagerstättenpartien auch Rohblöcke; Mengenangaben liegen dazu nicht vor.

Insbesondere aus Gründen des Denkmalschutzes werden einheimische Gesteinsrohstoffe zur Restaurierung historischer Baudenkmäler wieder verstärkt nachgefragt. Besonders hervorzuheben ist der Bedarf an Molassesandsteinen, z. B. für Kirchen in Salem und Birnau am Bodensee und für das Konstanzer

Abb. 13: Holozäner Süßwasserkalkstein (Industriebezeichnung „Travertin“) in einem Steinbruch bei Stühlingen

Münster sowie an Tephrit des Kaiserstuhls für das Breisacher Münster. Brüche, die diese Gesteine liefern könnten, werden jedoch derzeit nicht betrieben. Eine kurzzeitige Wiederinbetriebnahme alter Brüche wird mit Unterstützung der Naturschutzbehörden in einzelnen Fällen in Erwägung gezogen. Aus Kostengründen mussten in den letzten Jahren zur Restaurierung historischer Baudenkmäler verstärkt Naturwerksteine aus anderen Teilen Deutschlands oder Europas verbaut werden.

Der vorliegende erste Rohstoffbericht des Landes befasst sich im Schwerpunkt mit ausgewählten mineralischen Rohstoffen, die in größeren Mengen gewonnen und mit einem vergleichsweise großen Raumanspruch genutzt werden. Auf die Lagerstätten der Rohstoffgruppen Kiese und Sande, Kalksteine sowie die der keramischen Rohstoffe wird nachfolgend ausführlicher eingegangen.

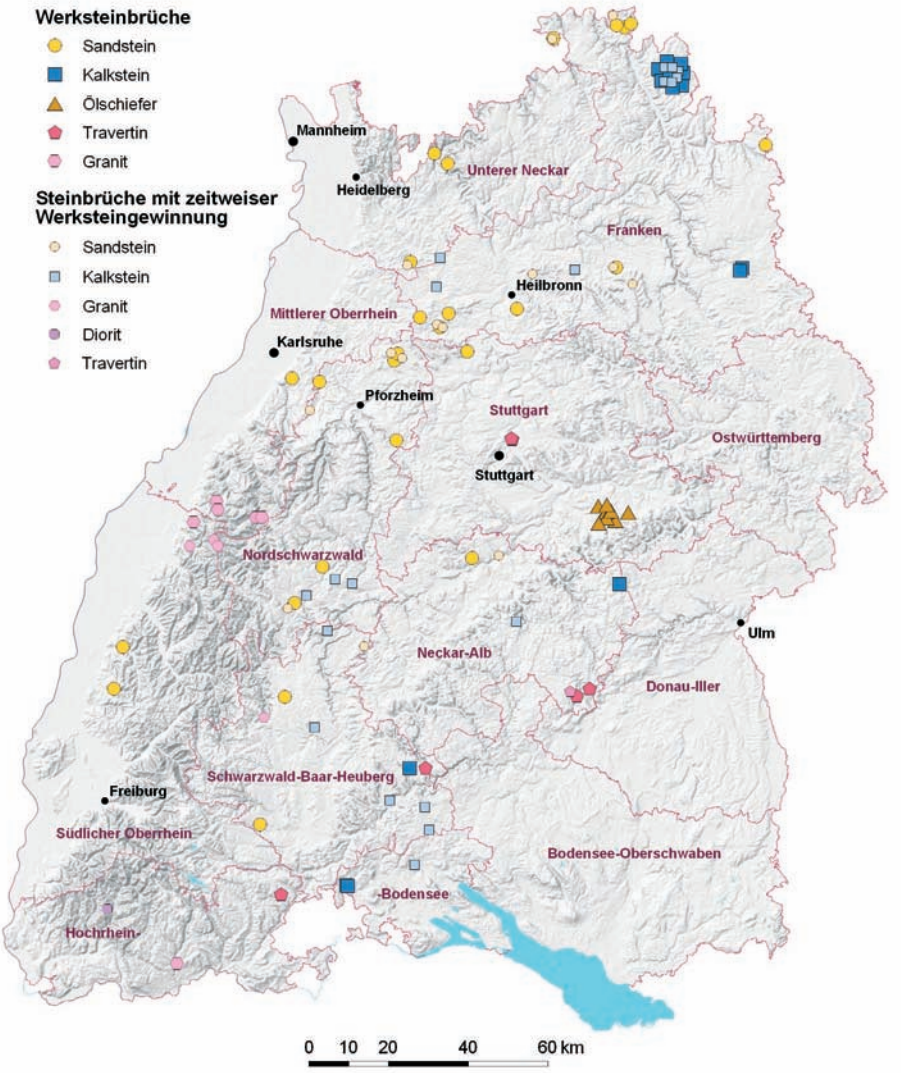

Abb. 14: Übersicht über die ständig oder zeitweise betriebenen Naturwerksteinbrüche; dargestellt sind auch 40 Steinbrüche mit gelegentlicher Werksteingewinnung (als Nebenprodukt) einschließlich solcher, in denen die Werksteingewinnung vor einigen Jahren eingestellt wurde, aber bei Bedarf erneut aufgenommen werden kann

2.2 Kiese und Sande für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag inkl. „Quarzsande“

In Südwestdeutschland treten eine Vielzahl verschiedener Vorkommen von Kiesen und Sanden auf. Die besonders quarzreichen Sandvorkommen (Abb. 16), oft als „Quarzsande“ bezeichnet, stehen meist unter Bergaufsicht (s. Kap. 4.1).

Im Grundgebirge des Schwarzwalds entstanden besonders in Bereichen von tektonischen Zerrüttungszonen durch Verwitterung tiefgründig zu eckigem Schutt zersetzte (vergruste) Gneise und Granite, die örtlich abgebaut und zu Sand und Feinkies aufbereitet werden. Mürbe Sandsteine des Unteren Buntsandsteins, des Kieselsandsteins (Coburger Sandstein) und der z. T. nur schwach verfestigte Stubensandstein des Mittleren Keupers werden heute nur noch in kleinen Abbauen gewonnen, können aber bei einer weiteren Zunahme der Nutzungskonflikte im Zusammenhang mit dem Lockergesteinsabbau von Kies am Oberrhein und im Alpenvorland wieder größere Bedeutung für die lokale Versorgung in den nördlichen und östlichen Landesteilen erlangen. Weit überwiegend werden Kiese und Sande aus den großen Lockergesteinslagerstätten des Tertiärs und Quartärs gewonnen (Abb. 1 und Abb. 15).

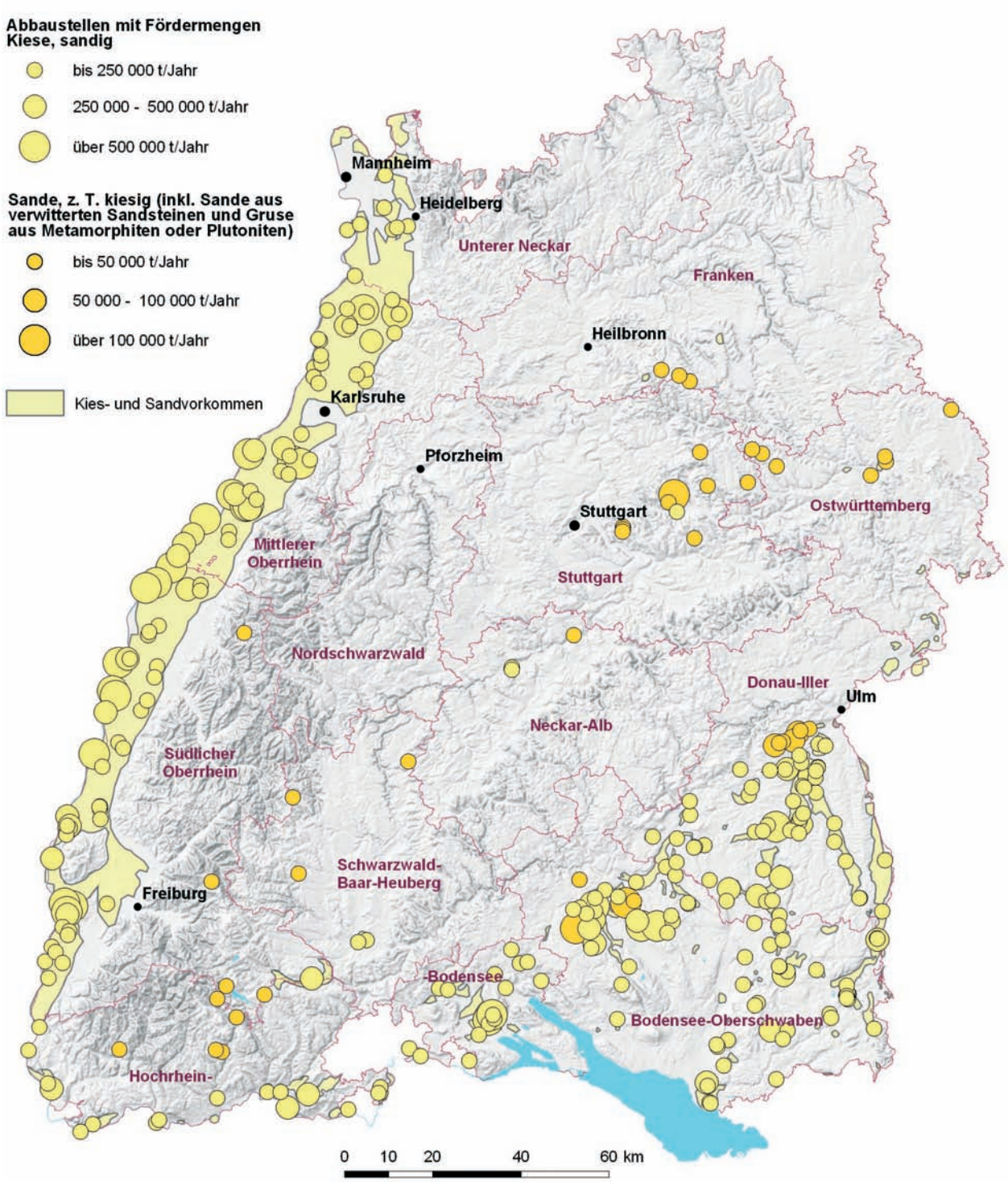

Abb. 15: Gewinnungsstellen von Kies und Sand in Baden-Württemberg, untergliedert in Größenkategorien der jährlichen Rohförderung (bezogen auf das Jahr 2000). Außerdem sind großflächige Kies- und Sandvorkommen dargestellt

Von den Lockergesteinen tertiärzeitlichen Alters werden im Molassebecken Oberschwabens die Quarzsande der südlich des Albrands gelegenen Graupensandrinne und des Grobsandzuges der Oberen Meeresmolasse genutzt. Besonders die als Grimmelfinger Graupensande (Abb. 16) bekannten feinkiesigen Grob- und Mittelsande stehen im Raum westlich von Ulm in zahlreichen Gruben in Abbau; eingesetzt werden sie für Bauzwecke ebenso wie zur Zementproduktion, Kalksandstein- und Dachziegelherstellung, als Sandstrahlsand und in der Glasindustrie.

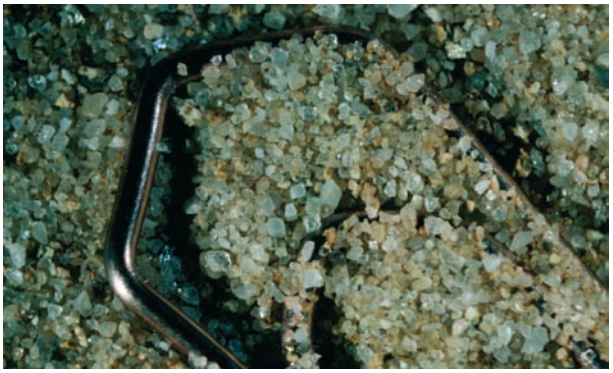

Abb. 16: Quarzsande aus den Grimmelfinger Schichten südwestlich von Ulm (mit Büroklammer zum Größenvergleich)

Die pliozänzeitlichen Ablagerungen des Oberrheingrabens bestehen aus relativ reinen Quarzsanden, die mit tonigen Schichten wechsellagern. Diese Sedimente werden beim Nassabbau der jüngeren quartärzeitlichen Kiese im Gebiet Baden-Baden–Durmersheim–Malsch gewonnen.

Das mittel- bis altpleistozänzeitliche Flusssystem der Ur-Brenz, das zur Donau entwässerte, hinterließ um Aalen im heutigen Gebiet von Kocher und Jagst die als Goldshöfer Sande bezeichneten Sedimente. Diese aus aufgearbeiteten Keupersandsteinen im Quartär entstandenen Vorkommen besitzen nur lokale Bedeutung. Das gleiche gilt für die Kies- und Sandvorkommen im Flussgebiet der oberen Donau und der Wutach. Bei den letztgenannten handelt es sich um rißzeitliche Ablagerungen aus Verwitterungsschutt des Grundgebirges beiderseits der Wutach, bei Titisee-Neustadt um solche von würmzeitlichem Alter. Der Kiesabbau entlang des Neckars ist fast ganz zum Erliegen gekommen.

Aufgrund ihrer herausragenden wirtschaftlichen Bedeutung sollen zu den großen Kies- und Sandvorkommen im Oberrheingraben und im Alpenvorland noch weitere Informationen gegeben werden. Auch künftig wird wegen der Größe und Qualität der Vorkommen der Schwerpunkt des Kies- und Sandabbaus in diesen Gebieten liegen.

Abb. 17: Fluviatile Kies- und Sandablagerungen (würmzeitliche Schotter der Klettgaurinne)

Oberrheingraben: Die quartärzeitlichen Kies- und Sandablagerungen im Oberrheingraben stellen die mächtigsten Vorkommen dieser Art in Mitteleuropa dar. Die Ablagerungen lassen sich in mehrere Kieslager und eingeschaltete feinkörnige Sedimentschichten, die sog. Zwischenhorizonte, gliedern. Die Kieslager werden vorwiegend von stark steinigen, z. T. blockigen Mittel- bis Grobkiesen sowie von Fein- bis Grobkiesen aufgebaut, deren Sandgehalt im Oberen und Mittleren Kieslager zumeist zwischen 20 und 25 % liegt. Zur Tiefe hin ist ein Übergang in stärker sandige Kiese aller Körnungen festzustellen.

Über der Kies- und Sandfolge liegen meist um 0,5 bis 2 m mächtige Deckschichten (z. B. Auenlehme, Löss); die Lössmächtigkeit nimmt zum Schwarzwaldrand hin deutlich zu und kann dort über 20 m erreichen. Die Kies- und Sandablagerungen im Oberrheingraben werden von Geröllen aufgebaut, die durch Transport in fließenden Gewässern aus dem Abtragungsschutt der Alpen, des Schweizer Juras und der Randgebirge des Oberrheingrabens (Schwarzwald, Vogesen) in den letzten 2 Mio. Jahren hervorgegan-

gen sind. Der weite Transport der Gerölle aus den Alpen bewirkte, dass vorwiegend verwitterungsbeständige Komponenten im Oberrheingraben zur Ablagerung kamen. Der hohe Anteil widerstandsfähiger Gesteine mit rund 88 % ist ein besonderes Qualitätsmerkmal der Kiese des südlichen Oberrheingrabens. Zu den außergewöhnlich hohen Kiesmächtigkeiten (bis 140 m) kam es durch die nahezu kontinuierliche Einsenkung des Oberrheingrabens zwischen den Randgebirgen in einem Zeitraum, in dem durch das wiederholte Abschmelzen der eiszeitlichen Alpengletscher große Sedimentmengen antransportiert wurden.

Alpenvorland: Während der Eiszeiten erreichten die Gletscher aus den Tälern der Alpen das oberschwäbische Alpenvorland. Sie hinterließen zwischen Alpenrand und Donau Moränensedimente und kiesig-sandige Schmelzwasserablagerungen. In den dazwischen liegenden Warmzeiten kam es zu Bodenbildungen sowie vereinzelt auch zur Entstehung von Mooren. Im Alpenvorland sind besonders die Ablagerungen der letzten beiden Vergletscherungsphasen (Würm- und Rißkomplexe) von rohstoffwirtschaftlicher Bedeutung.

Der Maximalstand des würmzeitlichen Rheingletschers, der ungefähr von der Endmoräne nachgezeichnet wird, folgt etwa der Linie Schaffhausen–Engen–Pfullendorf–Ostrach–Bad Schussenried–Bad Waldsee–Leutkirch–Isny. In den von dort ausgehenden, nach Norden (zur Donau) und nach Westen (zum Rhein) entwässernden Schotterrinnen hat sich in der Regel der Kiesabbau entwickelt. Beim Abschmelzen des Gletschers bildeten sich auch hinter der Endmoräne kleinere Schotterfelder oder -rinnen. In diesen findet heute ebenfalls Abbau statt.

Wirtschaftlich bedeutend sind ferner die jungen Kiesaufschüttungen der nach Süden zum Bodensee entwässernden Flüsse Argen und Schussen. Im Westen folgten die kiesführenden Schmelzwasserströme von Stockach über Singen dem Hochrheintal bis Basel. In der 2–3 km breiten Klettgaurinne liegen 30–60 m mächtige Kiese (vgl. Abb. 17) der Riß- und Würmeiszeiten, die ein großes Rohstoffpotenzial aufweisen. Hier führt das LGRB gegenwärtig Bohrungen zur rohstoffgeologischen Erkundung durch, deren Ergebnisse in einer KMR 50 dargestellt werden.

Aufgrund sich verschärfender Nutzungskonflikte mit dem Grundwasserschutz wird den schwerer zu gewinnenden älteren Schottern (Doppelwall-Riß- bis Haslach-Mindel-zeitliche Schotter) künftig größere Bedeutung zukommen. Diese älteren Schotter enthalten zumeist nur wenig ergiebige Grundwasservorkommen.

2.3 Natursteine für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag

Als Natursteine werden zu Bauzwecken verwendete Gesteine verstanden, die natürlicher Entstehung sind. Der Begriff verdeutlicht, dass sie von den künstlich hergestellten Steinbaustoffen (z. B. Terrazzo) unterschieden werden. Es handelt sich bei Natursteinen stets um Festgesteine, die als Primärrohstoffe zur Errichtung von Bauwerken im weitesten Sinne eingesetzt werden. Natursteine i. e. S. sind solche natürlichen Festgesteine, die im gebrochenen Zustand und aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften im Baugewerbe eingesetzt werden; hingegen werden durch den Steinmetz behauene oder geschnittene Natursteine als Naturwerksteine (Kap. 2.1) bezeichnet.

Die bedeutsamsten als Massenrohstoffe genutzten Natursteine Baden-Württembergs sind Kalksteine und Granite sowie das vulkanische Gestein Quarzporphyr. Im Bereich des **Grundgebirges von Schwarzwald und südlichem Odenwald** konzentriert sich der Abbau besonders auf die großen Granitkörper (Abb. 10). Teils wird der Granit zu Straßenbaustoffen aufbereitet, teils jedoch auch als Naturwerkstein genutzt. Von den Gneisen des Schwarzwaldes sind mehrere Varietäten, insbesondere die Diatexite, Metatexite und Orthogneise, zur Herstellung von Straßenbaustoffen geeignet.

Unter den vielfältigen **Vulkaniten** Südwestdeutschlands, von denen die ältesten ca. 330 Mio., die jüngsten 7 Mio. Jahre alt sind, sind besonders die permischen Quarzporphyre des südwestlichen Odenwalds und des Schwarzwalds als Rohstoffe für den Verkehrswegebau gefragt. Diese Gesteine treten als mächtige vulkanische Deckenergüsse (z. B. Dossenheim), als Schlotfüllungen (z. B. Weinheim) oder als Gänge (z. B. Ottenhöfen) auf. Von den tertiärzeitlichen Vulkaniten Baden-Württembergs wird heute lediglich noch der Phonolith des Kaiserstuhls abgebaut. Dieser wird nur noch in geringen Mengen zu Körnungen für den Verkehrswegebau aufbereitet; seine größte Bedeutung liegt heute in der Erzeugung hochwertiger Sonderprodukte für die Umwelttechnik, Medizin, Tierernährung, Forst- und Landwirtschaft, Glas- und Baustoffindustrie.

Kalksteinlagerstätten befinden sich in den Schichten des Unteren und Oberen Muschelkalks und des Oberjuras (Weißjuras) der Schwäbischen Alb. Die gebankten Kalksteine des **Muschelkalks**, insbesondere des Oberen oder Hauptmuschelkalks (Abb. 6),

werden in zahlreichen großen Steinbrüchen gewonnen und überwiegend zu Straßenbaumaterial, aber auch zur Zementherstellung aufbereitet. Selten werden reine Kalksteine aus dem sog. Trochitenkalk, dem tieferen 30–40 m mächtigen Abschnitt des Oberen Muschelkalks, zu Branntkalk verarbeitet.

Die jüngeren **Kalksteine des Oberjuras** sind eine weitere bedeutende Ressource für die Natursteingewinnung in Baden-Württemberg. Abgebaut werden geschichtete Kalksteine (Bankkalksteine) und massig entwickelte Schwammriffkalksteine (Massenkalksteine). Für Straßenbaumaterial besonders geeignet sind die Massenkalksteine des höheren Oberjuras (Abb. 7).

2.4 Keramische Rohstoffe

Als keramische Rohstoffe werden feinkörnige – teilweise auch verfestigte – tonmineralreiche Sedimente gewonnen. Diese Feinsedimente wurden durch Wasser-, Eis- oder Lufttransport auf sekundärer Lagerstätte im marinen oder festländischen Milieu sedimentiert. Keramische Rohstoffe auf primärer Lagerstätte, wie z. B. „in situ“ Verwitterungskörper auf Vulkaniten und Plutoniten, sind weitaus seltener.

Tone und Lehme setzen sich aus einem Mineralgemisch zusammen, das im wesentlichen aus Tonmineralen, Quarz und wenig Feldspat besteht. Tonminerale besitzen die Eigenschaft, an ihren äußeren und inneren Grenzflächen Wassermoleküle anlagern zu können. Aus diesem Verhalten gegenüber Wasser ergeben sich die für einen keramischen Rohstoff so wichtigen Eigenschaften wie Plastizität und Formbarkeit.

Art, Korngröße und Menge der Tonminerale sowie Beimengungen entscheiden über die Verwendungsmöglichkeiten des Rohstoffes. Besonders wichtig ist der Karbonatanteil. Hohe Kalkgehalte schränken die Einsatzmöglichkeiten stark ein; so sollte der Kalkgehalt der Tonrohstoffe für die Produktion von Dachziegeln unter ca. 12 %, für die von Vollziegeln unter 18 % liegen. Störende Beimengungen sind beispielsweise auch Sulfid- oder Sulfatminerale, da sie die Schwefelemissionen während des Brandes erhöhen und zu Ausblühungen führen können.

Fest- und Lockergesteine, die zur Herstellung von tonkeramischen Erzeugnissen und Ziegeleiprodukten genutzt werden können, sind in Baden-Württemberg relativ weit verbreitet. Fast die Hälfte des Abbaus von keramischen Rohstoffen geht in **Sedimenten des Quartärs** um (45 % der Abbaustellen). 36 % der Gewinnungsstellen nutzen Lösslehmablagerungen.

Feinkörnige **Sedimente des Tertiärs** bauen 26 % der Betriebe (Abb. 4), Juratone 19 % ab; die restlichen Gruben nutzen Trias- und Rotliegend-Sedimente.

Vom Ältesten zum Jüngsten aufgelistet handelt es sich um folgende Gesteine, die derzeit zur Gewinnung von keramischen Produkten abgebaut werden:

- Tonsteine des Oberrotliegenden
- Tonsteine des Oberen Buntsandsteins („Röttone“)
- Mergelsteine des Unteren Muschelkalks
- Tonige Mergelsteine der Gipskeuper-Formation und der Bunte-Mergel-Formation des Mittleren Keupers
- Tonsteine und Tone der Obtususton-Formation des Unterjuras
- Ton- und Tonmergelsteine der Opalinuston-Formation des Mitteljuras
- Ton- und Schluffsteine der Lymnäenmergel und Unteren Pechelbronner Schichten des Eo-/Oligozäns
- Tonsteine, Tonmergel und Mergel der Grauen Schichtenfolge des Oligozäns
- Tone, Tonmergel und Mergel der Unteren Süßwassermolasse (Oligozän–Miozän)
- Tone der Oberen Meeresmolasse (Miozän)
- Tone, Schluffe, Tonmergel und Mergel der Oberen Süßwassermolasse (Miozän)
- Beckentone und tonige Seesedimente des Mittel- und Jungpleistozäns
- Lehme des Holozäns (aus Verwitterung aller zuvor genannten tonigen Sedimente entstanden)

Im Jahr 2000 wurden in Baden-Württemberg von 47 Betrieben rund 1,9 Mio. t an keramischen Rohstoffen gewonnen (siehe Kap. 3.3.6). Um die erwünschten Qualitätsparameter im Rohmaterial zu erreichen, wird oftmals Lösslehm mit unterlagernden Röttonsteinen, Mergelsteinen des Unteren Muschelkalks oder mit Keupertonsteinen gemeinsam abgebaut oder es wird das Fördergut verschiedener Gruben gemischt. Die Abbaumächtigkeiten sind infolge der verschiedenartigen Gesteinsserien und Nutzungen sehr variabel und schwanken zwischen 2 und rund 50 m.