



ROHSTOFFE IN BAYERN

SITUATION

PROGNOSEN

PROGRAMM





Rohstoffe in Bayern

Situation · Prognosen · Programm

Nahezu alles, was uns im täglichen Leben umgibt, ist aus mineralischen Rohstoffen gefertigt: Bauwerke und Bauteile aller Art, Verkehrswege, Metall, Glas, Keramik, Kunststoffe. Ohne die Gewinnung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe ist unser heutiges Leben nicht vorstellbar. Jeder Einwohner Bayerns verbraucht – statistisch betrachtet – pro Jahr z. B. ca. sieben Tonnen Kies und Sand, drei Tonnen Festgestein sowie eine Tonne Lehm und Ton. Unsere heimischen Rohstoffe sind daher eine unverzichtbare Grundlage für den Erhalt und die Weiterentwicklung unserer Lebensqualität und auch unseres Wohlstandes.

„Rohstoffe in Bayern – Situation, Prognosen und Programm“ – mit diesem Titel erfolgt eine Neuauflage des Heftes „Rohstoffprogramm für Bayern“ aus dem Jahr 1978. Die Neuauflage wurde notwendig, da sich Schwerpunkte der bayerischen Rohstoffwirtschaft seitdem grundlegend gewandelt haben.

Viele der Rohstoffe, die noch in den siebziger Jahren den Mittelpunkt des Interesses bildeten, nämlich „klassische“ Rohstoffe wie Erze, Kohle, Uran und einige Industriemineralien wie Flussspat und Schwerspat, werden heute in Bayern nicht mehr abgebaut.

Heute steht vor allem die Rohstoffgruppe der Steine und Erden und der noch in Abbau befindlichen Industriemineralien im Vordergrund, häufig genug auch im Brennpunkt. Die Ursachen hierfür liegen vor allem in der Flächenbeanspruchung des Landes durch solche Belange, die zur Gewinnung von Rohstoffen in Konkurrenz stehen.

Wesentliche Flächenansprüche leiten sich aus der Entwicklung von Räumen ab, die für Siedlung, Gewerbe, Verkehrswege und Versorgungsleitungen benötigt werden. Vor allem aber steht die Ausweisung zahlreicher Gebiete mit Schutzfunktionen der Nutzung von Rohstoffen entgegen. Hierzu gehören insbesondere die Schutzinteressen aus dem Bereich Natur und Landschaft sowie Grund- und Trinkwasser.

Bayern verfügt über eine besonders große Vielfalt nutzbarer Gesteine und Rohstoffe, darunter auch solche, die selten, weithin einmalig und damit von besonderem Wert sind.

Bayern ist mit ca. 150 Mio t Jahresförderung unterschiedlichster Rohstoffe zusammen mit Nordrhein-Westfalen der bedeutendste Produzent der Bundesrepublik Deutschland. Oberflächennahe mineralische Rohstoffe, wie z. B. Kies und Sand, Festgesteine, Tone und Lehme sowie einige Industriemineralien sind unentbehrlich für viele Industriezweige. Hier sind alle Bereiche der Bauindustrie aber auch viele andere Branchen wie die keramische Industrie, die Naturwerksteinindustrie, die Glasindustrie, Bereiche der chemischen Industrie oder die Papierindustrie zu nennen.

Auf dem Sektor der lebensnotwendigen Energierohstoffe hat sich in Bayern seit 1978 ebenfalls ein entscheidender Wandel vollzogen. Die Erdgas- und Erdölförderung hat sehr stark abgenommen. Zukunftsweisend sind dagegen die Anschlussnutzungen in den ausgeförderten Erdgas- und Erdöllagerstätten als unterirdische Gasspeicher und die verstärkte Erschließung der bayerischen Erdwärmevorkommen.

Rohstoffgewinnung ist notwendig und unverzichtbar. Die gesicherte Versorgung des Landes mit Rohstoffen liegt im öffentlichen Interesse. Sie unterliegt damit auch staatlicher Vorsorge.



Dr. Otto Wiesheu
Bayerischer Staatsminister
für Wirtschaft, Verkehr
und Technologie



Hans Spitzner
Staatssekretär
im Bayerischen Staatsministerium für
Wirtschaft, Verkehr und Technologie

Hinweis:

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben von parteipolitischen Informationen oder Werbemitteln. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden.

Impressum

Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Verkehr und Technologie
Referat „Bergwesen, mineralische Rohstoffe und Bergaufsicht“

Postanschrift: 80525 München

Hausadresse: Prinzregentenstr. 28, 80538 München

Tel.: 0 89/21 62-2303
0 89/21 62-01

Fax: 0 89/21 62-3599
0 89/21 62-2760

E-Mail: info@stmwvt.bayern.de
poststelle@stmwvt.bayern.de

Internet: <http://www.stmwvt.bayern.de>

5/2002

1	Einführung	7
2	Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Rohstoffe in Bayern	8
2.1	Mineralische Rohstoffe	8
2.1.1	Gewinnung und Verarbeitung	8
2.1.2	Betriebs- und Wettbewerbsstrukturen	17
2.2	Energierohstoffe	19
3	Lagerstätten und Rohstoffwirtschaft in Bayern	20
3.1	Mineralische Rohstoffe	21
3.1.1	Lagerstätten und Vorkommen, Verwendung	21
3.1.1.1	Festgesteine	21
3.1.1.2	Sand und Kies	31
3.1.1.3	Lehme und Tone (Keramische Rohstoffe)	38
3.1.1.4	Industrieminerale	43
3.1.2	Rohstoffströme	49
3.1.3	Bedarf und Vorräte	55
3.1.3.1	Gesamtprognose bis 2010	55
3.1.3.2	Prognosen für die einzelnen Rohstoffe	57
3.1.4	Rohstoffgeologische Landesaufnahme – Aktivitäten und Programm zur mittel- und langfristigen Rohstofferkundung	64
3.2	Energierohstoffe	71
3.2.1	Erdöl- und Erdgaslagerstätten	71
3.2.1.1	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	71
3.2.1.2	Programm zur Erkundung und künftigen Nutzung von Erdöl- und Erdgaslagerstätten	73
3.2.2	Natürliche Gasspeicher	74
3.2.3	Erdwärme	76
3.2.3.1	Vorkommen, Aufsuchung und Gewinnung	76
3.2.3.2	Abschätzung des Energiepotenzials im Molassebecken	80
3.2.3.3	Fördermöglichkeiten und Maßnahmen des Staates	82

4	Rohstoffsicherung, Umweltschutz, Nachhaltigkeit	84
4.1	Rohstoffsicherung in der Regionalplanung	84
4.1.1	Rechtliche Grundlagen	84
4.1.2	Rohstoffsicherung als Zukunftsvorsorge	85
4.1.3	Erfahrungen und Zielkonflikte	86
4.1.3.1	Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten	86
4.1.3.2	Natur und Landschaft	89
4.1.3.3	Grundwasser und Trinkwasser	94
4.2	Nachhaltigkeit und Rohstoffgewinnung	96
4.2.1	Grundsätzliches	96
4.2.2	Aspekte für eine nachhaltige Rohstoffsicherung	97
4.2.3	Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs	102
<hr/>		
5	Genehmigungsrecht	103
5.1	Bergrecht	103
5.2	Abgrabungsrecht	106
5.3	Wasserrecht	106
5.4	Immissionsschutzrecht	107
5.5	Forstrecht	108
5.6	Naturschutzrecht	108
5.7	Bodenschutzrecht	109
5.8	Sonstige Rechtsvorschriften	110
5.9	Optimierungsgebote der Verwaltung	111
<hr/>		
6	Zusammenfassung	112

1 Einführung

In den fünfziger und sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, der Zeit raschen wirtschaftlichen Aufstiegs und starker Bautätigkeit nach dem 2. Weltkrieg, war die Gewinnung von Bodenschätzen, also geogenen Rohstoffen, selbstverständliche Notwendigkeit. Baustoffe und Industriemineralien konnten ohne wesentliche Einschränkungen und Vorbehalte je nach Bedarf abgebaut werden. Die Mitte der siebziger Jahre einsetzende Regionalplanung war eine Reaktion auf steigende Flächenbeanspruchung durch verschiedene Belange, vor allem aber auch auf steigendes Umweltbewusstsein. Räume und Flächen wurden und werden verschiedenen Beanspruchungen, vor allem Siedlung und Verkehr, Natur und Landschaft, Wasser, Wald, Landwirtschaft und Rohstoffnutzung zugeordnet und mit spezifischem Vorrang oder Schutzstatus versehen. Damit sind die Konflikte zwischen den jeweiligen Belangen – auch für den Abbau von Rohstoffen – häufiger geworden.

Die Nutzung der in Bayern vorkommenden Rohstoffe ist wesentliche Grundlage für die Wahrung unserer Lebensqualität. Für die Entwicklung des Landes ist die Sicherung heimischer Rohstoffe unverzichtbar. Daher hat die Regionalplanung unter anderem die Aufgabe, die Rohstoffversorgung gemäß dem regionalen und überregionalen Bedarf zu sichern sowie die Rohstoffgewinnung zu ordnen und zu koordinieren, d. h. diese mit den Belangen anderer Fachbereiche abzustimmen und die Folgefunktionen festzulegen.

Im Folgenden wird zuerst ein Statusbericht zur Gewinnung und Sicherung von Rohstoffen gegeben. Aus der dargelegten Situation ergeben sich Schlussfolgerungen für eine am Grundsatz der Nachhaltigkeit orientierte Rohstoffsicherung, die geeignet sind, die Sicherung der Rohstoffversorgung durch heimische Rohstoffe auch künftig im erforderlichen Umfang bei sparsamem Umgang mit Grund und Boden und in umweltverträglicher Weise sicherzustellen.

Der Ministerrat hat auf seiner Sitzung vom 12. März 2002 diese Neuauflage des Bayerischen Rohstoffprogramms zustimmend zur Kenntnis genommen.

2 Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Rohstoffe in Bayern

Als Rohstoffe sind im Folgenden **Bodenschätze** zu verstehen, die dem Untergrund entnommen werden. Dementsprechend werden nachwachsende Rohstoffe, wie z. B. Holz in diesem Programm nicht behandelt. Die Rohstoffe werden hier eingeteilt in:

- **Mineralische Rohstoffe** (Erze, Industriemineraie, Steine und Erden) sowie in
- **Energierohstoffe** (z. B. Kohle, Erdöl und Erdgas, Uran sowie Erdwärme).

Gewinnung und Nutzung von Bodenschätzen zählen wie die Erzeugung von Nahrung und nachwachsenden Rohstoffen zur „Urproduktion“.

In kaum einem Land sind alle benötigten Rohstoffe vorhanden bzw. wirtschaftlich gewinnbar. Solche, die nicht im Inland verfügbar sind, müssen eingeführt werden, beeinflussen die Leistungsbilanz eines Landes und machen seine Volkswirtschaft abhängig. Zwar unterliegt auch die Gewinnung heimischer Rohstoffe den Bedingungen des Marktes und den Regeln der Verfügbarkeit, jedoch bietet ihre Nutzung wesentliche Vorteile und ist größtenteils sogar unverzichtbare Notwendigkeit. Die Verarbeitung heimischer Rohstoffe besitzt gerade in Bayern naturbedingt eine lange Tradition.

Neben der Gewinnung weit verbreiteter Massenrohstoffe und ihrer **Verarbeitung für den Baubereich** gibt es vielfältige Industriezweige, die in großem Umfang heimische Rohstoffe nutzen, wie z. B. die:

- **Keramische Industrie,**
- **Naturwerksteinindustrie,**
- **Glasindustrie,**
- **Sparten der chemischen Industrie,**
- **Papierindustrie,**
- **Stahlindustrie.**

Heimische Rohstoffe können verbrauchernah und kostengünstig gewonnen werden. Der Import mineralischer Rohstoffe ist in Bayern mengenmäßig gering und erfolgt in der Regel nur dort, wo eigene Potenziale und spezielle Qualitäten nicht verfügbar oder wirtschaftlich gewinnbar sind.

2.1 Mineralische Rohstoffe

2.1.1 Gewinnung und Verarbeitung

Bayern verfügt bei den mineralischen Rohstoffen über erhebliche Vorkommen an sogenannten Steine- und Erden-Rohstoffen sowie an speziellen Industriemineralen. Typische Steine- und Erden-Rohstoffe sind in Bayern die mengenmäßig bedeutenden und weit verbreiteten Rohstoffe (Massenrohstoffe) Sand und Kies, Natursteine, Lehm und Ton, Zementrohstoffe und Kalk, aber auch die weniger verbreiteten Naturwerksteine und Gips. Zu den speziellen Industriemineralen zählen in Bayern mineralische Rohstoffe, wie z. B. Bentonit, Kaolin, Feldspat und Feldspatsande, Quarz und Quarzsand, Kieselerde oder Speckstein und die im Bergbau gewonnenen Rohstoffe Salz und Sole sowie Graphit.

Mit einer Jahresförderung von ca. 150 Mio t oberflächennaher mineralischer Rohstoffe (Tab. 1) erbringt Bayern ca. 20% der gesamten Förderung der Bundesrepublik Deutschland und ist damit in der Sparte der Steine- und Erden-Rohstoffe zusammen mit Nordrhein-Westfalen das mengen-

mäßig größte Förderland. Für diesen hohen Anteil Bayerns an der Gesamtproduktion innerhalb der Bundesrepublik Deutschland sind folgende Gründe maßgebend:

- Die Rohstoffe der Steine und Erden sind unter anderem als Massenerohstoffe generell flächenhaft verbreitet. Bayern ist innerhalb der Bundesrepublik Deutschland mit ca. 19,7% Flächenanteil der größte Flächenstaat. Diesem Anteil entspricht in etwa der Mengenanteil der Produktion Bayerns an Steine- und Erden-Rohstoffen in der Bundesrepublik Deutschland.
- Bayern verfügt in der Bundesrepublik Deutschland zahlenmäßig über die meisten Gewinnungs- und Verarbeitungsbetriebe auf dem Sektor der Steine- und Erden-Rohstoffe sowie der Industriemineralien. Dies ist vor allem begründet im Reichtum Bayerns an vielfältigen, teilweise auch seltenen bis einmaligen Lagerstätten, mit denen die Verarbeitungsbetriebe in engem räumlichen Zusammenhang stehen. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass Rohstoffverfügbarkeit und kostengünstige Transportwege wesentliche wirtschaftliche Kriterien der Verarbeitungsindustrie mineralischer Rohstoffe sind.

Tab. 1: **Gewinnung und Jahresabbaufäche oberflächennaher mineralischer Rohstoffe in Bayern 1999**

(Quelle: Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V.)

Mineralischer Rohstoff	Jahresfördermenge (Mio t)	Jahresabbaufäche (ha)^{*)}
Sand und Kies	83,6	631
Naturstein	35,0	60
Lehm und Ton	10,0	80
Zementrohstoff	8,64	9
Quarz und Quarzsand	5,63	37
Kalk	3,1	3,5
Spezialton	1,14	13
Gips und Anhydrit	1,03	10
Pegmatitsand	0,635	4
Bentonit	0,51	22
Kaolin	0,40 ^{**)}	2
Juramarmor und Solnhofener Natursteinsplatten	0,28	11
Granit	0,11	2
Feldspat und Feldspatkonzentrat	0,10	0,2
Kieselerde	0,05	2
Muschelkalk und Sandstein	0,046	0,8
Marmor und Kalkstein	0,032	0,3
Trass	0,019	2
Speckstein, Talk und Grünstein	0,009	0,1
Farberde	0,004	0,1
Gesamt	150,335	890,0

^{*)}: Jahresabbaufäche: Fläche, die jährlich für den Abbau benötigt wird

^{**)} : hierin nicht enthalten: Quarzsand- und Feldspatanteile bei der Kaolingewinnung

Zu den mineralischen Rohstoffen zählen auch die im Untertagebergbau oder durch Bohrungen gewonnenen Bodenschätze, wie insbesondere die Industrieminerale Salz und Sole sowie Graphit. Die Salzproduktion aus der Saline Bad Reichenhall, die die gewonnene Sole aus dem Salzbergwerk Berchtesgaden und den Solebohrungen in Bad Reichenhall verarbeitet, liegt bei ca. 240.000 t im Jahr.

Hinzu kommt die Soleförderung von Solebohrungen zu balneologischen und medizinischen Zwecken durch mehrere bayerische Bäder. Diese Soleförderung entspricht im Jahr umgerechnet ca. 8.000 t Salz.

Graphitbergbau wird in Kropfmühl bei Passau betrieben. Die jährliche Förderung an Graphitkonzentrat liegt bei ca. 800 t.

Bergbau auf metallische Rohstoffe wie Eisenerz, Kupfer, Zinn, Zink, Wolfram, Silber oder Gold findet in Bayern nicht mehr statt. Im internationalen Vergleich sind die bekannten Vorkommen wirtschaftlich nicht gewinnbar.

● **Steine- und Erden-Rohstoffe**

Zur Gruppe der Steine- und Erden-Rohstoffe gehören die Fest- und Lockergesteine, die wegen ihrer physikalisch-technischen Eigenschaften hauptsächlich in der Bauwirtschaft verwendet werden. Ohne ihren Einsatz wären beispielsweise Hoch- und Tiefbau undenkbar.

– **Sand und Kies**

Bei einer jährlichen Gesamtproduktion von rund 85 Mio t ist die **bayerische Sand- und Kiesindustrie** der mengenmäßig bedeutendste Zweig der bayerischen Rohstoffgewinnung. Insgesamt liegt der Jahresumsatz bei etwas mehr als 500 Mio Euro. Sand und Kies sind als typische Baurohstoffe für die bayerische Bauwirtschaft unverzichtbar.

– **Natursteine und Naturwerksteine**

Die Naturstein- und Naturwerksteinindustrie gewinnt und verarbeitet Festgesteine. Festgesteine sind z. B. Granite, Gneise, Gesteine vulkanischen Ursprungs, wie Diabase und Basalte, Kalk- und Dolomitsteine, Sandsteine oder der spezielle Riestrass (Suevit).

Die **Natursteinindustrie** fördert ca. 35 Mio t/Jahr an **gebrochenem Festgestein** und steht damit mengenmäßig an zweiter Stelle der bayerischen Rohstoffgewinnung. Insgesamt liegt der Umsatz bei etwas mehr als 260 Mio Euro. Mit einem Anteil von ca. 17% trägt die bayerische Natursteinindustrie überproportional zur Gesamtgewinnung in Deutschland bei. Die Aufbereitung des durch Sprengen gewonnenen Festgesteins zu gebrochenen Produkten, wie Schotter, Splitt, Brechsand, Gleisbettungsschotter und Bruchsteinen in Blockgröße (Schroppen) belegen ihr weites Einsatzfeld insbesondere als Beton- und Asphaltzugschlagstoffe sowie im Straßen- und Wasserbau.

Naturwerksteine zeichnen sich im Gegensatz zu den Natursteinen durch besondere Gesteinseigenschaften aus. Für die Eignung als Naturwerksteine müssen die aus dem Festgestein gelösten **Rohblöcke** so beschaffen sein, dass man diese in vielfältiger Weise zu **Werkstücken**, z.B. für die Bauwerksverkleidung, zu Bodenplatten, aber auch für **Steinmetz- und Bildhauerarbeiten** verarbeiten kann. Im Gegensatz zu Natursteinen werden Naturwerksteine in der Regel nicht gesprengt, sondern aus dem Gesteinsverband mechanisch gelöst oder herausgesägt. Vorkommen, die sich für Werksteingewinnung eignen, sind trotz der weiten Verbreitung von Festgesteinen in Bayern größtenteils selten und besonders wertvoll. Die jährliche Förderung in Bayern liegt bei ca. 0,4 Mio t. **Ca. 80% des Bedarfs an Rohblöcken der bayerischen Naturwerksteinindustrie werden allerdings importiert.** Diese hohe Importquote resultiert zum einen aus den besonderen Nachfragewünschen der Kunden nach Farbe und Struktur, die aus dem heimischen Angebot nur bedingt gedeckt werden können und zum anderen aus preisgünstigen Angeboten ausländischer Werksteine, so z. B. aus Italien, Skandinavien, Spanien, Russland, Südafrika, Indien oder China.

Die Verwendung von heimischem Naturwerkstein besitzt in Bayern lange Tradition. Gebunden an die natürlichen Vorkommen haben sich mehrere Zentren der Steingewinnung und -verarbeitung herausgebildet, deren Produkte überregionale und über die nationalen Grenzen hinausgehende Bedeutung haben. Auch für die Erhaltung historischer Bausubstanz in der Denkmalpflege sind heimische Werksteine unverzichtbar. Diese verbinden Landschaft und Siedlung in traditioneller Weise und sind somit auch ein wesentliches Merkmal der vom Menschen geprägten Kulturlandschaft.

– Lehm und Ton

Ebenfalls von herausragender Bedeutung ist die **bayerische Ziegelindustrie** mit einer Produktion von ca. 10 Mio t pro Jahr an **Lehm und Ton** als Rohstoffe zur Herstellung verschiedener Ziegelprodukte. Der Stellenwert der für diese Produktion notwendigen heimischen Rohstoffe Lehm und Ton lässt sich z. B. daran ermessen, dass im Schnitt der letzten Jahre in Bayern pro Jahr ca. 1,94 Mrd Stück an Mauerziegeln und ca. 354 Mio Stück an Dachziegeln hergestellt wurden. Der Marktanteil des Ziegels an den gemauerten Wänden („aufgehendes Mauerwerk“) beträgt in Bayern mehr als 70%. Die bayerische Ziegelindustrie verfügt im deutschen Raum über eine herausragende Position. So entfallen von den gut 300 Produktionsstandorten in Deutschland ca. 90 Betriebe – das sind ca. 30% – auf Bayern. Von einem Gesamtumsatz in Deutschland von ca. 1,79 Mrd Euro hat Bayern einen Anteil von ca. 0,51 Mrd Euro. Neben dem lokalen Markt wird für die Ziegelindustrie auch der gesamte regionale, teilweise über Bayern hinausgehende Markt immer bedeutsamer.

– Gips, Zementrohstoffe und Kalk

Mit einer Jahresförderung von durchschnittlich ca. 1 Mio t an Gips und Anhydrit bildet **Bayern einen Schwerpunkt der deutschen Gips-gewinnung**. Der Anteil an Naturgips bei der Gipsverarbeitung beträgt ca. 50%. Die Produktpalette aus Naturgipsen ist vielfältig: Den Hauptteil bilden Baugipse, Gipsplatten oder Zementzuschlagstoffe. Ein geringerer Teil wird zu Estrichen und anderen Spezialgipsen verarbeitet.

Die Gewinnung von ca. 9 Mio t **Zementrohstoffen** konzentriert sich auf wenige Stellen in Bayern; die Rohstoffvorkommen besitzen aber generell weite Verbreitung. Ihre Verarbeitung findet ausschließlich in unmittelbarer Nähe der Gewinnung statt.

Mengenmäßig geringer (ca. 3 Mio t), aber nicht weniger bedeutend ist die Herstellung von **gebranntem Kalk**, dessen Ausgangsgestein möglichst reine Kalksteine bilden, die in Bayern relativ häufig vorkommen. Kalk ist ein weit verbreiteter Grundstoff, der in vielen Industriezweigen, insbesondere im Baugewerbe, in der Baustoffindustrie, in der Eisen- und Stahlindustrie, in der Papierindustrie, in der chemischen Industrie, im Umweltschutz sowie in der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt wird.

● Industrieminерale

Spezielle **Industrieminерale** wie Kaolin, Feldspat und feldspatführende Sande (Pegmatitsande), Bentonit, Speckstein, Kieselerde, Quarz und hochwertige Quarzsande sowie Salz und Graphit sind Ausgangs- und Prozessstoffe für die bayerische Glas-, Keramik-, Papier-, Chemie- und Elektroindustrie sowie für den Umweltschutz. Bayern verfügt in Deutschland bei Kaolin, Bentonit, Graphit und Kieselerde über eine herausragende Position:

Folgende Beispiele belegen dies:

- 67% der deutschen Kaolingewinnung stammen aus dem Revier um Hirschau-Schnaittenbach und Tirschenreuth in der Oberpfalz.
- 100% der deutschen Bentonitgewinnung entstammen dem Gebiet um Landshut-Mainburg.
- Das einzige Graphitbergwerk Deutschlands wird in Kropfmühl bei Hauzenberg in Niederbayern betrieben.
- Kieselerde ist in seiner Art weltweit einmalig. Diese bedeutenden Lagerstätten liegen bei Neuburg an der Donau in Oberbayern.

Im Gegensatz zu den meisten Steine- und Erden-Rohstoffen (sogenannte Massenrohstoffe) – deren Absatzmarkt zum überwiegenden Teil regional begrenzt ist – werden einige Industrieminерale, wie z. B. Kaolin, Bentonit, Salz oder Graphit international angeboten. Der starke Wettbewerb führt kontinuierlich zu erheblichen Investitionen in Forschung und Entwicklung neuer Produkte sowie in moderne Aufbereitungs- und Weiterverarbei-

tungsanlagen. Die bayerischen Unternehmen haben sich auf dem Sektor der Aufbereitung und Verarbeitung von Industriemineralen eine technologische Spitzenstellung auf dem Weltmarkt erarbeitet.

● **Volkswirtschaftlicher Bedarf**

Der Bedarf an heimischen mineralischen Rohstoffen ist ein Gradmesser für ihre volkswirtschaftliche Bedeutung. Bezogen auf jeden Bürger Bayerns ergibt sich, gemessen an der Förderung pro Kopf und Jahr, folgender durchschnittlicher Bedarf an mineralischen Rohstoffen:

- 7.000 kg Sand und Kies,
- 2.900 kg Naturstein,
- 830 kg Lehm und Ton,
- 720 kg Zementrohstoff,
- 625 kg Industriemineralien,
- 250 kg Kalk,
- 85 kg Naturgips und Anhydrit,
- 30 kg Naturwerksteine.

Über die Bedarfsdeckung aus diesen Primärrohstoffen hinaus ist auch die Gewinnung von sogenannten Sekundärrohstoffen von Bedeutung. Der Anteil der Sekundärrohstoffe für den Baubereich – das sind überwiegend diejenigen mineralischen Rohstoffe, die aus Straßenaufbruch und Bauschutt gewonnen werden – liegt in Bayern bei ca. 650 kg pro Einwohner und Jahr. Durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen ergibt sich in eingeschränktem Maße ein Substitutionspotenzial für die Gewinnung der geogenen mineralischen Rohstoffe, das im Sinne nachhaltiger Entwicklung möglichst weiter ausgebaut werden sollte.

● **Statistische Erhebungen zu Gewinnung und Verarbeitung: Betriebe, Beschäftigte und Umsatz**

Beschäftigte in Gewinnung und Verarbeitung, der jeweilige Jahresumsatz sowie die Zahl der Betriebe werden im Folgenden nach den Statistiken des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung aufgeführt. Bei den Betrieben wird generell unterschieden zwischen Betrieben von Unternehmen mit 20 oder mehr Beschäftigten und sogenannten industriellen Kleinbetrieben von Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten (ohne Handwerksbetriebe). Die Beschäftigtenzahlen beziehen sich auf Stand September 2000, der Jahresumsatz auf Stand September 1999. Die Tabellen 2 bis 5 stellen Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe nach Betrieben, Beschäftigten und Jahresumsatz dar.

– Betriebe mit reiner Gewinnung und Aufbereitung mineralischer Rohstoffe

Tab. 2: **Betriebe mit Gewinnung und Aufbereitung von mineralischen Rohstoffen (ohne Verarbeitung); die Einteilung der Rohstoffarten entspricht der Nomenklatur der Statistik.**

ROHSTOFFE	Beschäftigte	Anzahl der Betriebe mit über 20 Beschäftigten	Anzahl der industriellen Kleinbetriebe	Jahresumsatz in Mio Euro
Naturwerksteine (Blockware und Zwischenprodukte)	316 ^{*)}	13	23	28,6
Kalk-, Dolomit, Gips- und Anhydritstein	159 ^{*)**)}	14	4	23,5 ⁾
Kies und Sand, gebrochene Natursteine	5.993 ^{*)}	274	235	820,1
Ton und Kaolin (incl. Bentonit und Lehm)	1.393	14	13	131,4
Chemische und Düngemittelminerale (inkl. Farberden), Salz und Sole, Steine und Erden anderweitig nicht genannt, sonstiger Bergbau (inkl. Kiesel-erde, Quarz, Graphit, Speckstein und Feldspat)	676 ⁾	9	27	84,4 ⁾

⁾: aus Datenschutzgründen ohne industrielle Kleinbetriebe

^{*)}: Abschneidegrenze bei 10 Beschäftigten

^{**)}: nur Gewinnung

Insgesamt ergibt sich für den Bereich der Gewinnung und Aufbereitung mineralischer Rohstoffe:

Beschäftigte:	8.537
Betriebe:	626
Umsatz:	1,088 Mrd Euro

– Betriebe mit Verarbeitung mineralischer Rohstoffe

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Rohstoffgewinnung zeigt sich bei den Wirtschaftszweigen, die auf eine verbrauchernahe, zuverlässige, qualitativ hochwertige und kostengünstige Versorgung mit Rohstoffen angewiesen sind.

Dies ist insbesondere der in Tab. 3 aufgeführte verarbeitende Bereich. In dieser Tabelle werden Industriezweige aufgeführt, die in **engem Zusammenhang mit der unmittelbaren Rohstoffgewinnung** stehen und bei der Produktherstellung **in sehr großem Umfang mineralische Rohstoffe** verarbeiten.

Diese Betriebe verarbeiten hierbei weitgehend heimische Rohstoffe, beziehen zum Teil aber auch Rohstoffe aus Lagerstätten außerhalb Bayerns.

Tab. 3 beinhaltet nach den Vorgaben der statistischen Meldungen in geringem Maße auch Betriebe mit Verarbeitung **und** standortbezogener Gewinnung und Aufbereitung. Hierbei gibt es allerdings keine Überschneidungen mit Tab. 2.

Tab. 3: **Betriebe mit Verarbeitung mineralischer Rohstoffe**

Produkt-Bereich	Beschäftigte	Anzahl der Betriebe über 20 Beschäftigte	Anzahl der industriellen Kleinbetriebe	Jahresumsatz in Mio Euro
Herstellung von Flachglas	756	5	0	146,2
Herstellung von Hohlglas	5.652	25	11	610,5
Herstellung, Veredlung und Verarbeitung von sonstigem Glas einschließlich technischen Glaswaren	2.862	16	59	215,2
Herstellung von keramischen Haushaltswaren und Ziergegenständen	9.382	36	23	609,5
Herstellung von: Isolatoren und Isolierteilen aus Keramik, keramischen Erzeugnissen für sonstige technische Zwecke, keramischen Erzeugnissen a.n.g., feuerfesten keramischen Werkstoffen	7.325 ^{*)}	35	14	408,5 ^{*)}
Herstellung von keramischen Wand- und Bodenfliesen und -platten	865 ^{*)}	6	3	79,2 ^{*)}
Ziegelei, Herstellung von sonstiger Baukeramik	4.676	60	35	620,2
Herstellung von: Glasfaser, Zement, Kalk, gebranntem Gips, Erzeugnissen aus Beton, Zement und Gips a.n.g.	3.187 ^{*)}	26	10	664,2 ^{*)}
Herstellung von Betonerzeugnissen für den Bau und von Kalksandsteinen	11.711	158	95	1.405,5
Herstellung von Gipserzeugnissen für den Bau	450 ^{*)}	3	2	57,8 ^{*)}
Herstellung von Transportbeton	3.576	225	87	842,1
Herstellung von Mörtel	2.210	23	17	414,7
Herstellung von Faserzementwaren	468	6	0	92,5
Be- und Verarbeitung von Natursteinen a.n.g.	3.524	69	62	342,0
Herstellung von Mühlsteinen, Steinen zum Zerfasern, Poliersteinen und Schleifwerkzeugen	970	7	9	117,1
Herstellung von Mineralerzeugnissen a.n.g.	2.633	13	8	679,0

*): aus Datenschutzgründen ohne industrielle Kleinbetriebe;
a.n.g.: anderweitig nicht genannt

Insgesamt ergibt sich für den verarbeitenden Bereich:

Beschäftigte:	60.247
Betriebe:	1.148
Umsatz:	7,304 Mrd Euro

Ein Beispiel für die Bedeutung der Verarbeitung heimischer Rohstoffe ist die bayerische **Glasindustrie**:

So sind beispielsweise die heimischen Quarz-Rohstoffe (Quarz und Quarzsand) für die **Glasindustrie** eine unverzichtbare Rohstoffbasis. Insbesondere die Herstellung von Flachglas basiert fast ausschließlich auf bayerischen Rohstoffen. Auch die Hohlglasindustrie (Behälterglas) verarbeitet vorwiegend bayerische Rohstoffe. Die Statistik schließt allerdings auch die Verarbeitung von Recyclingglas mit ein. Die Hersteller von Bleikristallglas und technischen Glaswaren greifen ebenfalls in großem Umfang auf heimische Rohstoffe zurück.

– Bauindustrie

Heimische Rohstoffe sind in den meisten Branchen unverzichtbar. Vor allem die Bauindustrie ist auf eine verbrauchernahe und kostengünstige Versorgung mit Rohstoffen angewiesen. Die Versorgung mit mineralischen Rohstoffen kann mengenmäßig zum größten Teil aus heimischen Lagerstätten sichergestellt werden. 90% der geförderten mineralischen Rohstoffe finden ihre Verwendung als Baustoffe in der Bauindustrie. Die Bauindustrie steht somit in unmittelbarem Zusammenhang mit der Gewinnung und Verarbeitung von mineralischen Rohstoffen.

Tab. 4: **Beschäftigte und Umsatz in der bayerischen Bauindustrie**

(Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, 2000);

Bauhauptgewerbe: Vorbereitende Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbau nach WEZ 93 ab 20 Beschäftigten und mehr; Bau-Ausbaugewerbe: Bauinstallation und sonstiges Baugewerbe nach WEZ 93 (WEZ 93: Klassifikation der Wirtschaftszweige Ausgabe 1993) ab 20 Beschäftigten und mehr

Bereich	Beschäftigte	Umsatz in Mio Euro
Bauhauptgewerbe	174.000	17.843,6
Bau-Ausbaugewerbe	55.000	5.017,3
Summe Bauindustrie	229.000	22.860,9

● Schlussfolgerungen

Die unmittelbare Gewinnung von mineralischen Rohstoffen (Tab. 2) fällt zwar hinsichtlich Umsatz und Arbeitsplätzen weniger ins Gewicht; sie hat jedoch für den verarbeitenden Bereich und die damit in Zusammenhang stehenden Wirtschaftszweige eine **herausragende Schlüsselfunktion**. Statistisch gesehen fallen auf einen Arbeitsplatz in der Gewinnung und Aufbereitung mineralischer Rohstoffe ca. 35 Arbeitsplätze in den damit in engem Zusammenhang stehenden Wirtschaftsbereichen der Tabellen 3 und 4.

Insgesamt sind mit der bayerischen Rohstoffwirtschaft aus Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe somit ca. 300.000 Arbeitsplätze bei einem Umsatz von ca. 31,2 Mrd Euro verbunden. Dies entspricht ca. 8,9% des nominalen Bruttoinlandsproduktes 2000 in Bayern.

2.1.2 Betriebs- und Wettbewerbsstrukturen

● Betriebsstrukturen

Die bayerische Rohstoffwirtschaft, bestehend aus der Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe, ist ausgesprochen **klein bis mittelständisch strukturiert**. Unter Berücksichtigung der statistisch ausgewiesenen Kleinbetriebe ergibt sich im Gewinnungsbereich eine durchschnittliche Strukturgröße von ca. 14 Beschäftigten pro Betrieb. Für den Verarbeitungsbereich ergibt sich ein Durchschnitt von 53 Beschäftigten pro Betrieb.

Tab. 5: **Betriebe, Beschäftigte und Umsatz je Betrieb**

(Quelle: zusammengefasst aus den Statistiken des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung)

	Betriebe	Beschäftigte je Betrieb im Durchschnitt	Durchschnittlicher Jahresumsatz je Betrieb in Mio Euro
Gewinnung und Aufbereitung von mineralischen Rohstoffen (vgl. Tabelle 2)	626	14	1,74
Verarbeitung von mineralischen Rohstoffen (vgl. Tabelle 3)	1.148	53	6,38

● Wettbewerbsstrukturen

Mineralische Rohstoffe gehen hauptsächlich in den Baubereich. Bedingt durch die relativ hohe Zahl klein bis mittelständischer Betriebe ist landesweit **ein starker Wettbewerb gegeben**, der sich vor allem auf regionaler Ebene darstellt. Hierbei ist festzustellen, dass sich zusätzlich zu den in Tabelle 2 und 3 aufgeführten Betrieben insbesondere in der Natur- und Naturwerksteinindustrie sowie im Sand- und Kiesbereich eine Vielzahl von zusätzlichen, statistisch nicht erfassten Klein- und Nebenerwerbsbetrieben herausgebildet hat.

Bislang haben betriebliche Zusammenschlüsse noch untergeordnete Bedeutung. Dennoch findet im Bereich der Gewinnung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe durch Betriebsaufkäufe und Unternehmenskooperationen ein Konzentrationsprozess statt.

Die **Preisbildung bei den Massenrohstoffen** ist vor allem durch die **Transportentfernungen** zwischen Lagerstätte, Aufbereitung und Endverbraucher bestimmt. Die Frachtentfernungen von der Lagerstätte und Weiterverarbeitung zum Endverbraucher liegen z. B. bei Kies und Sand in

der Regel bei einem Lieferradius von ca. 30 km. Spezielle Produkte der Natursteinindustrie z. B. Bahnschotter, Wasserbausteine, Edelsplitle u. a. können nachfragebedingt auch weiter ausgeliefert werden. Die bayerische Ziegelindustrie ist auf heimische Rohstoffe angewiesen. Der **Import von Lehm und Ton** würde zu einer **unverhältnismäßigen Verteuerung der Produktionskosten** führen, die die Wettbewerbsfähigkeit dieses Industriezweiges und den Betriebsstandort Bayern erheblich beeinträchtigen könnten.

Im Gegensatz zu diesen Massenrohstoffen hat die **Naturwerksteinindustrie weltweite Konkurrenz**. Hier spielt die Transportentfernung erfahrungsgemäß nur eine untergeordnete Rolle; entscheidend sind die Produktionskosten, die im Ausland erheblich günstiger sein können als im Inland.

Weitere Parameter für die Preisbildung bei den mineralischen Rohstoffen sind die Verfügbarkeit bzw. Beschränkungen bei der Nutzung der Lagerstätte, Anforderungen an die Rohstoffqualitäten, die erzielbaren Fördermengen oder der technische Stand der Aufbereitung und Verarbeitung.

Gewinnung und Verarbeitung von mineralischen Rohstoffen sind grundsätzlich an die geologische Verbreitung der Rohstoffe gebunden (siehe hierzu Karten der Hauptverbreitungsgebiete in Kapitel 3). Hierdurch ergibt sich, dass die Gewinnung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe auf bestimmte Regionen konzentriert ist, so dass von dort aus rohstoffärmere Gebiete Bayerns beliefert werden müssen. So liegt z. B. der Schwerpunkt des Sand- und Kiesabbaues in Südbayern. In Nordbayern konzentriert sich die Sand- und Kiesgewinnung vorerst noch in den dortigen Flusstälern. Ca. 60% der Unternehmen der Ziegelindustrie sind traditionsbedingt in Südbayern angesiedelt. Natur- und Naturwerksteinbetriebe finden sich lagerstättenbedingt fast ausschließlich in Nordbayern und Ostbayern. Im Alpenraum gibt es nur sehr wenige Steinbrüche.

Als Substitute für Rohstoffe der Steine und Erden kommt im wesentlichen Material aus Baustoff-Recycling in Betracht, das mengenmäßig mit ca. 6% an der Gesamtproduktion mineralischer Rohstoffe für den Bausektor nach wie vor einen geringen Marktanteil hat (siehe hierzu Ausführungen in Kapitel 3.1.2 „Rohstoffströme“).

Bei mineralischen Rohstoffen wie solchen **Industriemineralen**, die überwiegend nicht in den Baubereich gehen, z. B. Kaolin, Kieselerde, Feldspäte, Bentonit, feldspatführende Sande, Salz und Sole sowie Graphit, besteht vielfach – ähnlich wie bei Naturwerksteinen – ein **weltweiter Importdruck**. Ca. 1,8 Mio t von insgesamt 7,5 Mio t geförderten Industriemineralen (einschließlich des teilweise im Baubereich verwendeten Quarzsandes) unterliegen somit dem internationalen Wettbewerb.

Bezogen auf die bayerische Gesamtförderung haben die von Import und Export betroffenen Industriemineralen und Naturwerksteine einen Anteil von lediglich ca. 1,5% (ca. 2,2 Mio t). Im Gegensatz zu den Naturwerksteinen kann der Bedarf an Industriemineralen jedoch bisher zum größten Teil – Ausnahme ist hier insbesondere der Graphit – aus bayerischen Lagerstätten gedeckt werden.

2.2 Energierohstoffe

Die Gewinnung von **Erdöl und Erdgas** erreichte zu Beginn der 70er Jahre mit einer jährlichen Förderung von ca. 290.000 t Erdöl und ca. 1,2 Mrd m³ Erdgas in Bayern ihren Höhepunkt. Die bisher in Südbayern gefundenen Lagerstätten sind zum größten Teil wirtschaftlich erschöpft. Erdöl- und Erdgasbergbau können heute zur heimischen Energieversorgung keinen nennenswerten Beitrag mehr leisten. Ob die in jüngster Zeit wieder forcierte Exploration auf Erdöl und Erdgas östlich von München zum Aufschluss neuer Lagerstätten in Bayern führt, bleibt abzuwarten (siehe hierzu Ausführungen in Kapitel 3.2.1 „Erdöl- und Erdgaslagerstätten“).

Energiepolitisch interessant und bedeutsam sind allerdings die Anschlussnutzungen der ausgeförderten Erdgas- oder Erdöllagerstätten als **Erdgasspeicher** mit einem derzeitigen Arbeitsgasvolumen von ca. 3,5 Mrd m³; dies sind etwa 15% des zur Zeit zur Verfügung stehenden Speichervolumens in Deutschland. Erdgasspeicher sind grundlegende Voraussetzung für eine funktionierende Gasversorgung wegen der für die Gaswirtschaft typischen starken saisonalen Verbrauchsschwankungen.

Mit den ausgeförderten Erdöl- und Erdgaslagerstätten verfügt Südbayern über geologisch bekannte und für Speicherzwecke gut geeignete Strukturen.

Die **Uranauksuchung** hat in Nordbayern bis Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts zwar einige Vorkommen entdeckt; jedoch sind diese nach weltweitem Maßstab wirtschaftlich nicht zu verwerten. Der **Kohlebergbau** in Bayern, dessen Schwerpunkte in Oberfranken (Steinkohle), Oberbayern (Pechkohle) und der Oberpfalz (Braunkohle) lagen, ist seit Jahrzehnten eingestellt. Wirtschaftlich gewinnbare Kohlevorräte sind nicht mehr vorhanden.

Südbayern bietet hinsichtlich der **geothermischen Nutzung von Tiefenwässern** für Zwecke der Wärmeversorgung günstige geologische Voraussetzungen. In einigen wenigen Fällen wie in Straubing, Erding und Simbach am Inn werden diese bereits genutzt. Aus Vorsorgegründen darf bei dieser Nutzung der Wasserhaushalt der Tiefengrundwässer möglichst nicht gestört werden. Daraus resultiert, dass bei der geothermischen Nutzung von Tiefenwässern das abgekühlte Thermalwasser wieder in den genutzten Horizont zurückgeführt werden muss. Neben der Förderbohrung wird also stets eine Reinjektionsbohrung vorzusehen sein.

Bayern nimmt in der Geothermienutzung innerhalb Deutschlands zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine führende Position ein. Es ist zu erwarten, dass die geothermische Nutzung in den nächsten Jahren insbesondere im Einzugsgebiet von München noch weiter zunimmt und einen höheren Beitrag als bisher zur Wärmeversorgung Südbayerns leisten kann.

Die Betriebs- und Wettbewerbsstrukturen werden bei Erdöl und Erdgas in Bayern durch wenige international tätige Konzerne der Branche bestimmt. In der Erkundung und Nutzung der Erdwärme sind bisher vor allem Kommunen – zum geringen Teil auch Privatpersonen – tätig geworden.

3 Lagerstätten und Rohstoffwirtschaft in Bayern

● Begriffsdefinitionen, Schwerpunkte

Ein Gestein, dessen Eigenschaften nach Aufbereitung oder unmittelbar eine wie auch immer geartete Verwendung oder Weiterverarbeitung zulassen, kann als Rohstoff bezeichnet werden. Kommen Rohstoffe nach Mengen und geologischer Position für eine wirtschaftliche Gewinnung in Frage, spricht man von „**nutzbaren Lagerstätten**“.

Abgrenzbare Räume mit Rohstoffen, die hinsichtlich Inhalt, Menge und Lagerung nur unzureichend bekannt sind, nennt man „**Rohstoffvorkommen**“. Rohstoffvorkommen können nach verbessertem Kenntnisstand (z. B. durch Kartierung, Schürfe, Bohrungen, Analytik) entweder – ganz oder teilweise – zu nutzbaren Lagerstätten aufgestuft oder müssen als „nicht nutzbar“ eingestuft werden.

Werden neben den geologischen Parametern auch technisch-wirtschaftliche Bedingungen beurteilt, z. B. Verfügbarkeit, Abbautechnik, Transportwege, Marktlage, kann eine Lagerstätte als „**bauwürdig**“ bezeichnet werden: Sie ist wirtschaftlich gewinnbar.

Die Beurteilung fast aller für die Rohstoffklassifikation maßgebenden Kriterien unterliegt zeitlichen Änderungen. Daraus folgt, dass auch die Kennzeichnung eines Rohstoffareals als Vorkommen, vor allem aber als Lagerstätte (nutzbar oder bauwürdig) streng genommen nur für den Zeitpunkt der Beurteilung gilt.

Ziele und Fragestellungen der Rohstoffgewinnung unterlagen immer wieder Wandlungen, die wechselnden Rohstoffbedarf nach Menge und Art bzw. Veränderungen bei der Verwendung von Rohstoffen widerspiegeln.

Eine grundlegende Schwerpunktverlagerung der Rohstoffgewinnung in Bayern ergab sich aus der ganz bis weitgehend zurückgetretenen Bedeutung „klassischer“ Rohstoffe, wie z. B. Erzen und Kohlen bzw. Industriemineralen, zugunsten des Bedarfs an meist weit verbreiteten Rohstoffen aus dem Bereich der Steine und Erden.

Diese Rohstoffe treten allerdings in Bayern in großer Vielfalt auf. Regionale Verbreitung und Bedeutung verschiedener Rohstoffgruppen und -arten werden nachstehend in zusammengefasster Weise dargestellt. Der Veranschaulichung dienen dabei die Übersichtskarten der Abb. 1, 11, 14 und 17.

3.1 Mineralische Rohstoffe

3.1.1 Lagerstätten und Vorkommen, Verwendung

3.1.1.1 Festgesteine

In Bayern sind Festgesteine in großer Vielfalt verbreitet (Abb. 1). Zahlreiche Varianten mit unterschiedlichen Eigenschaften decken einen breiten Anwendungsbereich ab, der aus Tab. 6 zu ersehen ist.

Tab. 6: **Derzeitige Verwendung von Festgesteinen in Bayern**

Gesteine	Baustoffe für Hoch-, Tief-, Straßen-, und Gleisbau	Werksteine	Zement, Branntkalk	Spezielle Verwendungen
Plutonite: Granite, Diorite	+	+		
Vulkanite: Basalt, Diabas, Porphy	+			+
Metamorphite: Serpentin, Amphibolit, Gneise, Grauwacke	+			
Kalksteine, Dolomite	+	+	+	+
Gips, Anhydrit	+		+	+
Sandsteine		+		Substitut für Sande
Riestrass		+	+	

Verwendung von Hartgesteinen (Gruppe 1 bis 4: Plutonite bis Dolomite)

Hauptverwendungsbereiche:

Straßen- und Wegebau; Hoch- und Tiefbau; Gleisbau; Wasserbau

Wesentliche Erzeugnisarten:

Schotter, Splitte und Brechsande für Asphalt und Beton; Mineralstoffgemische; Gleisschotter; Pflaster-, Bord- und Bruchsteine

Folgende Räume, identisch mit geologischen Baueinheiten – dies sind entstehungsgeschichtlich und in ihrem Gesteinsaufbau zusammenhängende Gebiete – lassen sich unterscheiden:

● Ostbayerisches Grundgebirge

Hier treten fast ausschließlich kristalline Gesteine auf, von denen sich **folgende als nutzbar erwiesen** haben:

Granite sind innerhalb des Gneis- und Schiefergebirges als inselartige Areale verbreitet. Wenn solche von besonderer Größe sind oder sogar morphologisch hervortreten, spricht man von Intrusivgebieten oder Granitmassiven. Es lassen sich etwa 25 größere und zahlreiche kleinere Granitgebiete mit jeweils charakteristischer Gesteinsausbildung unterscheiden.

Vor allem die grobkörnigen, porphyrisch (mit großen Feldspatkristallen) oder farbintensiv ausgebildeten Granite wurden und werden als Werksteine verwendet. Beispiele hierfür sind die Fichtelgebirgsgranite, der Flossenbürger Granit oder der Granit des Saldenburger Massives.

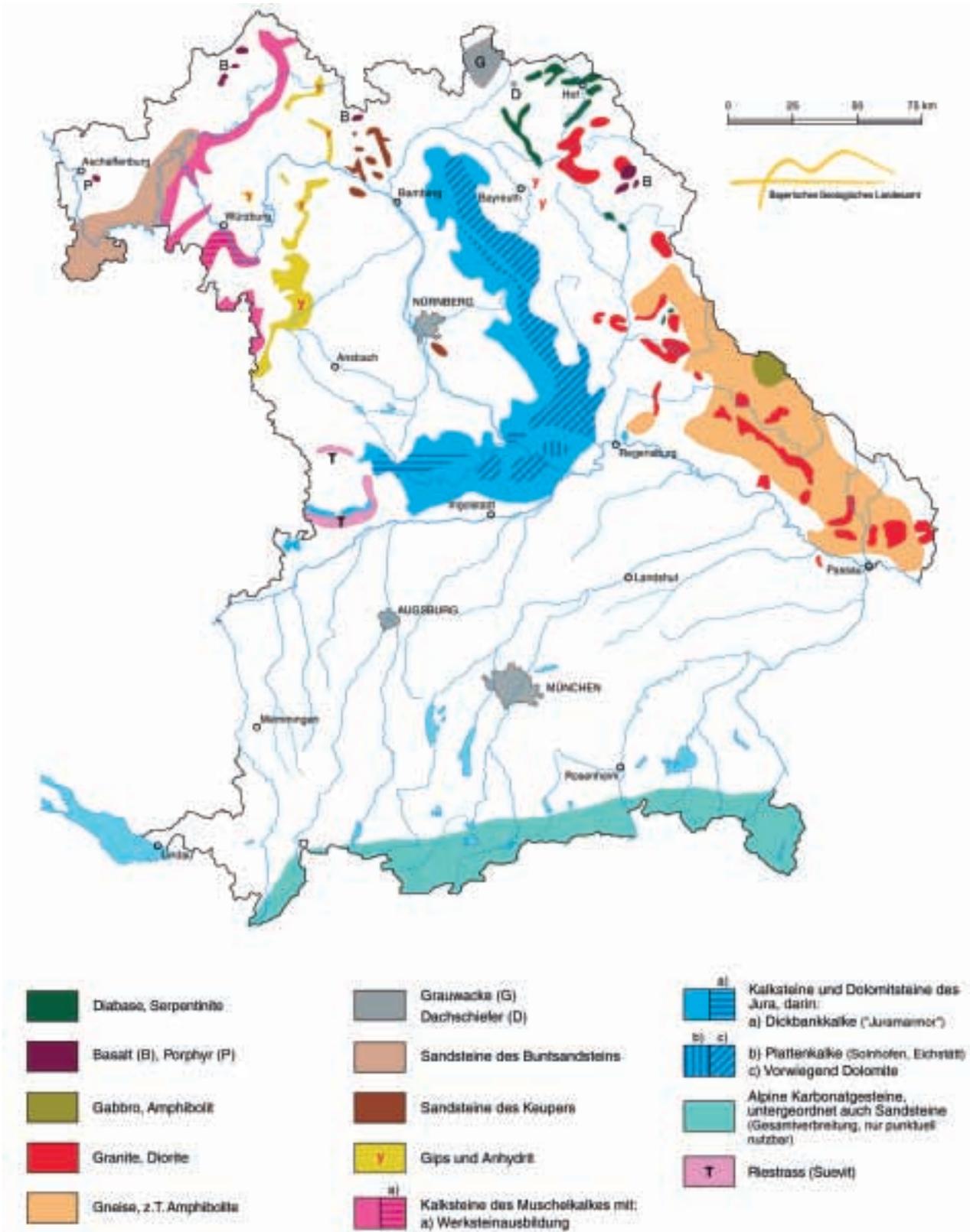


Abb. 1: Hauptverbreitungsgebiete von Festgesteinen in Bayern

Feinkörnige, dann oft graue Granite, ebenso wie die dunklen Diorite besitzen besonders hohe Festigkeiten und eignen sich zur Herstellung von gebrochenen Bau- und Zuschlagstoffen, im Bedarfsfall auch zur Verarbeitung zu Kleinwerksteinen wie z. B. Pflaster- und Mauersteinen. Bekannt sind z. B. die grauen „Bayerwald-Granite“ vor allem aus dem Massiv von Tittling und Hauzenberg (Abb. 2 u. 3).



Abb. 2: **Granitsteinbruch Eitzing bei Hauzenberg im Bayerischen Wald**

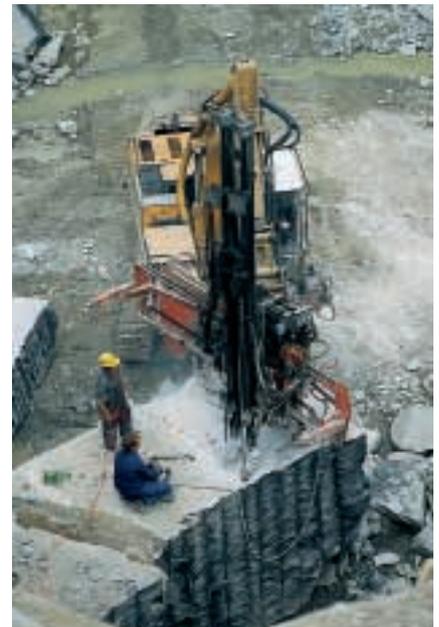


Abb. 3: **Herstellung gattergerechter Granitblöcke im Steinbruch Eitzing, Bayerischer Wald**

Granite und verwandte Gesteine stehen in etwa 50 Steinbrüchen in Abbau, etwa 20 davon produzieren gebrochene Baustoffe, etwa 30 meist kleinere Brüche liefern Werksteine und zwar je nach Gesteinsausbildung Großblöcke, gattergerechte Kubaturen oder Kleinwerksteine. Die Produktionspalette etlicher Betriebe bzw. Steinbrüche umfasst beide Anwendungsbereiche.



Abb. 4: **Produktion von Brunnen-Kugeln aus Granit u. a., Aicha vorm Wald, Bayerischer Wald**

Vulkanite, gleich welcher Genese und Zusammensetzung, sind feinstkristalline Gesteine, die sich durch besondere Härte auszeichnen. Sie werden fast ausschließlich zu gebrochenen Baustoffen für Straße und Bahn verarbeitet. Im Sonderfall bilden sie den Rohstoff zur Herstellung von Dämmstoffen („Steinwolle“).

Hauptvertreter dieser Rohstoffgruppe sind Gesteine der Diabas- und Basaltfamilie. Die Vorkommen von **Diabasen** liegen in Oberfranken, wo sie in 12 Steinbrüchen abgebaut werden. **Basalte** treten in der nördlichen Oberpfalz auf. Dort erfolgt der Abbau in vier Steinbrüchen.

Wichtige Basaltvorkommen befinden sich außerhalb Ostbayerns zudem in der Rhön und in den Haßbergen (jeweils ein Steinbruch). Das einzige nutzbare Vorkommen von „**Quarzporphyr**“ (Rhyolith) im Vorspessart liegt östlich Aschaffenburg (ein Steinbruch).

Metamorphe (umgewandelte) **Gesteine** stellen den weit überwiegenden Anteil des ostbayerischen Grundgebirges. Ihre meist deutlich ausgeprägten Schieferstrukturen beeinträchtigen jedoch technische Eigenschaften wie Härte und Brechverhalten. Daher werden nur ausgewählte, verstreut liegende Metamorphite an wenigen Stellen gewonnen.

Solche Gesteine sind:

Serpentinite, feinstkristalline, äußerst harte Tiefenvulkanite, deren unzerscherte Partien Diabasen und Basalten qualitativ gleichzustellen sind. Es werden vier Steinbrüche betrieben.

Amphibolite, feinkörnige, sehr harte, geschieferte Vulkanite werden in der Oberpfalz an fünf Stellen gewonnen.

Gneise erreichen vor allem dann gute technische Qualitäten, wenn sie als Migmatite (teilgeschmolzen) vorliegen, von besonderer Festigkeit sind oder im Verband mit anderen Hartgesteinen (z. B. Amphiboliten) auftreten. Drei Steinbrüche liegen in Ostbayern, einer im kristallinen Vorspessart. Dort steht auch ein harter, weil quarzreicher **Glimmerschiefer** in Abbau.

Grauwacke ist ein im Frankenwald weit verbreiteter, sehr harter „Sandstein“ des Erdalters. Da der Abbau von Grauwacke durch Wechselagerung mit zwar scharf abgegrenzten aber nicht verwertbaren Tonschiefern abbautechnisch erschwert ist, steht heute nur noch ein Steinbruch in Produktion.

Die genannten Metamorphite werden ausschließlich zur Herstellung gebrochener Bau- und Zuschlagstoffe verwendet.

● **Nordbayerisches Schichtstufenland**

Dieses besteht aus einer Vielzahl nutzbarer Sedimentgesteine, deren wesentliche Gruppen sich wie folgt beschreiben lassen:

Kalksteine und Dolomite sind marine Karbonatgesteine, die entweder geschichtet (bankig bis plattig) oder als Riffbildungen (kaum geschichtet bis massig) auftreten. Dolomite („magnesiumhaltige Kalksteine“) liegen überwiegend in ungeschichteter Ausbildung vor. Sie treten als teildolomitisierte Kalksteine eng verzahnt mit diesen, aber auch als reine Dolomite auf. Karbonatgesteine sind in Nordbayern im wesentlichen an zwei Räume gebunden: an die Schichtstufen des Muschelkalkes und des Fränkischen Jura.

Die Nutzung des **Muschelkalkes** beschränkt sich heute im wesentlichen auf zwei Bereiche: Der Untere Muschelkalk, ein ca. 100 m mächtiges, stufenbildendes Schichtpaket, bestehend aus harten, bankig-plattigen, mergeligen Kalksteinen, streicht zwischen dem unteren Taubertal und Thüringen aus. Er wird dort in 15 Steinbrüchen abgebaut und zu Baustoffen gebrochen. Unterer Muschelkalk ist aufgrund seines natürlich vorgegebenen Kalk-Ton Verhältnisses ebenso ein idealer Ausgangsrohstoff für die Herstellung von Zement, die in zwei Werken erfolgt. Der Obere Muschelkalk ist im Raum zwischen Würzburg und Rothenburg o.d.T. als Sonderfazies (Schillkalk) ausgebildet. Dies führte zu seiner traditionsreichen Nutzung als Werkstein mit dem heutigen Abbauschwerpunkt im Raum Kirchheim. Dort brechen und verarbeiten etwa 10 Betriebe. Südlich davon erfolgt im Bereich nachlassender Werksteinqualität die Produktion von Brechgut in mehreren Steinbrüchen.

Die Tafel des **Fränkischen Jura** birgt eine Vielzahl unterschiedlicher, in vielfältiger Weise nutzbarer und genutzter Gesteine. In vereinfachter Weise lassen sich Ausbildung und Nutzung wie folgt zusammenfassen:

Kalksteine, bankig

Aus einigen der ehemals sehr zahlreichen Gewinnungsstellen für Massivbausteine entwickelten sich ca. 20 Steinbrüche zur Produktion von gebrochenen Baustoffen.

Kalksteine, dickbankig

Die unter dem Handelsnamen „**Juramarmor**“ ehemals auch „Treuchtlinger Marmor“ bekannten Dickbank-Kalksteine werden in der Südalb neben dem Traditionsgebiet Treuchtlingen vor allem im Raum Titting-Erkertshofen intensiv genutzt und zu weithin geschätzten und exportierten Werksteinprodukten verarbeitet. Die Werksteinindustrie stützt sich derzeit auf etwa 40 produzierende Steinbrüche. Gebirgstteile, die nicht werksteintauglich sind, werden zu Brechgut verarbeitet.

Plattenkalksteine (Solnhofener Natursteinplatten)

Die Plattenkalksteine der Südalb stellen eine geologische Besonderheit dar, die auch in ihrer wirtschaftlich-technischen Bedeutung zum Ausdruck kommt. Der Abbau der in mehreren abgegrenzten Räumen verbreiteten Kalksteine besitzt vor allem im Raum Solnhofen und Eichstätt lange Tradition, wenn auch die Verwendungsschwerpunkte dieser Plattenkalksteine mehrfachen Wandel unterlagen. Weltweite Berühmtheit und Anwendung erlangten die Plattenkalksteine als Lithographiesteine und Bodenplatten. Heute liegt die nahezu ausschließliche Verwendung in einer breitgefächerten Palette von Werksteinen und Plattenprodukten, die im gesamten Inland verbaut werden und zu einem hohen Anteil auch in den Export gelangen (Abb. 5 u. 6).



Abb. 5: **Steinbruchgebiet Langenaltheimer Hardt:
Abbau von Solnhofener Plattenkalk**



Abb. 6: **Abbau Solnhofener Plattenkalke von Hand durch den Hackstockmeister, Steinbruchgebiet Langenaltheim**

Kalksteine, massig

Massige Riffkalksteine zeichnen sich durch höchste Reinheit aus (Karbonatgehalt über 95%). Vor allem diese Eigenschaft bestimmt ihre Anwendung in speziellen Industriezweigen wie z. B. in der chemischen und bauchemischen Industrie, wie auch in der Zementindustrie, bei der Papierherstellung, in der Umwelttechnik (Rauchgas- und Wasserreinigung), bei der Lebensmittelherstellung, in der Düng- und Futtermittelindustrie, bei der Werksteinproduktion und als gebrochene Bau- und Zuschlagstoffe. Abbau und Produktionsschwerpunkte befinden sich entsprechend den Vorkommen im Bereich der Südalb. Insgesamt produzieren etwa 8 bis 10 Steinbrüche.

Dolomitsteine

Dolomitsteine zeichnen sich durch besondere Härte aus, weshalb sie im Normalfall zu gebrochenen Baustoffen verarbeitet werden. Etwa 12 Steinbrüche sind über die gesamte Alb verteilt. Reine Dolomite werden zu speziellen Zwecken, wie etwa der Glasfabrikation oder zur Herstellung von Düngemitteln, verwendet. Als Sonderfall gelten die Plattendolomite von Bronn (nahe Pegnitz), die zu Poliermitteln in der stahlverarbeitenden Industrie verarbeitet werden. An drei Stellen (Kleinziegenfeld, Etterzhausen, Wachenzell) wurden in neuerer Zeit Dolomite auch als Werksteine genutzt.

Sandsteine

Die Sandsteine des nordbayerischen Schichtstufengebietes werden, sofern als feste Sandsteine ausgebildet, durchweg als Werksteine verarbeitet. Während vor Jahrzehnten (noch nach dem 2. Weltkrieg) die Herstellung von massiven Bauteilen im Vordergrund stand, liegt der Schwerpunkt der Verwendung heute deutlich auf der Fabrikation gesägter Platten zum Zweck der Bauwerksverkleidung (Abb. 7). Sandsteine mit geringer Festigkeit („Mürbsandsteine“) kommen unter bestimmten Bedingungen als Substitutionsrohstoff für die Gewinnung von Bausanden in Betracht.



Abb. 7: **Sandsteinhaus in Abenberg, Mittelfranken.** – Beispiel für früher übliche Natursteinbauweise; der Schwerpunkt heutiger Sandsteinverwendung liegt in der Herstellung gesägter Platten zur Fassadenverkleidung

Die nutzbaren Sandsteine des Schichtstufenlandes sind bestimmten Schichtgliedern, vor allem des Buntsandsteins und des Keupers, untergeordnet des Doggers und der Kreide, zuzuordnen. Sie tragen deren Namensbezeichnungen, daneben auch übergeordnete oder lokale Handelsnamen. Von der Vielzahl der ehemals genutzten Schichten und Steinbrüche (einige 100) werden heute nur Sandsteine ausgewählter Schichten und Lokalitäten genutzt. Ursache und Auswahlkriterien für heutige Steinbruchstandorte bildeten vor allem Qualitätsanforderungen im Zusammenhang mit geänderter Bauweise, aber auch traditionelle Standorte der Sandsteinindustrie.

Im Folgenden sind die heute genutzten Sandsteine nach stratigraphischer Gliederung angeführt:

Miltenberger Sandstein: Mittelkörniger blassroter bis weiß-rot gebänderter Sandstein. Heute besteht nur noch reduzierte Gewinnung in etwa drei bis vier Steinbrüchen.

Plattensandstein: Fein- bis mittelkörniger Sandstein, kräftig rot, etwas glimmerhaltig. Seine Gewinnung erfolgt in etwa fünf Steinbrüchen im Raum Wertheim.

Miltenberger- und Plattensandsteine tragen neben lokalen Handelsbezeichnungen auch die Sammelbezeichnung „Roter Mainsandstein“.

Werksandstein und **Schilfsandstein** des Unteren bzw. Gipskeupers: feiner, bildhauerisch gut zu bearbeitender Sandstein, olivgrün, braun, violettrot mit Zwischenfarben. Die Gewinnung erfolgt in drei Steinbrüchen.

Coburger Bausandstein nach ehemaliger Typlokalität, nach heutigem Abbaurevier besser: **Eltmanner Bausandstein** oder allgemein: **Weißer Mainsandstein**: fein- bis mittelkörnig, sehr fest, weißgrau. Derzeit bekannte Hauptverbreitung und Steinbrüche (etwa sieben betriebene neben zahlreichen ruhenden) betreffen die südlichen Haßberge (Ebelsbachtal, vgl. Abb. 8, Raum Zeil) und den nördlichen Steigerwald (Eltmann).



Abb. 8: **Abbau von Eltmanner Bausandstein, Neubrunn, Haßberge**



Abb. 9: **Steinmetzbearbeitung von Keuper-Sandstein aus den Haßbergen**

Burgsandstein: Sandsteine der Burgsandstein-Stufe (mittel bis grob, vielfarbig: hell, rotbraun, blassrot), werden nur noch fallweise gewonnen. Ständig in Abbau steht der „**Worzeldorfer Quarzit**“ bei Nürnberg, eine nur lokal vorkommende, qualitativ herausragende Sonderausbildung.

Rhätsandstein, auch Gelber Mainsandstein: Wechselnd fein, mittel und grob, oft lagig, gebändert, blass bis kräftig gelb.

Von den ehemaligen Abbaugebieten des Raumes Bayreuth und Kulmbach und der Haßberge stehen heute nur noch wenige (ca. sechs) Steinbrüche in den Hochlagen der Haßberge in Abbau.

Sandsteine des **Dogger** und der **Kreide (Regensburger Grünsandstein)** sind traditionsreiche ehemals vielfach verbaute Sandsteine. Sie werden heute nur noch fallweise abgebaut.

Riestrass (Suevit) im Nördlinger Ries

Das durch Meteoriteneinschlag entstandene Typusgestein des Rieskessels bildete den dortigen, aber auch in Augsburg und München verwendeten Baustein. Die hydraulischen Eigenschaften des gemahlene Steins lassen die Verwendung von Riestrass (so wie vulkanischen Rheinischen Trass) als „Puzzolanrohstoff“ in der Zementindustrie zu. Riestrass wird an zwei Stellen (Aumühle, Seelbronn) abgebaut und in nahen Zementwerken zur Herstellung eines Spezialzementes (abbindeverzögert, verwendbar im Wasserbau) verarbeitet. Daneben wird Suevit blockweise gebrochen und zum Erhalt alter Bausubstanz bei Renovierungsarbeiten verwendet (St. Georgsbauhütte, Nördlingen).

Gips und Anhydrit

Die bedeutendsten und derzeit als einzige genutzten Sulfatlagerstätten Bayerns liegen an der Basis des Mittleren Keupers. Das weithin aushaltende, dickbankig bis plattig ausgebildete Sulfatlager erreicht mittlere Mächtigkeiten von ca. acht Metern.

Gips, wasserhaltiges Calciumsulfat, kommt in bauwürdiger Ausbildung unter günstigen Bedingungen am Fuß der Keuper-Landstufe in der Nähe des Ausstriches, also oberflächennah vor und wird in Tagebauen gewonnen. Die abbauenden Betriebe prospektieren laufend mit hohem Aufwand.

Anhydrit ist die an die Gipslager anschließende, im Berg unter mächtiger Bedeckung auftretende wasserfreie Form des Calciumsulfats und muss in der Regel untertägig gewonnen werden.

Der Ausstrich des Sulfatlagers zieht sich in Bayern von Rothenburg o.d.T. über Iphofen bis ins Grabfeld (Bad Königshofen). Gips wird in derzeit 18 Tagebauen abgebaut; Anhydrit wird bei Hüttenheim untertägig gewonnen.

Die in Drehöfen gebrannten Rohgipse werden in vielfältiger Weise zu Produkten des Innenausbaus verarbeitet: Bauplatten und andere Bauelemente, Putze und zahlreiche andere Massen auf Gipsbasis. Spezielle Verwendungen besonders reiner Rohstoffe sind die Herstellung von Modell- und Formengipsen (z. B. in der keramischen Industrie).

Der Anhydrit von Hüttenheim findet Verwendung in der Zementindustrie (Abbindeverzögerer), vor allem aber in feingemahlener Form zur Herstellung von Fließestrich.

● Bayerische Alpen

Die Bayerischen Alpen umfassen eine Vielzahl nutzbarer Gesteine, vor allem der Kalkstein-Gruppe, die an mehreren Stellen abgebaut werden. Neben Zementrohstoffen und Hartsteinen zur Herstellung von Schotter und Splitt werden auch hochreine Dolomite und Werksteine (Sandstein, Kalkstein, Nagelfluh) gewonnen (Abb. 10).



Abb. 10: Steinbruch „An der Schanz“ bei Burgberg im Allgäu: Gewinnung von Sandstein (dunkel) und Kalkstein (hell)

3.1.1.2 Sand und Kies

Sand und Kies sind Rohstoffe, die mengenmäßig weit an der Spitze der Verbrauchsskala stehen. **Sie sind als Mustertyp eines Massenrohstoffes anzusehen, der in großen Mengen möglichst verbrauchsnahe zu gewinnen ist.** Ihre vielfältige Verwendung ist im Einzelnen aus Tab. 7 ersichtlich.

Aus der Karte der Hauptverbreitung von Kies und Sanden (Abb. 11) ist sowohl die reiche Vielfalt, aber auch die ungleichmäßige Verteilung dieser Rohstoffgruppe zu ersehen.

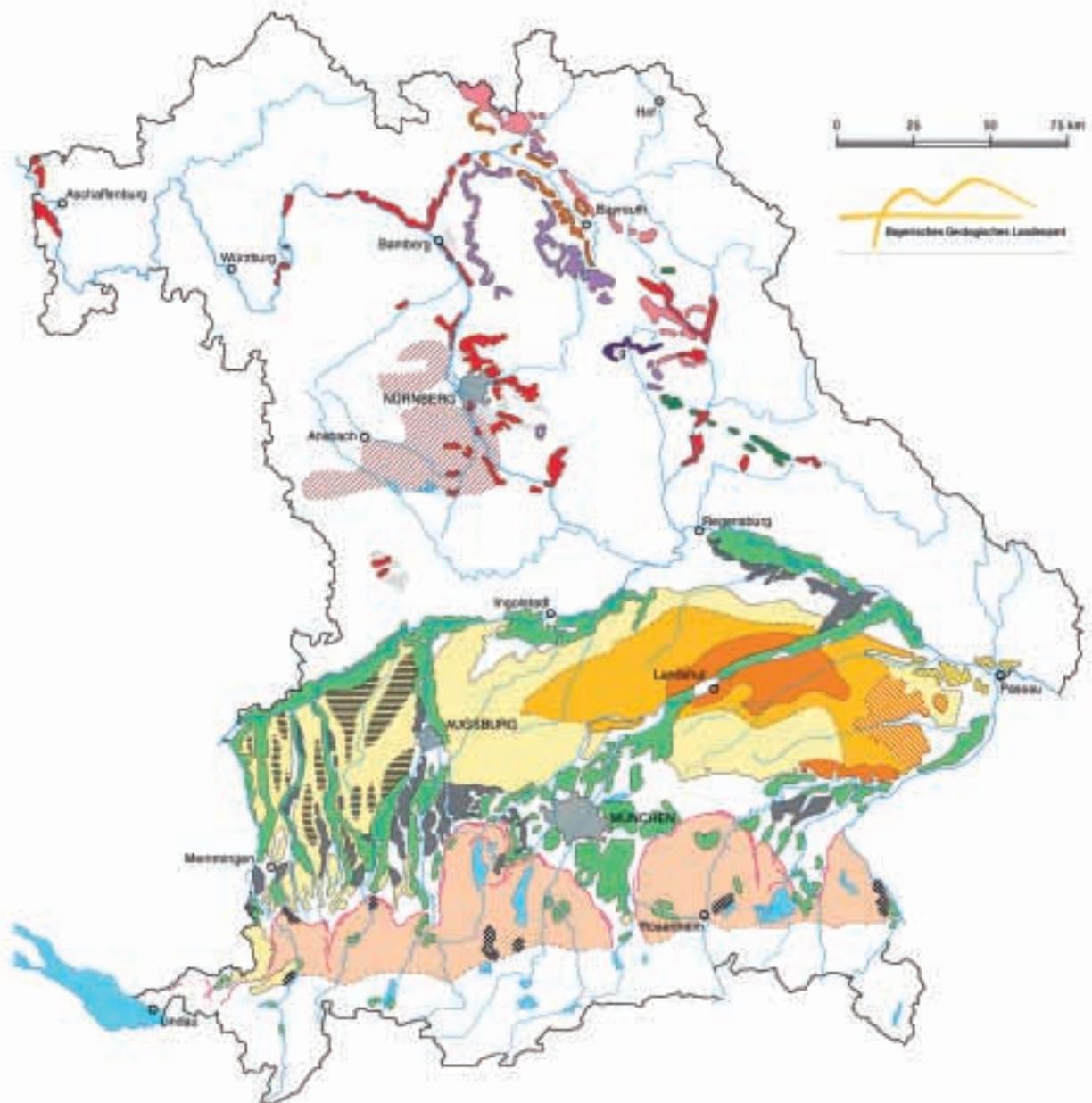
Tab. 7: **Verwendung von Sand und Kies**

(Quelle: Schriftenreihe der Bayerischen Sand- und Kiesindustrie, Heft 2)

95% DER GESAMTPRODUKTION IM BAU	
Verwendungsbereich	Produkte
Gewerblicher und industrieller Hoch-, Tief-, Straßen- und Gleisbau	Zuschlag für Beton und Mörtel, Dachkies, Landschaftsbau, Schotterrasen, Dammschüttmaterial ^{*)} , Füllkies ^{*)} , Sauberkeitsschicht, Frostschuttkies, Tragschichtkies, Sand und Kiessplitt für Straßendecken und Gussasphalt im Hochbau, Gleisunterbau, Drainagekies
Transportbeton-Industrie	Transportbeton
Mörtel-Industrie	Mauer- und Putzmörtel, Estriche
Kalksandstein-Industrie	Kalksandsteine
Beton- und Fertigteil-Industrie	Beton- und Stahlbetonrohre, Sickerrohre, Schachtringe, Kleinkläranlagen, Kabelkanalformsteine und Abdeckplatten, Gehwegplatten, Bordsteine, Muldensteine, Pflastersteine, Fertigteile für den Montagebau und die Mischbauweise, Deckensteine mit Stahlleichtträgerbalken, Großflächendecken, Fertiggaragen, Hohlblock- und Vollsteine mit und ohne wärmedämmende Eigenschaften, Erzeugnisse für das landwirtschaftliche Bauen sowie für die Garten- und Landschaftsgestaltung, Betonwerksteinerzeugnisse und dekorative Elemente, Dachsteine, Kaminformsteine, Gasbetonerzeugnisse, Masten und Schwellen
Ziegel-Industrie	Ziegel (Sand als Rohstoffzusatz)
Zement-Industrie	Zement (Sand als Rohstoffzusatz)

5% DER GESAMTPRODUKTION FÜR SONSTIGE BEREICHE	
Verwendungsbereich	Produkte
Glas-Industrie	Flachglas, Spiegelglas, Hohlglas, Glasbausteine, Glaswolle, Glasfliesen, Feinglas für Optik und Labor, Glasfaser zur Armierung von Kunststoffen
Keramische Industrie	Steingut, Porzellan, technisches Porzellan, feuerfeste Baustoffe für Industrieöfen, Sanitärkeramik, Baukeramik
Eisenschaffende Industrie, Gießerei-Industrie	Formsand, Kernsand
Chemische Industrie	Kleber, Binder, Reinigungsmittel, Waschmittel, Katalysatoren, Filter für Öl und Wasser, Spachtelmassen, Dispersionsfarben und viele andere Erzeugnisse
Elektronik-Industrie	Glasfaser-Kabel, Computer
Verkehr	Bremssand, Streusand, Streusplitt
Anstrich	Strahlsand
Wasserwirtschaft	Filtersande und Filterkiese für Brunnenfilter, Hochwasserschutz, Sand und Kiessplitt für Dichtungsbeläge
Luftschutzbau	Filtersande

^{*)}: sofern hierfür keine Ersatzstoffe verwendet werden



QUARTÄR	TERTIÄR	MESOZOIKUM	
Ablagerungen im Bereich der Gletscherabflüsse Niederterrasse und Nacheiszeit Hochterrasse und Jüngere Deckenschotter Ältere Deckenschotter Vorstilleschotter Jungmoränengebiet mit Endmoränenwällen	Fußablagerungen ohne Gletschereinwirkung nördlich der Donau Tal- und Terrassensande Ablagerungen durch Wind Flugsande	Ablagerungen des Molasse-Troges Landshuter und Peracher Schotter (Kernbereich) Landshuter und Peracher Schotter (Randbereich) Quarzrestschotter Feinsande, teils schwach kiesig Ortenburger und Harschedler Schotter	Mürksandsteine und Sande Buntsandstein, auch "Fogelands" und Kalksande Keuper Fliaz Dogger, i. d. R. braun, im Sonderfall weiß (Glassand g) Kreide

Abb. 11: Hauptverbreitungsgebiete von Sanden und Kiesen in Bayern

Im **Süden Bayerns** sammelte sich zwischen Donau und Alpen durch natürliche Qualitätsauslese nach Fluss- und Eistransport rundkörniger Gebirgsschutt in unterschiedlicher Lagerung, Ausbildung und Nutzbarkeit in **insgesamt weiter Verbreitung**. In **Nordbayern** sind die Vorkommen von Kiesen und Sanden dagegen **auf schmale Talräume eingengt**. Bereichsweise kommen dort auch mürbe Sandsteine (Burgsandstein, Rhät-, Dogger-, Kreide-, Buntsandstein) als Substitut für Lockersande in Betracht.

In beiden Rohstoffräumen hat sich die Kies- und Sandgewinnung an grundsätzlich unterschiedlichen Voraussetzungen hinsichtlich des natürlichen Angebotes, der Abbautechnik, der Kompensation durch andere Rohstoffe und der Transportwege zu orientieren. Nach diesen Bedingungen relativiert sich die Bedeutung der im Norden und im Süden Bayerns verbreiteten Vorkommen. Diese sind nach ihren wesentlichen Merkmalen wie folgt zu charakterisieren:

● **Kiese und Sande in Südbayern**

– **Kiese und Sande des Tertiär-Hügellandes**

Am Aufbau des Tertiärgebietes zwischen Donau und Alpen sind Kiese und Sande beteiligt, denen nach Menge, Qualität, Lagerung und räumlicher Verteilung unterschiedliche Nutzbarkeitskriterien zukommen.

Die generell in Transportrichtung von Ost nach West abnehmenden Korngrößen, d. h. der sukzessive Übergang von grobkiesgeprägten Sedimenten in nahezu kiesfreie Feinsande, aber auch die in unterschiedlicher Häufigkeit zwischengeschalteten Feinsedimente lassen eine deutliche Abgrenzung nutzbarer Kieslagerstätten oder Vorkommen nicht zu. Den zu beschreibenden Rohstoffräumen sind daher nur „Wahrscheinlichkeiten“ der Kiesführung zuzuordnen, wobei die Grenze zur Nutzbarkeit vor allem in den Randbereichen häufig unterschritten wird.

Folgende Räume und Schottereinheiten können unterschieden werden:

Grobkiese

Die „**Landshuter Schotter**“ stellen den Hauptanteil der tertiären Schottervorkommen. Ganz im Osten (Raum Griesbach-Birnbach) treten als deren Verwitterungsäquivalente sehr grobe, aus Restgeröllen bestehende Schotter auf, deren hoher Tonanteil eine Nutzung in größerem Umfang nicht zulässt.

Der Kernbereich der unverwitterten, groben Landshuter Schotter umfasst die Räume beiderseits der Unteren Isar. Dort bilden die Schotter mehrere 10 m mächtige Hangausstriche und werden in vielen Gruben abgebaut.

Den Landshuter Schottern vergleichbar sind die als breite Rinnenfüllung auftretenden **Peracher Schotter**, die an den Hängen und Seitentälchen des Inntales ausstreichen. Als weitere wichtige Grobschotter, die den genannten qualitativ gleichzustellen sind, treten räumlich begrenzte Vorkommen im Raum Ortenburg (**Ortenburger Schotter**) sowie nördlich Passau (**Harschedler Schotter**) auf.

Sand-Kies-Mischglieder

Die Schotter des Typs Landshut und Perach verlieren gegen das Hangende, wie auch lateral gegen Westen den deutlichen Grobschottercharakter. Sie gehen über in Sand-Kies-Wechselfolgen oder Mischglieder mit insgesamt zurücktretendem Kieskorn. Auch wenn die Nutzbarkeit häufiger unterschritten wird, kommen diese Räume (z. B. in der Hallertau) noch für die Gewinnung hochwertiger Baukiese in Betracht, allerdings nur in begrenztem Umfang.

Sande

An die Sand-Kies-Mischfazies schließen sich im Westen und Süden zunehmend kiesarme bis -freie Sedimente an, die für wirtschaftliche Gewinnung nur mehr fallweise in Betracht kommen. Die weit verbreiteten Feinsande, werden nur an wenigen Stellen genutzt. Sie sind Ausgangsrohstoff vor allem für die Produktion von Kalksandsteinen und porigen Leichtbausteinen.

– Kiese und Sande der Eiszeitlandschaften (Quartär)

Gletscher und abfließende Schmelzwässer schufen im Laufe mehrerer Vereisungsperioden eine an Formen reiche Landschaft, die zum weit überwiegenden Teil aus einem Gemenge von Sand und Kies aufgebaut ist. Teile dieser quartären Sedimente sind nicht oder nur eingeschränkt nutzbar. Unter bestimmten Bedingungen bildeten sich aber Lagerstätten, denen je nach Alter und Aufbau unterschiedliche Qualitäten und Nutzbarkeiten zuzuordnen sind:

Moränengebiete

Die ehemals vergletscherten Bereiche stellen die umfangreichsten, allerdings sehr komplex aufgebauten Verbreitungsgebiete von Kiesen und Sanden. Moränen nehmen dabei den größten Raum ein, scheiden aber wegen meist unsortierter Sedimentmischungen (Ton/Schluff bis Blockgröße) für eine Nutzung weitgehend aus. Sortierte „**Schottermoränen**“ sind durchaus vorhanden, allerdings schwer aufzufinden.

Qualitativ hochwertige, durch Schmelzwässer gut sortierte Kiese stellen von Moräne überdeckte, daher in ihrer Ausdehnung ebenfalls schwer zu lokalisierende, mächtige Schotterkörper (sog. **Vorstoßschotter**) dar. Dort, wo sie bekannt sind, unterliegen sie intensiver Nutzung. Ihre wirtschaftliche Bedeutung kommt in bekannten Lokalbezeichnungen wie „Kaufbeurer Schotter“, „Murnauer Schotter“, „Laufenschotter“ u. a. zum Ausdruck.

Vergleichsweise beschränkte Gewinnungsmöglichkeiten von Kies und Sand bestehen im Bereich junger Abflussrinnen und anderer spezieller Glazialbildungen (Deltaschüttungen, Eisrandterrassen u. a.).

Alte Terrassen und Riedel

Im Vorland der Gletscher treten vor allem zwischen Lech und Iller, aber auch in den Talgebieten von Inn und Donau alte, hochgelegene Terrassen und Schotterplatten auf, deren jüngere Generationen („Hochterrassen“ u. a.) trocken liegende, qualitativ gute Kiese enthalten (vgl. auch Abb. 16).

Ältere Terrassen und Riedel scheiden aufgrund fortgeschrittener Verwitterung, Teilverfestigung („Nagelfluh“) und mächtiger Deckschichten für eine wirtschaftliche Nutzung weitgehend aus.

Junge Terrassen, Schotterebenen, Talschotter

Jungquartäre Kiese und Sande liegen als frische, unverfestigte, qualitativ hochwertige Schotter unter geringer Bedeckung vor. Sie stellen die Sedimente aller dem Alpen- und Moränenraum entspringenden Täler bzw. diesen vorgelagerten Ebenen und bauen deren begleitende Terrassen (vor allem **Niederterrassen**) auf. Diese weit verbreiteten Rohstoffpotenziale werden nahezu überall genutzt (vgl. Abb. 12). Ihre günstige räumliche Verteilung erlaubt meist sogar verbrauchernahe Gewinnung. Allerdings ist der Großteil dieser Kieslagerstätten von Grundwasser erfüllt. Erst in Moränennähe heben sich die dort mächtig entwickelten Schotter teilweise oder ganz über das Grundwasser heraus.



Abb. 12: **Nassabbau von Niederterrassenkies bei Derching, nordöstlich Augsburg**

● **Kiese und Sande in Nordbayern**

– **Flusssande**

Die Tal- und Terrassensedimente der nordbayerischen Flüsse (Main, Regnitz-System, Naab) sind auf vergleichsweise schmale Talräume beschränkt. Das geogene Potenzial an Rohstoffen wird durch die Nutzungs- und Siedlungsachsen der Talräume zusätzlich eingeengt.

Die Sedimentinhalte sind vorherrschend sandiger Ausbildung. Kiese sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Liefergebiet in sehr unterschiedlicher Weise zugemischt, fast immer aber besteht Mangel daran.

Im Regnitzsystem treten hochgelegene, tiefe, sandgefüllte Flussrinnen abseits der heute bestehenden Täler auf. Strukturen und Lagerstätten dieser Art sind selten, wenn vorhanden aber sehr ergiebig.

– Flugsande

Gebietsweise, so z. B. im Aschaffenburg-Raum, östlich Nürnberg, bei Neumarkt oder im östlichen Ries, bildeten sich Flugsanddecken und -dünen, die nutzbare Mächtigkeiten erreichen können. Sie treten auch zusammen mit Talsanden auf und stellen zwar räumlich begrenzte, teils aber erhebliche Sandreserven dar, die noch genutzt werden.

– Mürbsandsteine

Neben den Lockersanden der Täler und Flugsanddecken stellen einige Sandsteinabfolgen der nordbayerischen Schichtstufen grundsätzlich erschöpfliche Sandreserven dar, die allerdings im Vergleich zu den Lockersedimenten unter wesentlich erschwerten Bedingungen aufzufinden und zu gewinnen sind.

Folgende Sandstein-Einheiten kommen für eine Sandgewinnung in größerem Umfang in Betracht oder werden bereits genutzt:

- Mittlerer Buntsandstein in Oberfranken,
- Burgsandstein vor allem im südlichen Mittelfranken,
- Rhät-Lias-Sandsteine in Oberfranken,
- Kreidesandsteine vor allem der Bodenwöhrer Senke (Abb. 13).



Abb. 13: **Abbau kreidezeitlicher Sande südöstlich Amberg**

Die genannten Schichtpakete sind aufgrund der generellen Mächtigkeiten, des Schichtaufbaus, der Kornzusammensetzung und der schwachen Kornbindung als „Mürbsandsteine“ grundsätzlich zur Sandgewinnung geeignet. Die Variationsbreiten einzelner Parameter führen allerdings häufig zu Ausbildungen, die ein Vorkommen dann insgesamt von der Nutzung ausschließen. **Vor allem ist wirtschaftlicher Sandabbau nur bei hinreichend hohen, geschlossenen Sandmächtigkeiten möglich.** Relativ häufig und unregelmäßig zwischengeschaltete Feinsedimente lassen trotz weiter Verbreitung der Sandsteine ihre Nutzung nur zum geringeren Teil zu. Nutzbare Lagerstätten sind insofern nur nach relativ hohem Erkundungsaufwand aufzufinden.

– Grundgebirgszersatz

Im ostbayerischen Grundgebirge treten vor allem über grobkörnigen „Kristallgraniten“ sandig-feinkiesige Zersatzdecken auf, die sich leicht abbauen lassen. Kornaufbau und Festigkeit lassen eine Verwendung im Betonbau zwar nicht zu, eine gewisse Bedeutung liegt aber in der Möglichkeit, qualitativ höherwertige Baustoffe in manchen Bereichen, z. B. teilweise beim Straßen- und Wegebau, zu substituieren.

3.1.1.3 Lehme und Tone (Keramische Rohstoffe)

Die im Folgenden behandelte Rohstoffgruppe umfasst die Ziegelrohstoffe inklusive Mergel und Lehm (für die Fertigung von Hinter- und Vormauersteinen, Dachziegeln, Sturzschalen, Ringankerschalen, Grutwicklerziegeln, Schallschutzsteinen und Pflasterklinkern) sowie Spezialtone für die Dachziegelherstellung, die Feuerfestindustrie, die Baukeramikproduktion und andere spezielle Einsatzbereiche.

Die Hauptverbreitungsgebiete wichtiger Tone und Lehme sind aus Abb. 14 ersichtlich.

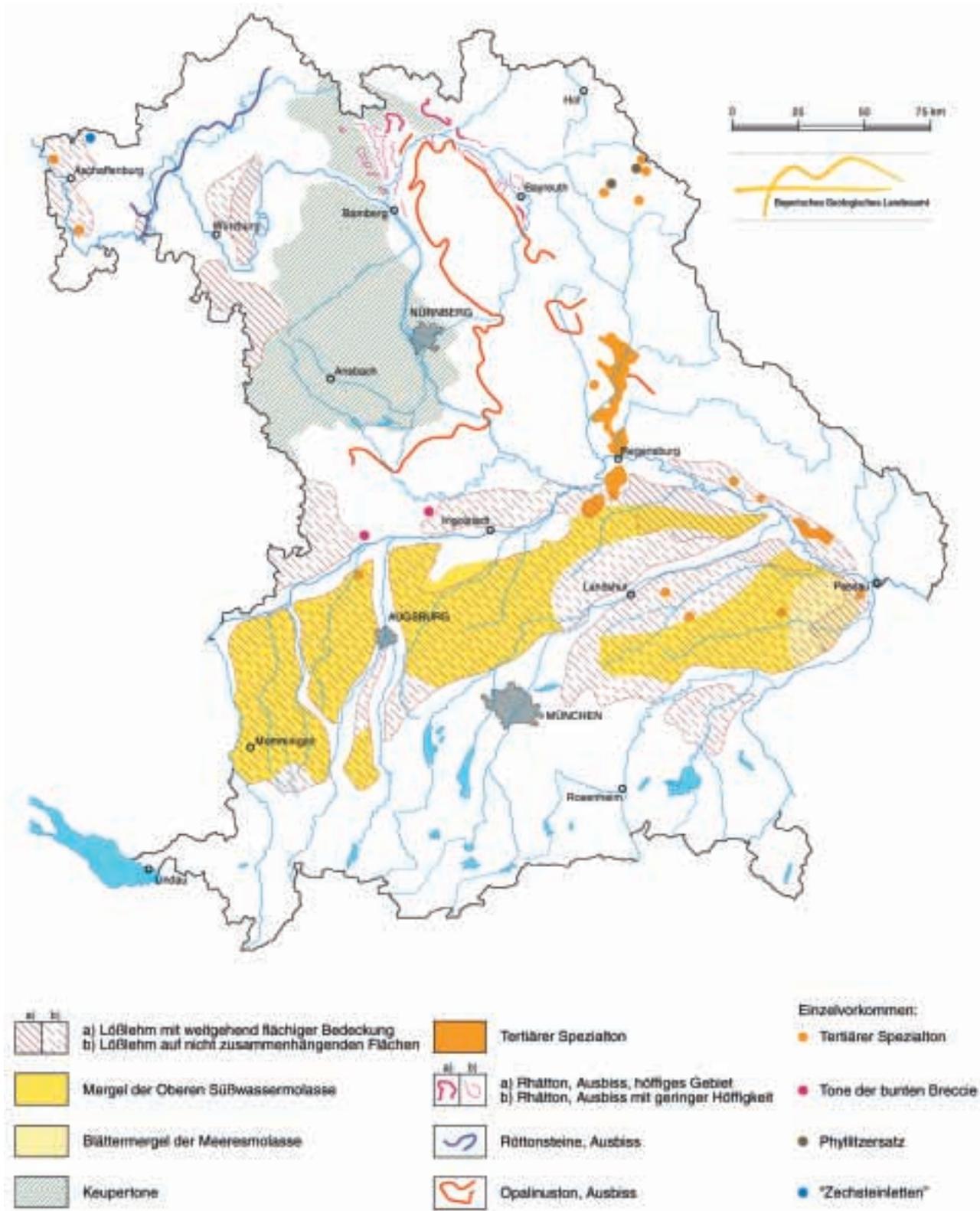


Abb. 14: Hauptverbreitungsgebiete wichtiger Tone und Lehme in Bayern

Die über 30 verschiedenen Schichtglieder, die in Bayern als keramische Rohstoffe genutzt werden, lassen sich nach Genese und Eigenschaften in fünf Gruppen einteilen.

- Meeresablagerungen,
- Süßwassermergel des Voralpenraumes (Molasse),
- Vom Wind abgelagerte Sedimente: Löß und Lößlehm,
- Verwitterungsbildungen aus kristallinen Gesteinen,
- Karbonatfreie, plastische Süßwassertone.

• Meeresablagerungen

Die Vorkommen von tonigen Meeresablagerungen sind fast ausschließlich auf das Schichtstufenland Nordbayerns beschränkt. Die weite Verbreitung und die großen Schichtmächtigkeiten sowie die in der Regel gute geologische Kenntnis wirken sich vor allem bei der Prospektion positiv aus. Von den keramotechnischen Eigenschaften sind gute Trockeneigenschaften und das geringe Gewicht des gebrannten Scherbens hervorzuheben. Als nicht erwünschte Eigenschaften dieser Rohstoffe sind stückiger Kalkgehalt, Gipsführung, Mergelsteinbildung und Sandsteinlagen zu erwähnen. Beim Brennen kann Schwarzkernbildung auftreten. Die Bläheigenschaft einiger dieser Rohstoffe ist beim Ziegelbrand möglichst zu unterdrücken, bei der Herstellung von Blähgranulat dagegen erwünscht.

Zu den genutzten Schichtgliedern zählen die:

- Zechsteintone im Vorspessart,
- Röttone des Buntsandsteins im Raum Bad Neustadt/Saale-Würzburg,
- Keupertone im Vorland der Frankenhöhe und des Steigerwaldes sowie im Raum westlich Nürnberg (Abb. 15),
- Juratone am Fuße des Albtraufes,
- Blättermergel der Meeresmolasse südlich Passau.



Abb. 15: **Tongrube Langenzenn in Mittelfranken**

● **Tertiäre Süßwassermergel des Voralpenraumes (Molasse)**

Die Verbreitung der Mergel reicht vom Inn bis zur Iller im Westen und vom Moränengürtel bis zur Donau. Die als Stillwassersedimente eines weit ausgreifenden Flusssystemes abgesetzten Mergel wechseln mit Sand und Kiesschichten ab. Die Häufigkeit ihres Auftretens nimmt von Osten nach Westen zu. Hauptsächlich ihr Karbonatgehalt bestimmt die technischen Eigenschaften.

Die Vorteile dieser Ziegelrohstoffe liegen in der guten Plastizität und in den Trockeneigenschaften. Herauszuheben ist auch der poröse Scherben, der die Wärmedämmung bedingt. Mit dem Trend zum Abbau größerer Lagerstätten wird sich der Prospektionsaufwand erhöhen, da größere Areale gleichmäßiger Rohstoffvorkommen – insbesondere feinverteilter Kalk – aufgrund der fluviatil-limnischen Sedimentation nur relativ selten gefunden werden.

● **Löß und Lößlehm**

Die in mehreren „Generationen“ (Eiszeiten) vom Wind antransportierten und anschließend verwitterten Sedimente sind nahezu bayernweit verbreitet. Lagerstättenbildend, d. h. mit Mächtigkeiten über drei Meter ausgebildet, sind sie meist nur dort, wo Material aus mehreren Eiszeiten übereinander liegt und vor Erosion geschützt war. Hauptverbreitungsgebiete sind die südliche Frankenalb mit dem nach Südosten anschließenden Tertiärhügelland sowie die Altmoränen und Hochterrassen (Abb. 16) bis zum Jungmoränengürtel, die altpleistozänen Schotterplatten zwischen Lech und Iller und das Vorland von Steigerwald und Frankenhöhe bis in den Vorspessart.



Abb. 16: **Abbau von Lößlehm über Hochterrassenkies bei Benningen, südöstlich Memmingen**

Als jüngste Bildungen besitzen diese Vorkommen den Vorteil, dass sie praktisch keinen Abraum aufweisen. Vor allem ältere Lößlehme zeigen gute plastische Eigenschaften und in gebranntem Zustand hohe Druckfestigkeit.

Bei der Prospektion ist man auf Bohrungen oder tiefe Schürfe angewiesen, da die Lößlehmdecke zwar weitverbreitet, aber nicht überall die entsprechende Mächtigkeit und von Kalkkonkretionen freie Qualität aufweist.

● **Verwitterungsbildungen aus kristallinen Gesteinen**

Von diesen Rohstoffen spielen lediglich die zu Tonen verwitterten feinkörnigen Phyllite eine gewisse Rolle. Die Verwitterungsprodukte gröberkörniger Gesteine (Gneise, Granite) besitzen in der Regel zu wenig Tonanteil und zu hohem Sandanteil, um die gewünschten plastischen Eigenschaften zu erreichen. Meist werden letztgenannte Substrate nur als Magerungsmittel eingesetzt.

● **Feuerfeste, plastische Süßwassertone**

Zu diesen Tonen zählen in erster Linie die sogenannten Rhättone in Oberfranken und die jungtertiären Tone mit ihrem Hauptverbreitungsgebiet in Ostbayern (Urnaabsystem und Randbuchten des Bayerischen Waldes). Kleinere Vorkommen liegen an der Zusammenmündung, zwischen Landshut und Eggenfelden sowie im Aschaffener Raum.

Der hohe Aluminiumgehalt und das Fehlen von Karbonat bedingen die Feuerfestigkeit dieser Tonrohstoffe und damit ihren weitgefächerten Einsatzbereich. Etwa zwei Drittel der abgebauten Rohstoffe werden wegen

ihrer hohen Plastizität in der Dachziegelproduktion eingesetzt. Weitere Produkte sind unter anderem Fliesen, Spaltplatten, Sanitärkeramik, Schamotte, Steinzeug- und Kaminrohre. Besitzen diese Tone zusätzlich noch besondere Eigenschaften wie hohen Weißgrad oder besondere Kornfeinheit, werden sie europa- und weltweit als Engobe (Gussmasse zum Überziehen keramischer Erzeugnisse, die selbst aus unreinen Tönen hergestellt sind oder einen grobkörnigen Scherben besitzen) oder Bleistiftton vertrieben.

3.1.1.4 Industrieminerale

Industrieminerale sind besonders wertvolle, vorwiegend monomineralische Rohstoffe, die zu speziellen Zwecken verarbeitet werden. Ihre Hauptverbreitungsgebiete sind aus Abb. 17 zu ersehen.

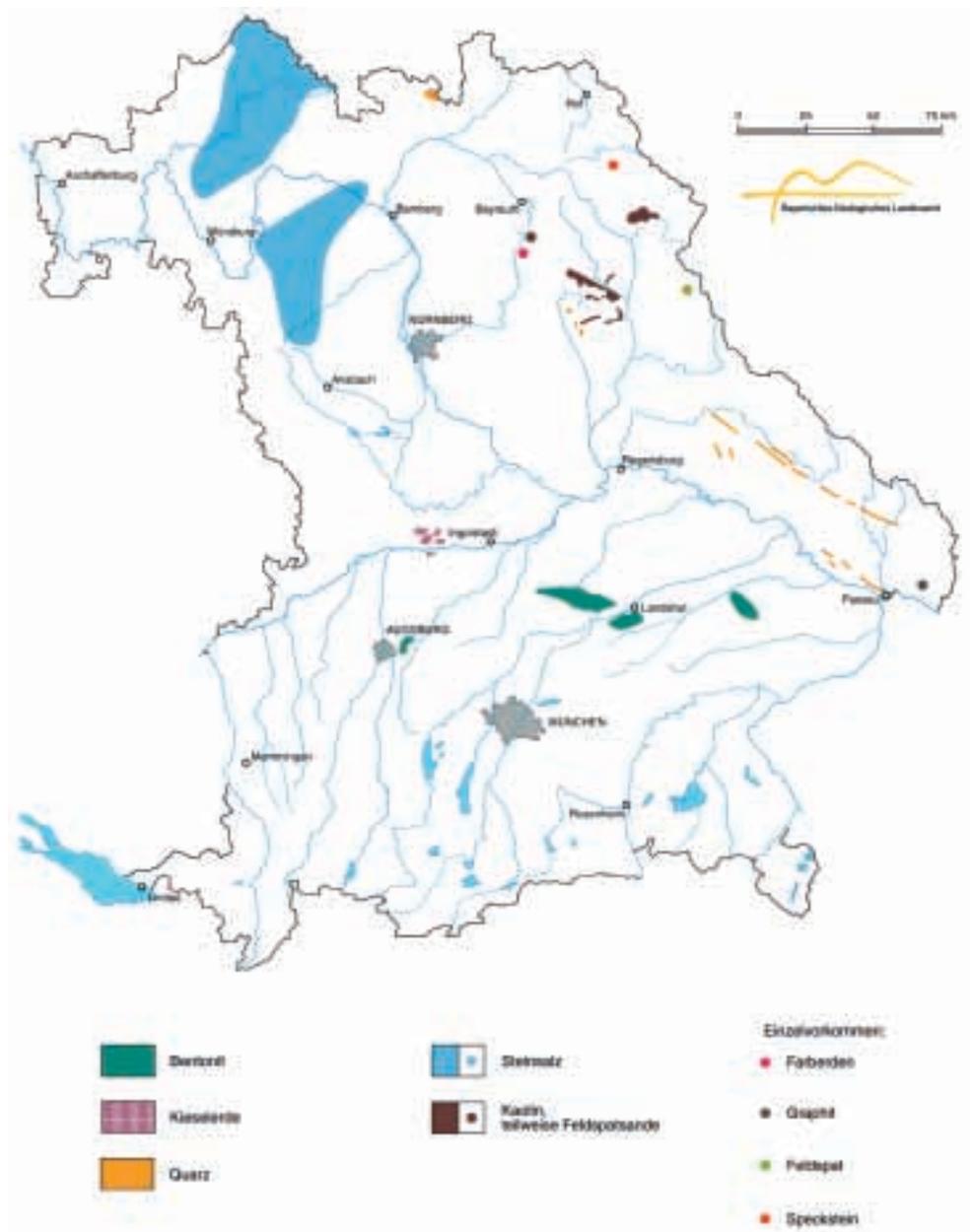


Abb. 17: Hauptverbreitungsgebiete von Industriemineralen in Bayern

● Kaolin

VORKOMMEN

Kaolin ist ein Sammelbegriff für eine Mischung aus Tonmineralen, deren wichtigster Bestandteil Kaolinit ist. Kaolin entsteht bei der Verwitterung feldspathaltiger Gesteine (z. B. Granite, Buntsandsteine). Im Raum Hirschau-Schnaittenbach (Abb. 18) und Tirschenreuth liegen die bedeutendsten bayerischen Kaolinlagerstätten. Die Mächtigkeit der bauwürdigen Schichten schwankt je nach Lagerstätte zwischen 10 und 60 m.

In allen Gruben wird als beibrechendes Material auch Feldspat und Quarzsand gewonnen, der Anteil des Kaolins an der Zusammensetzung des bauwürdigen Rohstoffs beträgt lediglich 10–30%.

Um die Jahresproduktion von ca. 400.000 t Kaolin erzeugen zu können, muss also mehr als die fünffache Menge an Rohmaterial abgebaut werden.



Abb. 18: **Abbau von Kaolin durch Schaufelradbagger, Hirschau, Oberpfalz**

VERWENDUNG

Der Hauptanteil (über 60%) der Kaolinproduktion geht in die Papierindustrie. Hier werden vor allem Kaoline mit einem geringen Abrasionswert und einem hohen Weißgrad bevorzugt, die als Füllstoff und als Streichpigment Verwendung finden. Weitere Einsatzgebiete sind die Keramikindustrie (vor allem zur Porzellanherstellung), die Glasfaser- und die Bauzulieferindustrie.

● Feldspat und Feldspatsande

VORKOMMEN

Derzeit beschränkt sich die Gewinnung von Feldspat überwiegend auf die Kaolinlagerstätten – dort fällt Feldspat als wichtiges „Nebenprodukt“ an. Der in der Industrie geläufige Name „Pegmatitsand“ bezeichnet feldspatführende Sande (sogenannte Arkosen), die mit Pegmatiten (sehr grobkristalline Quarz-Feldspat-Glimmer-Gesteine) genetisch nichts gemein haben. Feldspatsande treten im Mittleren Buntsandstein vor allem in der Oberpfalz aber auch in Oberfranken auf. Die Abbaumächtigkeiten der Gruben sind aus Gründen technisch-wirtschaftlicher Möglichkeiten bzw. aus Gründen des Grundwasserschutzes selten höher als 20 m, obwohl der Rohstoff in bis 80 m mächtigen Schichten auftritt.

Bei Waidhaus (Oberpfalz) wird in der Silbergrube ein Feldspat-Aplit-Gang abgebaut, der zu 70% aus Feldspat und zu 30% aus Quarz besteht.

VERWENDUNG

Bei der Herstellung verschiedener Glassorten (Flach-, Hohl-, Zieh- und Pressglas) finden feldspathaltige Massen Verwendung. Eingesetzt werden Feldspatsande auch in der Baukeramik und der Porzellanindustrie (Geschirr-, Elektro- und Sanitärporzellan). Eine wichtige Rolle spielt Feldspat auch bei der Produktion von Glasuren, Emaille, Schleifscheiben und Elektroden.

● Speckstein

VORKOMMEN

Speckstein bzw. Talk kommt in Bayern am Rand der Münchberger Gneismasse, im Fichtelgebirge sowie im Großraum Erbendorf (nördliche Oberpfalz) vor.

Talke und Specksteine entstanden durch Umwandlung von Serpentiniten und Marmoren, welche mit hydrothermalen Lösungen in Kontakt kamen.

Die Mächtigkeiten der Speckstein-Lagerstätten schwanken stark. Speckstein tritt nicht in großen Körpern auf, sondern oft nur in kleineren Partien („Nestern“), die beim Abbau sorgsam ausgelesen werden müssen.

Derzeit wird Speckstein in einer Grube bei Göpfersgrün („Johanneszeche“) und einer Grube in der Gemeinde Erbendorf, Gemarkung Wetzelndorf im Tagebau gewonnen. Das Vorkommen der „Johanneszeche“ entstand durch Umwandlung (Metasomatose) des dolomitischen Wunsiedler Marmors.

VERWENDUNG

Speckstein („Talkum“) dient als Bestandteil keramischer Massen der Herstellung hochwertiger und stoßbeständiger Produkte (z. B. in der Elektrokeramik). Außerdem findet er Absatz in der Fliesenindustrie und bei Feuerfestprodukten. Feinstgemahlene Talkumpulver dienen als Binde- und Fließhilfsmittel. Die hochwertigsten Qualitäten finden Eingang in der Lebensmittel-, Kosmetik- und Pharma-Industrie. Verarbeitet wird Speckstein auch als Füllstoff in der Papier- und Farbmittelindustrie. Neben der Eigenschaft als Trennmittel in pulverisierter Form für Kabel, Gummi etc. wird der Speckstein aufgrund seiner leichten Bearbeitbarkeit auch von den Bildhauern geschätzt.

● Kieselerde

VORKOMMEN

Kieselerdevorkommen bestehen generell aus Resten von Kieselschwämmen, Quarzfeinsand und Kaolinit.

Kieselerde, auch Kieselkreide genannt, tritt nur nordwestlich von Neuburg an der Donau auf. Die sogenannte **Neuburger Kieselerde** ist hierbei eine sehr spezielle Ausbildung der Kieselerde, da Reste von Kieselschwämmen nicht vorhanden sind. Sie erfüllt kessel- und wannenförmige Vertiefungen und dolinenartige Einbrüche in der ehemaligen Malm-Oberfläche. Aufgrund dieser beschränkten Vorkommensweise muss eine dauernde Prospektion auf Kieselerde betrieben werden. Die Abbaudauer einer Grube, die bis 110 m tief werden kann, schwankt zwischen einem und fünfzehn Jahren.

VERWENDUNG

Neuburger Kieselerde eignet sich besonders gut als Füllstoff für Natur- und Synthetikgummi, Latex, Kunstharzmischungen, Klebstoffe, Spachtelmassen, Farben und Lacke. In diese Bereiche gehen etwa 90–95% der Produktion. Bekannt ist auch die Anwendung als Putz- und Schleifmittel. Der Exportanteil liegt nahe bei 50%.

● Bentonit

VORKOMMEN

Bentonit ist ein wertvoller Spezialton, der im Bundesgebiet nur in Bayern in abbauwürdigen Mächtigkeiten ansteht. Bentonit ist ein Verwitterungsprodukt vulkanischer Glastuffe und besteht zum großen Teil (60–90%) aus quellfähigen Tonmineralen (Montmorilloniten). Die Hauptabbaugebiete liegen im Raum Mainburg-Moosburg-Landshut (vgl. Abb. 19).

Die Bentonit-Lagerstätten liegen in Rinnen und Mulden (in kiesig-sandige Sedimente eingebettet) und sind nicht zusammenhängend. Bis jetzt gab bzw. gibt es ca. 200 Einzelvorkommen. Die Ausdehnung der Lagerstätten schwankt zwischen ca. 0,05 und 3 Hektar. Die jährliche Abbaumenge liegt bei über 500.000 t Rohbentonit.



Abb. 19: **Abbau von Bentonit bei Kreut, nordwestlich Landshut**

VERWENDUNG

Die Anwendung der Bentonite wird durch vielfältige spezielle Eigenschaften des natürlichen und des aufbereiteten Tones bestimmt (Quellfähigkeit, hohe Ionenaustauschkapazität, hohes Adsorptionsvermögen und Thixotropie). So dienen Bentonitprodukte in der Lebensmittelindustrie zur Entfärbung und Reinigung (z. B. von Zucker, Wein u. a.). In der chemischen Industrie sind Bentonite Träger von Katalysatoren und Insektiziden. Sie werden ebenso bei der Ölraffination eingesetzt. Hochwertige Qualitäten, wie sie durch selektiven Abbau erreichbar sind, haben auch Eingang in die Keramik-Industrie gefunden.

Das breite Anwendungsfeld setzt sich fort in der Pharmazeutischen Industrie (Rohstoff für Medikamente), der Gießereiindustrie (Formsandbinde), der Bohrtechnik (Bohrspülungsmittel und Bohrlochabdichtung), der Bauindustrie (Dichtungsmittel beim Bau von Dämmen und zum Bau von Schlitzwänden) und u. a. auch im Bereich des Umweltschutzes (Wasserreinigung und Deponieabdichtung). Minderwertiger Bentonit wird zu Katzenstreu verarbeitet.

● **Salz und Sole**

VORKOMMEN

Salze, d. h. vor allem Natriumchlorid, kommen in Bayern an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Tiefen vor (z. B. im Zechstein oder im Mittleren Muschelkalk in Nordbayern). Bei Bad Windsheim erfolgt die Gewinnung von Sole über Aussolbohrungen im Steinsalzlager (Kavernen) oder über die Förderung von Natursole aus Bohrlöchern.

Abbauwürdig sind aber vor allem die im sog. „Haselgebirge“ liegenden Vorkommen im Raum Berchtesgaden-Reichenhall.

Das einzige in Bayern in Abbau befindliche Salzvorkommen liegt bei Berchtesgaden. Es besitzt eine Längserstreckung von ca. 4,5 km und eine Breite von ca. 1,5 km. Sichere Vorräte sind bis 600 m unter der Talsohle nachgewiesen, das Liegende konnte bisher nicht erkundet werden.

Das Haselgebirge ist wegen seiner Einschlüsse an Ton, Anhydrit, Gips etc. für eine bergmännische Gewinnung nicht geeignet. Für eine wirtschaftliche Nutzung dieser relativ heterogenen Lagerstätte kommt nur der sogenannte „nasse Abbau“ in Frage. Dabei wird das Salz mittels (Süß-)Wasser aus dem übrigen Gesteinsverband herausgelöst und in eine konzentrierte Salzlösung (Sole) übergeführt. Technisch abbaubar sind Gebirgspartien mit mindestens 35% Natriumchlorid-Gehalt. Der durchschnittliche Salzgehalt des Haselgebirges liegt bei etwa 48%.

VERWENDUNG

Die Verwendung von Salz als Speise- und Streusalz ist allgemein bekannt (z. B. „Bad Reichenhaller Markensalz“). Neben der Verarbeitung in der Lebensmittelindustrie, der chemischen und pharmazeutischen Industrie kommt Salz auch in der Balneologie (Sole zu Badezwecken, Trinkkuren, Inhalationen) zur Anwendung.

● Graphit

VORKOMMEN

Die einzige Graphitlagerstätte in der Bundesrepublik Deutschland liegt 22 km nordöstlich von Passau in der Nähe der Ortschaft Kropfmühl. Der Graphit wird unter Tage in Flözen, die bis 6 m Mächtigkeit erreichen können, bergmännisch abgebaut. In der Regel liegt der Graphitgehalt bei 30%.

Der flockige Graphit tritt sowohl in den Flözen selbst, als auch in den die Flöze umgebenden Marmoren und Gneisen in Form von bis zu 2 mm großen „Kriställchen“ auf. Graphitflöze treten über eine Ost-West-Erstreckung von 3 km und eine Breite von 800 m auf, wobei allerdings nur wenige ausgewählte Zonen gewinnbar sind.

VERWENDUNG

Aufgrund seiner Eigenschaften (hohe Wärmeleitfähigkeit, hohe Temperaturbeständigkeit (Schmelzpunkt 3500 °C), chemische Widerstandsfähigkeit etc.) ist der Flockengraphit bestens geeignet für die Herstellung von Schmelzriegeln für die Gießereiindustrie sowie von hochfeuerfester Keramik, Kohlebürsten für Elektromotoren, Elektroden und Brennelementen für Hochtemperaturreaktoren. Graphit ist oft auch Bestandteil folgender Produkte: Trockenbatterien, Akkus, Bleistifte, Kunststoffe, Gummierzeugnisse und Hartmetalle.

● Quarz

VORKOMMEN

Der Abbau von Quarz-Rohstoffen zur Glasherstellung hat jahrhundertalte Tradition.

In Bayern wird stückiger Quarz in größerem Umfang nur noch im Bereich des Hauptpfahles zwischen Zuckenried und March abgebaut. Der **Pfahlquarz** witterte als Härtling aus den weicherer Begleitgesteinen der Pfahlzone heraus, die in Bayern eine ca. 140 km lange, in der Regel bis zu 60 m breite Störungszone darstellt. Derzeit wird der Pfahlquarz in mehreren bis zu 35 m tiefen Brüchen mittels Bohr- und Sprengarbeit abgebaut. Er wird dann auf Faustgröße gebrochen und gewaschen.

Weitere wichtige Rohstoffquellen sind **tertiäre Quarzkiese**, die in Niederbayern an vielen Stellen abgebaut werden, aber nur stellenweise einen hochreinen Rohstoff darstellen.

Als **Glassande** werden Quarzsande des Doggers mit einem hohen SiO₂-Anteil und extrem niedrigen Eisen-, Feldspat-, Tonmineral- und Schwermineralgehalten vor allem im Raum Atzmansricht-Großschönbrunn (nordwestlich Hirschau/Oberpfalz) aus einem ca. 20 m mächtigen Schichtverband in mehreren Gruben gewonnen.

VERWENDUNG

Der gebrochene Quarz vom Bayerischen Pfahl sowie ausgesuchte hochwertige Quarzkiese werden zu Calcium-Silizium-Mehrstofflegierungen, zu Silicochrom und Silicomangan sowie zu Reinstsilizium verarbeitet. Die Legierungen werden u. a. zum Desoxidieren, Legieren und Entschwefeln von Stahl verwendet. Das Reinstsilizium wird beispielsweise zu Siliziumscheiben für die Herstellung von Computerchips und Silikonprodukten weiterverarbeitet. Ebenso findet es in der Halbleitertechnik Verwendung.

Über den Einsatz von Quarzsanden als Glassande (zur Herstellung von Spezial-, Flach- und Kristallglas sowie Glasfasern) entscheidet neben dem Gehalt an Über- und Unterkorn vor allem die chemische Zusammensetzung (niedriger Eisen-Gehalt und Fehlen von glasschädlichen Schwermineralien).

Weniger hochwertiges Quarz-Material wird in der Bauwirtschaft verwendet.

3.1.2 Rohstoffströme

Mineralische Rohstoffe für den Baubereich machen mit ca. 90% in Bayern den weit überwiegenden Anteil der dem Boden entnommenen nutzbaren Gesteine aus. Folgende Rohstoffströme beziehen sich daher vor allem auf die mineralischen Rohstoffe für die Weiterverarbeitung zu mineralischen Baustoffen im Baubereich. Die zugrundeliegenden Daten beziehen sich auf die Jahre 1997 bis 2000.

Der Lebenszyklus eines mineralischen Baustoffes beginnt bei der Gewinnung von mineralischen Rohstoffen (Rohstoffproduktion) und verläuft über die Herstellung von Baustoffen (Baustoffindustrie), den Einsatz von Baustoffen zur Errichtung und zum Umbau von Bauwerken (Bauindustrie) bis hin zum Abriss dieser Bauwerke und der Wiederverwendung über die Baustoffrecycling-Industrie, aber auch zur Verfüllung der ehemaligen Abbauflächen, zum Erdbau o.ä. oder zur Ablagerung von Baureststoffen auf Deponien.

Recycling-Baustoffe sind Sekundärrohstoffe, die aus alter Bausubstanz durch Aufbereitung gewonnen werden.

Erhebliche Massen, die ebenfalls dem Boden entnommen werden, selbst aber nicht den Rohstoffen zuzuordnen sind, betreffen:

- Abraum und nicht verwertbares Gebirge, die bei der Rohstoffgewinnung anfallen und
- Bodenaushub, der bei Baumaßnahmen anfällt.
Unter Bodenaushub ist nicht kontaminiertes, natürlich gewachsenes oder bereits verwendetes Erd- oder Felsmaterial zu verstehen.

In Bayern werden jährlich rund 150 Mio t verwertbare mineralische Rohstoffe gewonnen, wovon **rund 135 Mio t im Bausektor und rund 15 Mio t in anderen Industriezweigen**, wie Keramische Industrie, Glasindustrie oder Papierindustrie eingesetzt werden.

Nach Angaben der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe beträgt der Anteil an **Abraum und nicht genutzter Förderung**, die bei der Rohstoffgewinnung durchschnittlich anfallen und auf der Abbaufläche verbleiben, in Bayern **ca. 26,5 Mio t** im Jahr. Insgesamt ergibt sich aus der Summe von Abraum und Primärproduktion eine Gesamtmenge an abgebautem Gebirge von **ca. 176,8 Mio t** pro Jahr.

Nach Erhebungen des Bayerischen Industrieverbandes Steine und Erden e.V. und des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen sind in Bayern im Jahr 2000 rund 43 Mio t Baureststoffe angefallen, davon 31 Mio t Bodenaushub, die bei Bautätigkeiten angefallen sind, sowie 12 Mio t mineralische Baureststoffe aus Abbruch und Rückbau von Bauwerken, nämlich 8,5 Mio t Bauschutt (Abb. 8) und 3,5 Mio t Straßenaufbruch (Abb. 20). Hinsichtlich der Mengen von Baustellenabfällen, die in der Statistik nicht aufgeführt wurden, kann man von rund 0,5 Mio t ausgehen. Sie werden in der Regel deponiert.

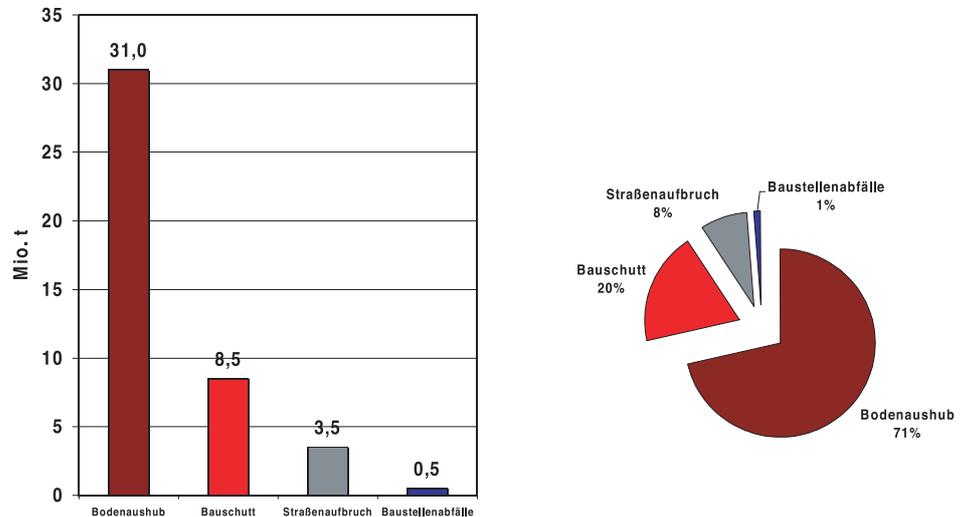


Abb. 20: **Baureststoffe in Bayern im Jahr 2000**

(Quelle: Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V. und Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen)

Von 3,5 Mio t angefallenem Straßenaufbruch im Jahr 2000 wurden **2,9 Mio t** vor Ort – teilweise nach Aufbereitung in Asphaltmischanlagen – direkt wieder eingesetzt; 0,6 Mio t auf Deponien beseitigt. Das entspricht einer Recyclingquote von rund 83%.

Die aktuellste Statistik zur Zusammensetzung des Bauschuttaufkommens der Fachabteilung Baustoffrecycling des Bayerischen Industrieverbandes Steine und Erden e.V. (Tab. 8) erfolgte für das Jahr 1999 nach dem neu eingeführten Abfallschlüsselsystem des Europäischen Abfallkatalogs (EAK). Von 8,5 Mio t Bauschutt werden rund 5,2 Mio t in Bauschutt-Recycling-Anlagen aufbereitet. Davon können **4,9 Mio t** in der Bauindustrie oder über die Recycling-Baustoff-Herstellung in der Bauindustrie eingesetzt werden. Das entspricht einer Recyclingquote von 58% und einer Substitutionsquote (bezogen auf die Rohstoffproduktion für den Bausektor mit 135,3 Mio t) von 3,6%.

Die Reststoffe aus der Baustoffrecycling-Industrie in Höhe von 0,3 Mio t werden in Gruben und Brüchen verfüllt oder deponiert. Aus der Bauindustrie selbst fällt ebenfalls Bauschutt an, der nicht wieder im Hoch- oder Tiefbau verwertet werden kann, sondern ebenfalls zur Verfüllung eingesetzt oder abgelagert wird.

Tab. 8: **Definition, Zusammensetzung und Aufkommen von Bauschutt in Bayern 1999**
 (Quelle: Fachabteilung Baustoffrecycling im Bayerischen Industrieverband Steine und Erden e.V.)

Bauschutt	Abfallschlüssel nach EAK	Zusammensetzung/Beispiele	Aufkommen 1999 in Bayern
<i>Anlieferung Recyclingbetriebe und Verfüllbetriebe</i>			
Beton	170101	Aufbruch aus Betonstraßen, Betonbruch, Estriche, Mörtel	3 Mio t
Ziegel	170102	Dachziegel, Mauerwerksbruch, Tongestein	0,5 Mio t
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	170701	gemischter mineralischer Bauschutt, Gemische aus Beton, Ziegel, Mauerwerk, Keramik, Steine	3 Mio t
Zwischensumme			6,5 Mio t
<i>Anlieferung Verfüllbetriebe und Bauschuttdeponien</i>			
Zwischensumme			2 Mio t
Gesamtsumme			8,5 Mio t

Insgesamt ergibt sich aus Straßenaufbruch (2,9 Mio t) und Bauschutt (4,9 Mio t) eine Gesamtproduktion an Recycling-Baustoffen in Bayern von 7,8 Mio t/Jahr.

Diese Recycling-Baustoffe in Höhe von 7,8 Mio t/Jahr werden hauptsächlich für den Straßen- und Wegebau (vor allem Frostschutzschichten, Schottertragschichten) und für den Erdbau (z. B. Verfüllungen, Bodenverbesserung, Rekultivierung, Landschafts- und Deponiebau etc.) eingesetzt (Abb. 21). Nur 2% finden wieder im Hochbau als Betonzuschlag Verwendung. Gründe hierfür sind vor allem die hohen Anforderungen an die Baustoffeigenschaften. Für die restlichen Recycling-Baustoffe fehlen Angaben zum Verwendungszweck.

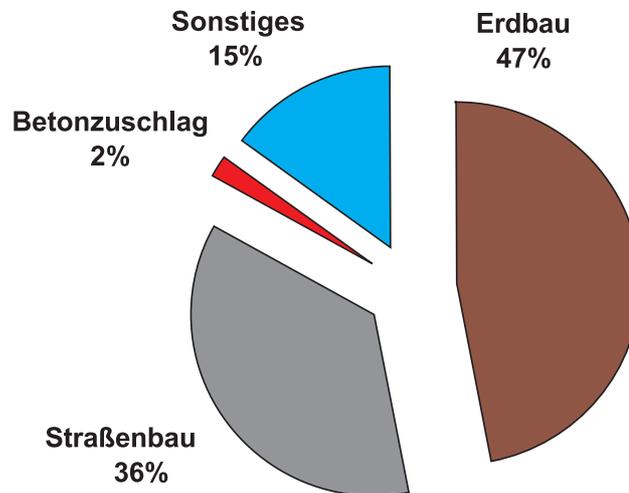


Abb. 21: **Verwendung der Recycling-Baustoffe in Bayern 1999**
 (Quelle: Fachabteilung Baustoffrecycling im Bayerischen Industrieverband Steine und Erden)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Substitutionsquote aus Recycling-Baustoffen mit ca. 5,8% (7,8 Mio t bezogen auf die Rohstoffproduktion für den Bausektor von 135,3 Mio t) relativ gering ist und die Gewinnung natürlicher mineralischer Rohstoffe auch künftig nicht in größerem Umfang ersetzen kann.

Massenrohstoffe (z. B. Kies und Sand, Lehm und Ton, Natursteine) sowie Recyclingmaterial (z. B. Bauschutt) sind vor allem aufgrund ihrer hohen Gewichte und Volumina sehr „transportkostenempfindlich“; d. h. schon bei einer Entfernung von ca. 30–40 km werden die Gestehungskosten in der Regel von den Transportkosten übertroffen. **Dies bedingt, dass Importe und Exporte beim weitaus überwiegenden Teil der mineralischen Rohstoffe in Bayern mengenmäßig vernachlässigbar sind.** Export und Import finden lediglich bei den seltenen und besonders wertvollen mineralischen Rohstoffen statt, wenn diese z. B. in Bayern oder dem Ausland nicht vorkommen, in erforderlichem Umfang oder Qualität nicht verfügbar sind oder nicht zu den jeweiligen Marktpreisen angeboten werden können (z. B. Naturwerksteine oder spezielle Industriemineralien – siehe Kapitel 2.1.2). Das Verhältnis von Import und Export mineralischer Rohstoffe in Bayern wird statistisch zahlenmäßig nicht erfasst, da die Bilanz von Import und Export mineralischer Rohstoffe mengenmäßig vernachlässigbar ist.

Die folgende Abb. 22 verdeutlicht in schematisierter Form die relativ komplexen Rohstoff- und Baustoffflüsse in Bayern.

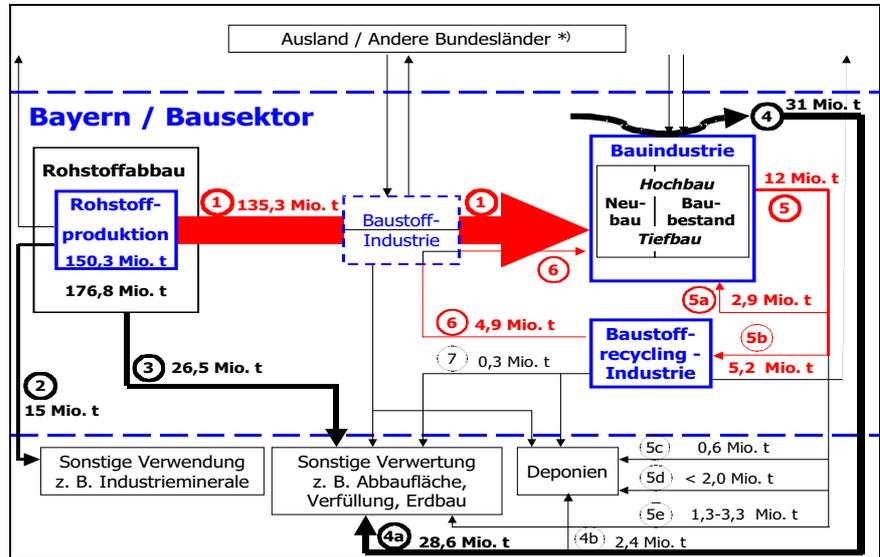


Abb. 22: **Rohstoff- und Baustoffflüsse in Bayern (Mio t/a) (Daten von 1997/2000)**
 (Quelle: Lehrstuhl für Wassergüte- und Abfallwirtschaft, TU München)

*) Export/Import der Massenrohstoffe mengenmäßig zu vernachlässigen

- (1): Rohstoffe, die direkt in der Bauindustrie verbaut oder in der Baustoff-Industrie zu Baustoffen veredelt werden
- (2): Rohstoffe zur sonstigen Verwendung außerhalb des Bausektors (z. B. Industrieminerale)
- (3): Abraum und nicht genutzte Förderung (in der Regel auf der Abbaufläche verbleibend)
- (4): bei Bautätigkeiten anfallender Bodenaushub, der
 - (4a): verwertet oder
 - (4b): deponiert wird
 - (4c): in der Bauindustrie anfallende Baureststoffe
 - (4d): Straßenaufbruch, der vor Ort wieder eingesetzt wird
 - (4e): Bauschutt, der in Bauschutt-Recycling-Anlagen aufbereitet wird
- (5): in der Bauindustrie anfallende Baureststoffe
 - (5a): Straßenaufbruch, der vor Ort wieder eingesetzt wird
 - (5b): Bauschutt, der in Bauschutt-Recycling-Anlagen aufbereitet wird
 - (5c): deponierter Straßenaufbruch
 - (5d): deponierter Bauschutt
 - (5e): verfüllter oder zum Erdbau eingesetzter Bauschutt
- (6): aufbereiteter Bauschutt, der direkt in der Bauindustrie eingesetzt wird oder aus dem in der Baustoffindustrie Baustoffe hergestellt werden
- (7): Reststoffe aus der Baustoffrecycling-Industrie, die verwertet (z. B. Verfüllung, Erdbau) oder auf Deponien beseitigt werden
-: Stoffströme ohne belastbare oder bekannte Daten, die z. T. vernachlässigt werden können
- : Stoffströme, die für die Prognose hinsichtlich zukünftigem Roh- und Baustoffbedarf wichtig sind

3.1.3 Bedarf und Vorräte

3.1.3.1 Gesamtprognose bis 2010

Der zukünftige Bedarf an mineralischen Rohstoffen ist abhängig von einer Vielzahl gesellschaftlicher, wirtschaftlicher, politischer, technischer, umweltschutzrelevanter und rechtlicher Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen. Hauptfaktoren für den zukünftigen Bedarf sind die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung und das Bauvolumen (Tab. 9). Es wird für diese Prognose angenommen, dass die Entwicklung in Bayern analog der gesamtdeutschen Entwicklung verläuft.

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung legt daher für die langfristige Entwicklung der verbrauchswichtigen Steine- und Erdenrohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland einen Zeithorizont bis 2010 an. Folgende Rahmendaten werden dieser Prognose zugrunde gelegt (Tab. 9):

Tab. 9: **Entwicklung der Bevölkerung und des Bauvolumens in der Bundesrepublik Deutschland (hochgerechnet nach Zahlen von 1995)**
(Quelle: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung; 1999)

Jahr	1996	2005	2010
Bevölkerung in Mio	81,6	83,2	83,1
Bausektor	Bauvolumen in Mrd Euro		
Wohnungsbau	46,675	42,744	46,834
Gewerblicher und öffentlicher Hochbau	30,013	27,865	30,320
Hochbau insgesamt	71,688	70,609	77,154
Tiefbau	24,067	23,622	25,002
Straßenbau	11,494	11,913	12,680
Insgesamt	107,249	106,144	114,836

Der aktuelle und prognostizierte Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Recycling-Baustoffen ergibt sich aus Tab. 10.

Tab. 10: **Aktueller Verbrauch sowie Prognose für Rohstoffe und Recycling-Baustoffe**
 (Quellen: Lehrstuhl für Wassergüte- und Abfallwirtschaft, TU München: eigene Berechnungen;
 Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V., Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung,
 Schmidt Consult)

Aktueller Verbrauch 1997/2000 (Bayern) bzw. 1997 (BUND)					
Rohstoffe	Bayern			BUND	Anteil Bayern an BUND [%]
	Hochbau [Mio t]	Tiefbau [Mio t]	Summe [Mio t]	Summe [Mio t]	
Sand und Kies	39,5	39,6	79,1	369,5	21%
Naturstein	5,3	29,7	35,0	202,5	17%
Ton und Lehm	10,0	0,0	10,0	21,7	46%
Sonstiges	n.b.	n.b.	11,2	46,7	24%
<i>Summe Bausektor</i>	54,8	69,3	135,3	640,4	21%
Verwendung außerhalb des Bausektors	—	—	15,0	71,2	—
Summe Primärrohstoffe	—	—	150,3	711,6	21%
Straßenaufbruch	0,0	2,9	2,9	—	—
Bauschutt	0,1	4,8	4,9	—	—
Summe Recycling-Baustoffe	0,1	7,7	7,8	54,0	14%
Summe mineralische Rohstoffe	—	—	158,1	—	—

Prognostizierter Verbrauch 2010 (Bayern und BUND)					
Rohstoffe	Bayern			BUND	Anteil Bayern an BUND [%]
	Hochbau [Mio t]	Tiefbau [Mio t]	Summe [Mio t]	Summe [Mio t]	
Sand und Kies	42,6	42,7	85,3	398,4	21%
Naturstein	6,0	33,8	39,8	230,1	17%
Ton und Lehm	10,3	0,0	10,3	22,4	46%
Sonstiges	—	—	11,6	48,5	24%
<i>Summe Bausektor</i>	—	—	147,0	699,4	—
Verwendung außerhalb des Bausektors	—	—	16,3	77,7	—
Summe Primärrohstoffe	—	—	163,3	777,1	—
Straßenaufbruch	—	—	4,8	—	—
Bauschutt	—	—	8,2	—	—
Summe Recycling-Baustoffe	—	—	13,0	90,0	14%
Summe mineralische Rohstoffe	—	—	176,3	—	—

Nach der Prognose der Technischen Universität München ergibt sich:

- Im Prognosezeitraum von 2000–2010 wird der Bedarf an Primärrohstoffen von 150,3 Mio t auf 163,3 Mio t steigen. Dies entspricht einer Steigerung von 8,6% in 10 Jahren.

- Der Verbrauch an Recycling-Baustoffen kann im gleichen Prognosezeitraum von 7,8 Mio t auf 13,0 Mio t steigen, was einer Steigerung von 66,7% entspricht. Dies ist vor allem begründet durch eine zu erwartende deutliche Erhöhung des Bauschutt-aufkommens. Die Substitutionsquote aus Recycling-Baustoffen steigt im Prognosezeitraum somit von bisher 5,8% auf 8,8% (bezogen auf die jeweilige Rohstoffproduktion für den Bausektor).

- Insgesamt ergibt sich eine prognostizierte Steigerung des Bedarfs an mineralischen Rohstoffen von 158,1 Mio t in 2000 auf 176,3 Mio t in 2010. Dies entspricht einer Steigerung von 11,5%.

3.1.3.2 Prognosen für die einzelnen Rohstoffe

- **Festgesteine**

Es ist zweckmäßig, die breite Palette der in Bayern abgebauten Festgesteine nach der Art ihrer Verwendung zu gruppieren und zu beurteilen:

- **Festgesteine, die in gebrochener oder gemahlener Form vor allem im Hoch-, Tief- und Verkehrswegebau verwendet werden:**

Hartsteine dieser Art werden durch güteüberwachte Betriebe an vielen Stellen gewonnen:

Nördlich der Donau:	ca. 115 Steinbrüche
Alpiner Raum:	5 Steinbrüche

Auch wenn in festgesteinsfreien Räumen (zentrales Mittelfranken, Gebiet zwischen Donau und Alpen) weitere Transportwege in Kauf zu nehmen sind, ist die Versorgung, gemessen am **Vorhandensein** nutzbarer Vorräte, zeitlich **nahezu unbegrenzt möglich**.

Innerhalb dieser Gruppe der Festgesteine sind solche hervorzuheben, die sich durch **besonders hohe Qualität** (vor allem Festigkeit) auszeichnen. Hierzu gehören in Bayern vor allem Basalt, Diabas, Rhyolit, Serpentin und Diorit in idealer Ausbildung. Gesteine dieser Art können besonderen Verwendungen zugeführt werden (z. B. dem Bau von Straßen für Schwerlastverkehr oder von Bahnstrecken). Die Vorkommen dieser besonders harten Gesteine, die in etwa 25 Steinbrüchen gewonnen werden, liegen teils als gering dimensionierte Körper, teils aber auch im Verband mit minderen Qualitäten vor, d. h. die erschlossenen Vorräte sind in der Regel begrenzt. Dies zeigt sich immer wieder in **der Erschöpfung von Lagerstätten**.

Hinzu kommen Einschränkungen durch gesteins- und standortbedingte Besonderheiten landschaftlicher oder floristischer Art.

Von ehemals etwa zehn in der Rhön betriebenen Steinbrüchen produziert heute z. B. nur noch ein Betrieb.

Insofern zeichnet sich insgesamt langfristig eine Verknappung an hochwertigen Hartsteinen ab. Dieser ist durch vorausschauende Erkundung entsprechender Vorkommen z. B. auf dem Sektor der Gesteinsgruppe „Diabas“ zu begegnen.

– Gesteine, die zu Werksteinen verarbeitet werden:

Auf dem Sektor der Werksteinproduktion spielt Bayern dank zahlreicher Vorkommen eine **herausragende Rolle**. Die Vielfalt und jeweilige Vorratslage der einzelnen Werksteinreviere können hier nicht ausführlich behandelt werden. Zusammenfassend sind folgende wesentliche Fakten und Tendenzen herauszustellen:

Die Gewinnung und Verarbeitung bayerischer Werksteine ist starker **inländischer**, vor allem aber auch **ausländischer Konkurrenz** ausgesetzt. Der Grund hierfür liegt in den in Relation zum Wert der Produkte geringen Frachtkosten – im Gegensatz zu den Massenrohstoffen (siehe Kapitel 2.1.2).

Werksteinindustrie hat sich dort entwickelt und bis heute erhalten, wo geologische Voraussetzungen vorhanden sind und die Produkte dem Konkurrenzdruck standhalten. Zu beachten ist hierbei, dass gerade das Aussehen von Werksteinen Modetrends unterliegt, die den Bedarf und damit die Intensität der Gewinnung wesentlich beeinflussen.

Zentren der Werksteingewinnung mit konzentriertem, in zahlreichen Steinbrüchen betriebenen Abbau bestehen heute in den Räumen:

- Hauzenberg: Granit
- Erkertshofen–Titting: „Juramarmor“
- Solnhofen und Eichstätt: Plattenkalksteine
- Kirchheim: Muschelkalk.

Alle vier Gebiete verfügen insgesamt über vorhandene und gesicherte Vorräte bis durchschnittlich 30 Jahre. Allerdings ist die Vorratslage der einzelnen Betriebe sehr unterschiedlich zu beurteilen. Fallweise tritt auch akute Verknappung auf.

Außerhalb der genannten Zentren bestehen einzelne oder örtlich gruppierte Steinbrüche, vor allem im Bayerischen Wald, Oberpfälzer Wald und im Fichtelgebirge (Granite), in den Haßbergen und im Südspessart (Sandsteine) oder im Raum Treuchtlingen (Jurakalkstein).

Auch hierbei gilt: Während die Vorratslage, gemessen am Vorhandensein nutzbarer Gesteine, insgesamt als zeitlich nahezu unbegrenzt anzusehen ist, können durchaus in allen Räumen **betriebsbezogene Verknappungen oder eine Erschöpfung von Lagerstätten** auftreten, die einen rechtzeitigen Ausgleich durch Erkundungen und entsprechende Neuaufschlüsse erforderlich machen.

– Gips und Anhydrit

Die Vorratslage bei Gips und Anhydrit stellt sich unterschiedlich dar. Untertägig gewinnbarer Anhydrit im Mittleren Keuper zur Herstellung von Fließestrich ist auf ca. 45 Jahre untersucht und gesichert – weitere hoffige Gebiete sind bekannt.

Die **Gipsvorräte in Nordbayern sind jedoch knapp**. Bei dieser Feststellung ist zu berücksichtigen, dass es sich bei Gips um ein verkarstungsfähiges Gestein mit einem – im Vergleich zu anderen mineralischen Rohstoffen – sehr unregelmäßigen Lagerstättenkörper handelt. Aus der Größe der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete kann somit nicht auf die tatsächlich vorhandenen gewinnbaren Vorräte geschlossen werden. Nach Berechnungen der Unternehmen reichen die wirtschaftlich gewinnbaren Gipsvorräte im Mittleren Keuper auf Basis der bisherigen Förderung noch höchstens **20 Jahre**. Eine gewisse Entspannung ist durch die teilweise Substitution von **synthetischem Gips aus Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA-Gips)** eingetreten, der kurz- bis mittelfristig zur Verfügung steht und – in sehr unterschiedlichem Anteil – in Gipswerken Verwendung findet. REA-Gips wird in den unternehmerischen Planungen allerdings nicht als eine langfristige Rohstoffbasis angesehen, da Parameter wie beispielsweise Stromverbrauch, die in Kohlekraftwerken eingesetzten Kohlearten und Entschwefelungstechniken Änderungen unterliegen und das Substitutionspotenzial für die Gipsindustrie somit nicht langfristig kalkulierbar ist.

Neben der verstärkten Exploration auf neue Lagerstätten in die Gipsvorkommen des Mittleren Keuper wird eine wesentliche Bedeutung auch den **untertägig gewinnbaren Gipslagerstätten im Mittleren Muschelkalk** zukommen. Die hier in vermutlich bedeutenden Mengen zur Verfügung stehenden Reserven an qualitativ allerdings **weniger** hochwertigem Naturgips können in einer Zumischung von maximal 30% zum Gips aus dem Mittleren Keuper oder zu REA-Gips helfen, die knappen Gipsvorräte zu strecken.

● Sande und Kiese

Sande und Kiese werden als vielseitig in der Bauindustrie einsetzbare Rohstoffe in einer Größenordnung von rund 85 Mio t/Jahr abgebaut.

Einer prognostischen Beurteilung der potenziell gewinnbaren Rohstoffvorkommen ist die **ungleiche Verteilung von Kiesen und Sanden nach Menge und Ausbildung jeweils im Norden und Süden Bayerns** zugrunde zu legen. Trennlinie beider Rohstoffräume ist die Donau.

– Nordbayern

Die bisherige Gewinnung von Sand betraf im wesentlichen die Talbereiche der Flüsse Main, Regnitz mit Nebentälern und Naab sowie die Flugsandgebiete der Räume Aschaffenburg, Nürnberg, Neumarkt und des Rieses. Die Verbreitung dieser Sande innerhalb schmaler Talräume deckt sich

durchweg mit den Hauptachsen für Siedlung, Gewerbe und Verkehr sowie häufig mit Räumen, die ergiebige Grundwasserreserven enthalten. **Angesichts fortgeschrittener Nutzung der verbleibenden Freiräume zeichnet sich eine Verknappung nutzbarer Sande im Bereich aller genannten Räume ab bzw. ist eine solche bereits eingetreten.**

Besondere Umstände, wie z. B. die Flutung des Brombachgebietes oder der erweiterte Grundwasserschutz bei Altdorf (Wasserversorgung Nürnberg) führten darüber hinaus zu einem Ausfall bisheriger Gewinnungszentren.

Die Sandgewinnung wird noch einige Jahre aus bisher unbeanspruchten Rohstoffreserven erfolgen. Zugleich deutet sich teilweise eine Umstellung auf die Nutzung der bisher nur bereichsweise beanspruchten Mürbsandstein-Vorkommen des Berglandes der Schichtstufen an.

Während die Fortführung der seit langem praktizierten Gewinnung oberfränkischer Mürbsandsteine aus Rhät und Buntsandstein (Raum Kulmbach–Bayreuth) aus bekannten Vorräten weitergeführt und intensiviert werden kann, **müssen die Bereiche des Sandsteinkeupers (Mittelfranken) und der Kreidesandsteine (Oberpfalz – zwischen Amberg und Roding) erstmals in größerem Umfang erschlossen werden.** Entsprechende Vorräte sind zwar in ausreichendem Umfang zu vermuten, **Auffindung und Realisierung von Abbauen erfordern aber erhebliche Anstrengungen hinsichtlich unternehmerischer und planerischer Neuorientierung.**

Nur wenige der genannten Sandvorkommen führen in nennenswertem Umfang Kiese (Ausnahme: Täler von Obermain und Naab). Der Mangel an Kiesfraktion („Körnung“) ist naturbedingt und muss in weiten Teilen Nordbayerns durch Splitte aus gebrochenem Festgestein ersetzt werden.

– Südbayern

Bayern südlich der Donau ist reich an unterschiedlichen, qualitativ hochwertigen Kiesen und Sanden (Schotter) in unterschiedlicher Position und Mächtigkeit. Die Verteilung der Lagerstätten zwischen Alpenrand und Donau lässt im Allgemeinen eine transportgünstige Versorgung der Hauptverbrauchszentren zu. Hier kann es bereichsweise durch die Auswirkung von Beschränkungen der Rohstoffgewinnung auf Grund entgegenstehender Belange des öffentlichen Interesses, wie z. B. Belangen des Grundwasserschutzes, des Naturschutzes, der Landschaftspflege oder der Siedlungsentwicklung, zu einer Rohstoffverknappung kommen.

● Lehme und Tone

– Ziegelrohstoffe

Nach den gegenwärtigen Einschätzungen des Bayerischen Ziegelindustrieverbandes e.V. wird die Ziegelproduktion einen im wesentlichen **gleichbleibenden Rohstoffbedarf** im Prognosezeitraum aufweisen. Die

hierfür benötigten Abbaumengen haben sich in den letzten 20 Jahren nur sehr wenig verändert. **Es stehen auch weiterhin genügend geologische Vorräte – vor allem für die Herstellung von Hintermauersteinen – zur Verfügung.** Restriktionen ergeben sich jedoch vor dem Hintergrund technischer sowie wirtschaftlicher und ökologischer Anforderungen. Der Trend zu größeren Produktionseinheiten und einer diversifizierten Produktpalette verstärkt die Suche nach größeren Lagerstätten und die gleichzeitige Inanspruchnahme mehrerer Abbaustandorte. Die Rohstoffe werden zunehmend **nicht mehr in unmittelbarer Werksnähe zur Verfügung** stehen und einen höheren Prospektionsaufwand erfordern. Hierdurch fällt die **Rohstoffgewinnung in Zukunft als Kostenfaktor stärker ins Gewicht.** Substitutionspotenzial durch den Einsatz von Recyclingmaterial ist im Bereich der Ziegelrohstoffe in nennenswertem Umfang auch in Zukunft nicht vorhanden.

– Feuerfeste Tone und Spezialtone

Die Situation im Bereich **plastischer, feuerfester Tone und Spezialtone** für die Herstellung besonderer Produkte ist im Vergleich zu den Ziegelrohstoffen **wesentlich ungünstiger.** Diese Rohstoffe, die für die Herstellung von Baukeramik (Fliesen, Schamotte) und vor allem in der Dachziegelindustrie eingesetzt werden, sind auf wenige Bereiche beschränkt und häufig nur von geringer Ausdehnung. Nach den gegenwärtigen Erkenntnissen der Rohstofferkundung werden im betrachteten Prognosezeitraum kleinere Vorkommen erschöpft sein, insbesondere zwischen Donau und Alpen. Bei den ostbayerischen und nordostbayerischen Vorkommen wird man auf **kleinere und ungünstige Lagerstätten angewiesen** sein. Möglicherweise besteht deshalb die Notwendigkeit bei der Rohstoffgewinnung auf die **angrenzenden außerbayerischen Räume auszuweichen**, z. B. nach Hessen (Westerwald). Tonlagerstätten, die heute ganz spezielle Einsatzbereiche abdecken, wie weiße Engobetone oder Bleistifttone, die in der Regel nur untertägig zu gewinnen sind, werden voraussichtlich bereits in spätestens 20 Jahren erschöpft sein. Substitutionsmöglichkeiten auf dem Rohstoffsektor stehen hier nicht zur Verfügung.

● Industrieminерale

– Kaolin

Der für die Kaolinproduktion wichtigste Abnehmer ist die Papierindustrie. Für die Nachfrage nach Papierprodukten als Hauptverbraucher von Pigmenten wird langfristig ein Wachstum um etwa 5% erwartet, wobei gestrichene und holzfreie (also höherwertige) Papiersorten schneller in der Nachfrage steigen. Hierbei hängt es im Einzelnen vom Anteil der Zusammensetzung der jeweiligen Füll- und Weißpigmente (Kaolin, Calciumcarbonat und Talkum) ab, inwieweit der Bedarf an Kaolin steigen wird.

Die anderen Industriezweige (Keramik, Glasfaser, Bauzulieferer), in denen Kaolin verwendet wird, haben unterschiedliche Zukunftsaussichten. Die größte Steigerung ist im Bereich der Glasfasersparte zu erwarten.

Die Vorräte an Kaolin in Bayern werden bei Berücksichtigung obiger Vorgaben noch etwa 40–50 Jahre reichen.

– Feldspat und Feldspatsande

Die Nachfrage nach bestimmten Glassorten (Zieh- und Pressglas für Bildschirme und Displays), bei deren Herstellung feldspathaltige Massen verwendet werden, nimmt stetig zu.

Trotz des steigenden Bedarfs reichen die **Vorräte** nutzbarer Feldspatsande **weit über 30 Jahre**.

– Speckstein

Speckstein ist für die Herstellung von Elektrokeramik eine wichtige Komponente. Die Nachfrage nach diesen Produkten hat steigende Tendenz. Durch intensive Prospektion in den letzten Jahren – auch mit Unterstützung der rohstoffgeologischen Landesaufnahme durch Mittel des Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie – ist die **Versorgung für die nächsten 20 Jahre gesichert** worden.

– Kieselerde

Die Kieselerde wird als Füllstoff in vielen verschiedenen Produkten eingesetzt. Die Nachfragetendenz ist leicht steigend. Da Kieselerdevorkommen nicht flächig, sondern punktuell auftreten, ist ein hoher Prospektionsaufwand nötig. **Nach derzeitigem Bedarf sind Vorräte für etwa 30 Jahre vorhanden.**

– Bentonit

Bentonit ist ein Industriemineral, das in den verschiedensten Produkten oder Herstellungsprozessen zur Anwendung kommt. Eine Tendenz hinsichtlich der Nachfrage ist daher schwer abzuschätzen. Nach der derzeitigen Bedarfslage kann man davon ausgehen, dass **Vorräte für die nächsten 20–30 Jahre vorhanden sind.**

– Salz und Sole

Der Bedarf an Salz und Sole wird sich in den beiden nächsten Jahrzehnten etwa auf gleichem Niveau wie in den vergangenen Jahren bewegen. Die Vorräte reichen – bei Beibehaltung der durchschnittlichen jährlichen Abbaumenge von 240.000 t – mindestens **für die nächsten 50 Jahre**.

– Graphit

Die Nachfrage nach Flockengraphit ist unverändert hoch. Durch neue Entwicklungen (wie z. B. die Brennstoffzelle) wird das Interesse an Graphit weiter steigen. Um den Bedarf zu decken, wird Rohgraphit aus der ganzen Welt importiert und in Bayern verarbeitet. Etwa 50% des verarbeiteten Graphits werden wieder exportiert. Der heimische Graphit aus Kropfmühl konkurriert mit Graphit aus Vorkommen in China, Simbabwe, Madagaskar und Sri Lanka. Die Vorräte im heimischen Kropfmühl reichen **mindestens für die nächsten 30 Jahre**.

– Quarz

Die Beschaffung des Rohstoffes Quarz in ausreichender Menge aus heimischen Vorkommen hängt von seiner Qualität und Verwendungsmöglichkeit ab.

Die hochwertigen Quarze, die für die Ferrosilizium-Industrie (und ähnliche Zweige) benötigt werden, stammen in erster Linie aus den Pfahlquarzvorkommen. Der Quarzabbau konkurriert allerdings mit Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege, was zu weiteren Einschränkungen führen kann. Nach der derzeitigen Situation ist in den nächsten 20 bis 30 Jahren noch nicht mit einem Engpass zu rechnen. Über diesen Zeitraum hinaus **eventuell entstehende Engpässe** können allerdings **nicht** durch die Gewinnung und Aufbereitung bereits jetzt mitverwendeter ausgesuchter **Quarzkiese aus dem Bayerischen Wald** vollständig aufgefangen werden, da diese aufgrund ihrer nicht so hohen Reinheit nur bedingt als Substitute geeignet sind.

Für Behältergläser (z. B. Flaschen etc.), zu deren Herstellung weniger hochwertige Quarzsande benötigt werden, ist der Bedarf für die Zukunft unter geologisch-lagerstättenkundlichen Aspekten ausreichend gedeckt. Hier spielt auch die Verwendung von Recyclingmaterial eine nicht unmaßgebliche Rolle. Im Jahr 1999 wurden beispielsweise 81% des Behälterglases aus Altglas hergestellt.

Die wertvollen, nahezu **eisenfreien Glassandvorkommen bei Gebenbach** (Oberpfalz), die für die Produktion von Spezialgläsern verwendet werden, erfahren in den nächsten Jahren **eine Verknappung**, da prospektierte, längerfristig ausreichende Vorkommen vor allem aus wasserwirtschaftlichen Gründen nur in verringertem Umfang abgebaut werden können.

3.1.4 Rohstoffgeologische Landesaufnahme – Aktivitäten und Programm zur mittel- und langfristigen Rohstofferkundung

Unabdingbare Voraussetzung für die Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen ist die Kenntnis von deren Art, Ausbildung und Verbreitung.

Aufsuchung und Erschließung von Lagerstätten als betriebliche Rohstoffbasis sind zunächst **Anliegen und Aufgabe der jeweiligen rohstoffgewinnenden oder rohstoffverarbeitenden Unternehmen**. Über den betrieblichen Tätigkeitsbereich hinaus besteht jedoch ein grundsätzliches **gesamtwirtschaftliches Interesse**, die Lagerstätten und Vorkommen des Landes möglichst vollständig zu erfassen, Teilbereiche davon je nach Erfordernis und Möglichkeit in der Regionalplanung zu sichern und schließlich bei Bedarf einer Nutzung zuzuführen. Um für Sicherung und Gewinnung eine langfristig wirksame Basis zu schaffen, führt das **Geologische Landesamt** aufgrund seines gesetzlichen Auftrags, unterstützt durch Mittel des **Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie**, die **rohstoffgeologische Aufnahme des Landes** durch. Im Zuge dieser Erkundung werden die grundwasserwirtschaftlichen und naturschutzfachlichen Belange beachtet.

Eine wesentliche Basis für rohstoffgeologisches Arbeiten bildet die **amtliche Geologische Karte von Bayern im Maßstab 1:25.000**, die im Zuge der geologischen Landesaufnahme erstellt wird. Fehlen solche oder andere geeignete Grundlagen, sind verstärkt rohstoffgeologische, **themenbezogene Geländeaufnahmen** (Kartierungen) erforderlich.

● Datenermittlung

Die rohstoffgeologische Landesaufnahme umfasst das Ermitteln und Darstellen aller Daten und Informationen, die zur Beurteilung von Rohstoffvorkommen bzw. Lagerstätten und deren Nutzung notwendig sind.

Es sind dies folgende rohstoffspezifische Parameter:

- Lage und Ausdehnung,
- Aufbau, Form, Lagerung, Mächtigkeit,
- nutzbare Vorräte,
- Eigenschaften und Qualität,
- Gewinnung und Verwendung.

Zur Ermittlung rohstoffgeologischer Daten werden folgende Arbeiten laufend durchgeführt:

● Rohstofferkundung durch Bohrungen

Aus Haushaltsmitteln und im Auftrag des Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie führt das Geologische Landesamt Erkundungen von Rohstoffen durch. Diese Bohrerkundungen zur Aufsuchung von Rohstoffen haben in der Regel nicht die Ermittlung der Vorratsbasis bestimmter Betriebe zum Ziel, sondern werden im Vorfeld wirtschaftlicher Nutzung angesetzt. Folgende Zielsetzungen können dabei unterschieden werden:

- Akute und mittelfristige Klärung spezieller rohstoffgeologischer Fragestellungen; z. B. **Substitutionsmöglichkeit** von Rohstoffen, Aufsuchung von Rohstoffen zur **Abwendung akuter Rohstoffverknappung**, Ermittlung potenzieller **Alternativstandorte**,
- **Generelle rohstoffgeologische Landesaufnahme** nach ausgewählten Themen und Regionen,
- Verifizierung und Überprüfung von Rohstoffvorkommen und Lagerstätten zur **Verbesserung der fachlichen Grundlagen** für die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Bodenschätze in den Regionalplänen.

Die Bohrerkundungen werden in der Regel durch feldgeologische Arbeiten (z. B. Kartierung, Profilaufnahmen, Beprobungen) vorbereitet und ergänzt.



Abb. 23: **Kernbohrgerät zur Erkundung von Rohstoffen**

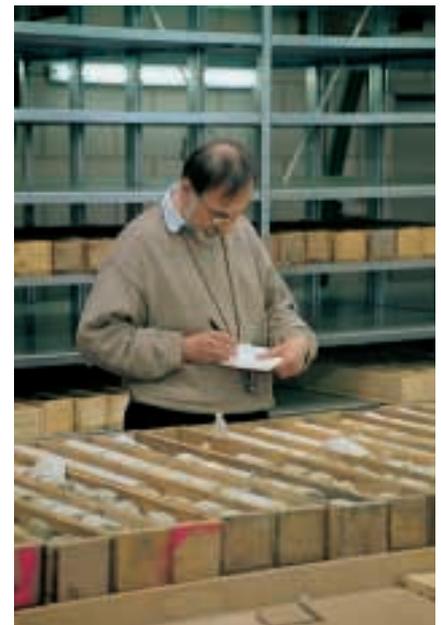


Abb. 24: **Beschreibung und Beprobung von Bohrkernen**

● **Rohstoffanalytik und Bestimmung von Kenngrößen**

Die erbohrten oder in Gewinnungsstellen und Aufschlüssen zugänglichen Rohstoffe werden nach Eigenschaften untersucht, die eine Beurteilung von Qualität und Verwendungsmöglichkeit erlauben. Die wesentlichen Kenngrößen von Gesteinen oder Rohstoffen umfassen:

- mineralogische und chemische Zusammensetzung,
- Aufbau nach Korngrößen,
- technisch-physikalische Eigenschaften.

● **Inventur der Gewinnungsstellen von Rohstoffen**

Wesentliche Voraussetzungen für die Beurteilung rohstoffbezogener Fragestellungen jeder Art sind Kenntnisse und aktuelle Informationen zu Gewinnungsstellen, d. h. zu betriebenen und aufgelassenen Steinbrüchen und Gruben. Wichtige Parameter, z. B. Art und Qualität des Rohstoffes, Lage, Größe und Zustand der Gewinnungsstellen sowie betriebstechnische Hinweise sind Inhalt des Lagerstättenarchives bzw. der zentralen Datenbank des Geologischen Landesamtes. Die entsprechenden Daten werden soweit möglich auf einem aktuellen Stand gehalten. Dies geschieht durch Datenermittlung vor Ort in Steinbruch und Grube, bei den Betrieben sowie über Kontakte zu den einschlägigen Verbänden. Wesentliche Grundlage bei der Ermittlung von Lage, Größe und Betriebszustand von Gewinnungsstellen bildet die turnusmäßige Auswertung aktueller Luftbilder (aus Befliegungen im Auftrag des Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen).

● **Datenvorhaltung und -aufbereitung**

Bohrergebnisse, Analytik und Geländebefunde werden vorgehalten in Archiven und Datenbanken des Geologischen Landesamtes für:

- Bohrungen,
- Labordaten,
- Gewinnungsstellen,
- Rohstoff-Flächen.

Neben der Aufbereitung und Vorhaltung einzelner Flächen und Punktdaten werden die Ergebnisse des Geologischen Landesamtes summarisch in Berichte und Publikationen umgesetzt sowie auf Karten anschaulich gemacht:

- Karte der oberflächennahen Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 („KOR 200“),
- Karte der oberflächennahen Rohstoffe von Bayern 1:500.000; seit 2001 neu auf CD ROM: „Bodenschätze in Bayern“,
- „Rohstoffgeologische Karte von Bayern i. M. 1:25.000“,
- Berichtshefte „Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern“,
- Rohstoffgeologische Beiträge als Teil der Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000.

● **Bisherige Arbeiten und künftige Programmatik**

Aufgaben und Zielsetzung rohstoffgeologischer Landesaufnahme werden von folgenden Erfordernissen bestimmt:

- **Flächendeckende Aufnahme der in Bayern vorkommenden nutzbaren Rohstoffe.** Die dabei erarbeiteten Ergebnisse sind grundsätzlicher Art und bilden die Grundlage längerfristiger Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen, wobei die Belange der Grundwasserwirtschaft, des Naturschutzes und anderer Flächenbeanspruchungen und -nutzungen berücksichtigt werden.
- Laufende **Orientierung an aktuellen und neu auftretenden Fragestellungen.** Fragen dieser Art entstehen aus praktischen Erfordernissen des kurz- und mittelfristigen Rohstoffbedarfes sowie den Anpassungen der Regionalpläne für die Rohstoffsicherung.

In der Praxis ergibt sich eine Synthese aus beiden Aufgabenstellungen. Langfristig nutzbare Ergebnisse und Erkundungen im Vorfeld wirtschaftlicher Tätigkeiten sind ebenso zu berücksichtigen wie aktuelle Belange des Rohstoffbedarfes. Je nach Erfordernis und Rahmenbedingungen wird sich demnach die rohstoffgeologische Landesaufnahme zwischen beiden Belangen bewegen.

Ziele und Fragestellungen der Rohstoffgeologie unterliegen immer Wandlungen, die wechselnden Rohstoffbedarf nach Menge und Art sowie Veränderungen bei der Verwendung von Rohstoffen widerspiegeln.

Ein Großteil der noch in den ersten Nachkriegsjahrzehnten abgebauten Lagerstätten „klassischer“ Rohstoffe (Erze und Kohle, einige Industrieminerale wie Flussspat und Schwerspat) liegt heute weit unter der Bauwürdigkeitsgrenze. Die Gewinnung und Aufsuchung dieser Rohstoffe ist daher seit langem aufgegeben. Eine **grundlegende Themenverlagerung hin zur Sicherung und Gewinnung weit verbreiteter Massenerohstoffe** (im wesentlichen Steine- und Erden-Rohstoffe wie Sand, Kiese, Hartgesteine – dies sind Festgesteine mit besonders hohen Festigkeiten wie z. B. Diabase, Basalte, Diorite, Quarzite – sowie Ziegelei- und keramische Rohstoffe) ergab sich seit Einführung der Regionalplanung Anfang der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts.

Die damit verbundene Änderung der Fragestellung drückt sich aus in zahlreichen, seit Mitte der achtziger Jahre vor allem auf diese Rohstoffgruppen ausgerichteten Erkundungen. Abb. 25 vermittelt einen Überblick über die seit 1983 bis 2000 im Auftrag und aus Mitteln des Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie geförderten Untersuchungsprogramme.

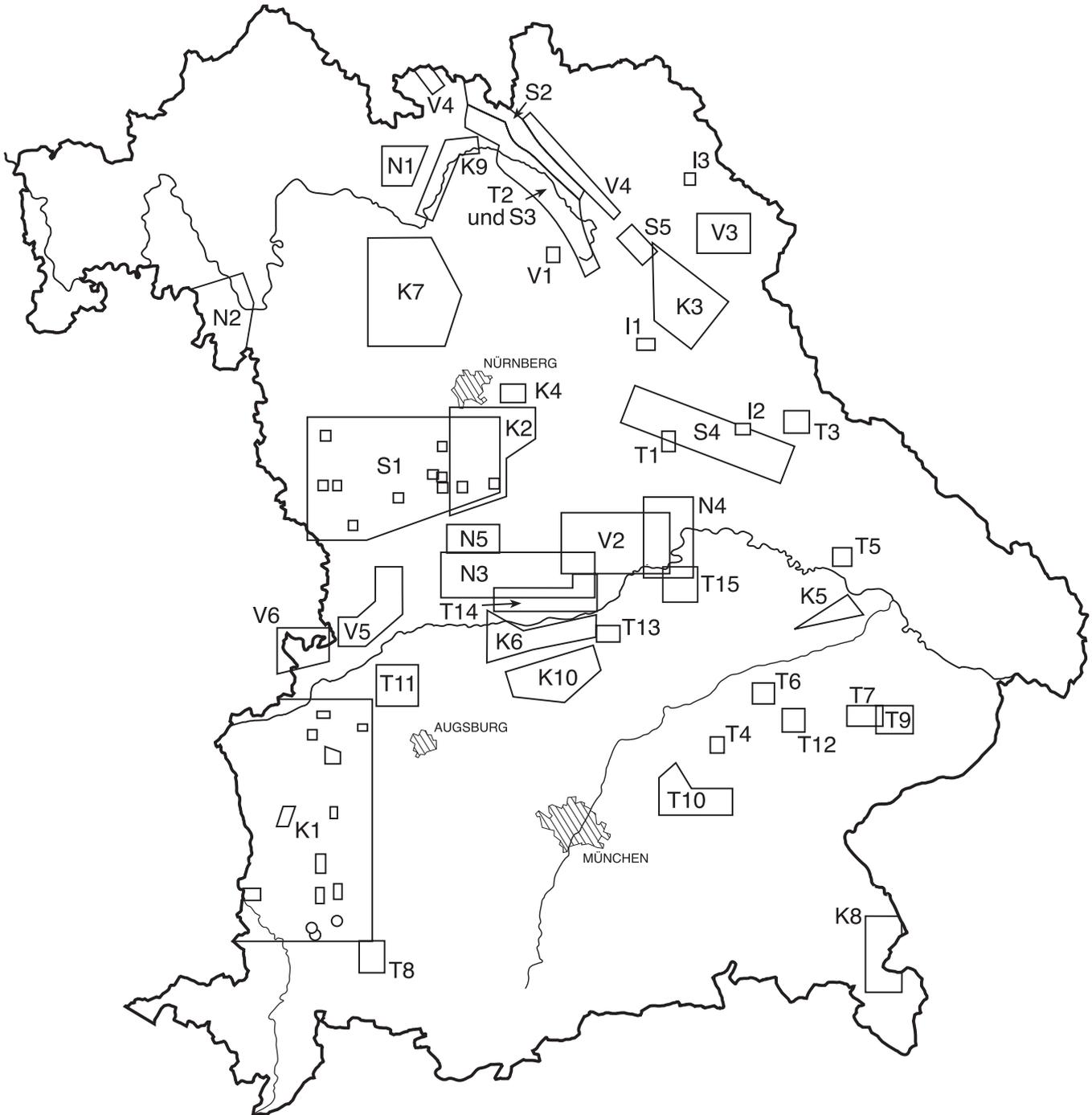


Abb. 25: Erkundung mineralischer Rohstoffe 1983–2000 – Lage der Untersuchungsgebiete

Rohstoffuntersuchungsprogramme 1983–2000

Keramische Rohstoffe

- T 1 Lehme und Tertiär-Tone bei Schmidmühlen (1985–1988)
- T 2 Tone des Rhät und Lias in Oberfranken (1989, 1990)
- T 3 Schluffig-tonige Tertiärsedimente bei Rötz (1991)
- T 4 Miozäne Mergel und Schluffe bei Sulding (1991)
- T 5 Lehme und Tone der Hunderdorfer Tertiärbucht (1992)
- T 6 Lehme und miozäne Tone im Kröning (1992)
- T 7 Miozäne Tone im Raum Eggenfelden (1992)
- T 8 Tertiäre Mergel bei Marktobendorf (1992)
- T 9 Miozäne Tone im Raum Pfarrkirchen (1992, 1994)
- T 10 Ziegelrohstoffe im Raum Erding-Isen-Dorfen (1993)
- T 11 Miozäne Tone bei Wertingen (1994)
- T 12 Miozäne Tone an der Bina (1994, 1996)
- T 13 Tertiäre Ziegelrohstoffe östlich Geisenfeld (1996)
- T 14 Ziegelrohstoffe der Albüberdeckung (1997, 2000)
- T 15 Tertiäre Tone bei Herrnwahlthann (1999, 2000)

Kiese und Sande

- K 1 Deckenschotter der Iller-Lech-Platte (1986–1988)
- K 2 Quartäre Sande im Talsystem der Rednitz (1988)
- K 3 Kiese und Sande im Lkr. Neustadt a.d. Waldnaab (1988, 1989)
- K 4 Sande bei Altdorf (1989)
- K 5 Kiese der Plattlinger Hochterrasse (1990, 1991)
- K 6 Quartärkiese der Region Ingolstadt (1991, 1996–2000)
- K 7 Quartäre Sande im Talbereich der westlichen Regnitzzuflüsse (1992)
- K 8 Kiese und Sande im Raum Freilassing und Bad Reichenhall (1993)
- K 9 Terrassensande des oberen Maintales und des Trebgasttales (1994)
- K 10 Tertiäre Kiese und Sande im Bereich der Region Ingolstadt Süd (1994, 1995)

Sande aus Mürbsandsteinen

- S 1 Burgsandstein-Sande in Mittelfranken (1983–1986, 1997)
- S 2 Sande und Mürbsandsteine des Mittleren Buntsandsteins in Oberfranken (1989, 1990)
- S 3 Mürbsandsteine des Rhät und Keuper in Oberfranken (1989, 1990, 1994)
- S 4 Sande und Mürbsandsteine der Kreide in der Bodenwöhrer Senke (1990–1992, 1994)
- S 5 Mürbsandsteine des Buntsandsteins östlich Weidenberg (1995, 1996)

Naturwerksteine

- N 1 Rhät-Sandsteine in Oberfranken (1989, 1990)
- N 2 Quaderkalk südlich von Würzburg (1989, 1999)
- N 3 Platten- und Bankkalksteine in der Südlichen Frankenalb (1990, 1996–1998)
- N 4 Regensburger Grünsandstein (1994, 1995)
- N 5 Dickbankkalksteine [»Juramarmor«] (1997)

Industrieminerale

- I 1 Glassande der mittleren Oberpfalz (1983–1985)
- I 2 Flusspat bei Pingarten (1985–1988)
- I 3 Speckstein im Raum Wunsiedel (1993, 1999, 2000)

Verschiedene Rohstoffe

- V 1 Dolomitstein bei Pegnitz (1994)
- V 2 Kalksteinvorkommen im Raum Regensburg (1994, 1995)
- V 3 Tertiärsedimente der Wondrebsenke (1995, 1996)
- V 4 Gips und Anhydrit des Mittleren Muschelkalkes in Oberfranken (1995–1997)
- V 5 Suevit im Bereich des Nördlinger Rieses (1996, 1997)
- V 6 Hochreine Kalksteine des Jura (2000)

Leitfaden für die Durchführung dieser Untersuchungen war ein **1987** entwickeltes

Konzept zur langfristigen Rohstofferkundung.

Ein guter Teil der damals erstellten Programme ist inzwischen ganz oder teilweise abgewickelt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass etliche Themen wegen der Größe der Räume nicht umfassend, sondern nur in Teilbereichen anhand ausgewählter Beispiele oder nach Art einer Übersichtserkundung zu behandeln waren. Nach Abschluss von Teilprogrammen können diese später im Bedarfsfall wieder aufgenommen und weitergeführt werden.

Im Auftrag des Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie und in Abstimmung mit diesem hat das Geologische Landesamt ein

10-Jahres-Programm zur Rohstofferkundung

entwickelt, das ab 2002 durchzuführen ist. Die vorgesehenen Themen ergeben sich aus Fragestellungen mittel- bis längerfristiger Rohstoffsicherung und den festgestellten Verknappungen, wie sie sich heute abzeichnen. Es sollen untersucht werden:

- **Reine und hochreine Kalksteine des Jura in der Südlichen Frankenalb,**
- **Mürbsandsteine in Nordbayern (vor allem des Sandsteinkeupers),**
- **Sand, Sandsteine und Tone im Rhät und im Buntsandstein Oberfrankens,**
- **Tone und Ziegeleirohstoffe in Niederbayern (Schwerpunkt: Planungsregion Landshut),**
- **Quarzrohstoffe in Niederbayern (Schwerpunkt: Planungsregion Donau-Wald),**
- **Grundwasserfreie Kiese im Grenzbereich der Planungsregionen München und Augsburg,**
- **Hartgesteine in Nordbayern (vor allem Diabase und Basalte),**
- **Naturwerksteine: Platten- und Bankkalksteine der Südlichen Frankenalb, Quaderkalksteine südlich Würzburg, Keupersandsteine.**

Das vorliegende 10-Jahres-Programm stellt eine Weiterführung und Aktualisierung bisheriger Aktivitäten zur Rohstofferkundung dar. Es ist als Rahmenvorgabe zu verstehen und unterliegt

jährlicher Aktualisierung und Steuerung

durch das Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie und das Geologische Landesamt je nach aktuellen Erfordernissen aus Wirtschaft und Planung.

Die Ergebnisse rohstoffgeologischer Landesaufnahme werden anschaulich zusammengefasst und dokumentiert durch die digital erstellte **Rohstoffgeologische Karte von Bayern im Maßstab 1:25.000**. Diese Karte enthält die Rohstoffverbreitung des Landes, sichtbar durch **Flächenkategorien**, die nach **steigender Nutzbarkeit** und **steigendem**

Kenntnisstand geordnet und charakterisiert sind. Sie enthält zudem den Stand der aktuellen Rohstoffgewinnung, ebenso auch planerisch relevante Abbauhemmnisse. Der Maßstab 1:25.000 entspricht den Anforderungen an praktische Anwendung und Übersichtlichkeit. Die Karte ist in das **Bodeninformationssystem** des Geologischen Landesamtes eingebunden. Sie ist über geographische Informationssysteme (GIS) abrufbar, die auch den Ausdruck von Themenkarten erlauben. Die **erstmalig für den Bereich der Planungsregion Ingolstadt** konzipierte Karte soll **längerfristig für die gesamte Landesfläche** erarbeitet werden.

Die rohstoffgeologische Aufnahme des Landes stellt damit Ergebnisse zur Verfügung, die für folgende Anwendungsbereiche nützlich sind:

- Langfristige Sicherung und nachhaltige Versorgung des Landes mit Rohstoffen,
- Sicherung betrieblicher Rohstoffbasis und damit Erhalt weiterverarbeitender Produktionszweige,
- Datenbasis und Entscheidungsgrundlage für Landesplanung und kommunale Verwaltung,
- Information für Wissenschaft und Öffentlichkeit.

Die rohstoffgeologische Landesaufnahme erfüllt damit den bestehenden gesetzlichen Auftrag. Sie ist für einen modernen Staat unverzichtbar.

3.2 Energierohstoffe

3.2.1 Erdöl- und Erdgaslagerstätten

3.2.1.1 Gewinnung von Erdöl und Erdgas

In Südbayern wurden seit Förderbeginn 1883 im Feld „Tegernsee“ insgesamt ca. 58 Erdgas- und Erdöllagerstätten entdeckt. Die Periode einer wirtschaftlichen Förderung in größerem Maße begann aber erst 1954. Die gesamte Erdölgewinnung Bayerns belief sich von 1956 bis 2000 auf ca. 6,9 Mio t. Bei den ursprünglich bekannten Vorräten von ca. 24,4 Mio t liegt der Ausbeutefaktor des Erdöls damit bei nur 28,3%. Die gesamte Erdgasgewinnung Bayerns betrug seit Förderbeginn 1954 ca. 18,2 Mrd m³ Erdgas und Erdölgas; dies entspricht einer Ausbeute von ca. 71,4% der ursprünglich entdeckten Vorräte.

Der Anteil Bayerns an der gesamten bisherigen deutschen Förderung beträgt beim Erdgas ca. 2,7% und beim Erdöl ca. 2,1%.

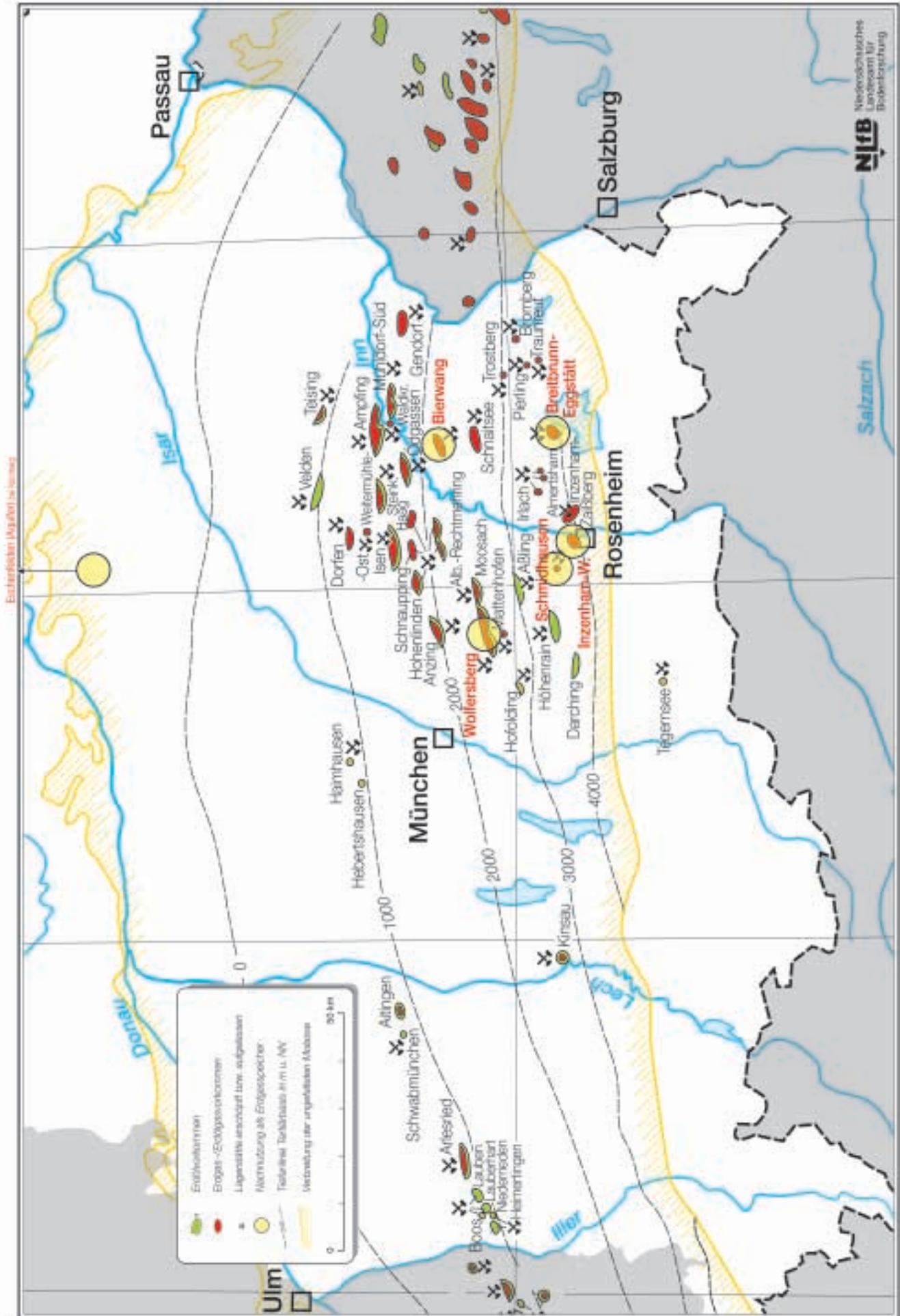


Abb. 26: Erdöl- und Erdgaslagerstätten und -vorkommen, Untertage-Gasspeicher

Die bayerischen Lagerstätten (Abb. 26) befinden sich vorzugsweise in Schichten der ungefalteten tertiären Vorlandmolasse der Alpen, in Tiefen bis etwa 4.500 m. Im Bereich der gefalteten und verschuppten Schichten unmittelbar vor den Alpen wurde bislang nur eine Lagerstätte, Tegernsee, nachgewiesen. Einige erschöpfte Lagerstätten werden inzwischen als Erdgasspeicher genutzt.

Gegenwärtig sind nur noch drei Erdöllagerstätten (Aitingen, Hebertshausen und Darching-Holzkirchen) sowie eine Erdgaslagerstätte (Inzenham-West) in Förderung. Die übrigen Lagerstätten sind wirtschaftlich erschöpft. Die Förderung ging in den letzten drei Jahren beim Erdgas auf durchschnittlich ca. 8 Mio m³ und beim Erdöl auf durchschnittlich ca. 40.000 t zurück. Dies ist auch im deutschen Vergleich – Erdgasförderung in den letzten drei Jahren durchschnittlich ca. 22.250 Mio m³ (Bayern = 0,04%) und Erdölförderung in den letzten drei Jahren durchschnittlich ca. 2.900.000 t (Bayern = 1,36%) – sehr gering.

Die Erdölreserven betragen in Bayern zum Stichtag 1. Januar 2001 ca. 542.000 t (467.000 t sichere und 75.000 t wahrscheinliche Reserven); davon entfallen allein auf das Feld Aitingen ca. 468.000 t. Bei der gegenwärtigen Förderung entspräche dies einer theoretischen Förderlebensdauer von maximal 16 Jahren. Für die einzig noch fördernde Erdgaslagerstätte Inzenham-West wurden Reserven von ca. 276 Mio m³ Erdgas ausgewiesen (276 Mio m³ sichere und keine wahrscheinlichen Reserven). Für die Lagerstätte, die nur in Zusammenhang mit Speicherbewegungen des Erdgasspeichers Inzenham-West gefördert wird, ist hierbei eine Förderlebensdauer von 20–25 Jahren zugrundegelegt.

Damit zeichnet sich ab, dass in maximal 20–25 Jahren auch die letzten heute erschlossenen Lagerstätten wirtschaftlich erschöpft sind und die Gewinnungstätigkeiten auf Erdöl und Erdgas in Südbayern zum Erliegen kommen.

3.2.1.2 Programm zur Erkundung und künftigen Nutzung von Erdöl- und Erdgaslagerstätten

Die gegenwärtige Situation der Kohlenwasserstoff-Exploration Bayerns ist noch durch den Rückzug der deutschen Erdölgesellschaften aus dem Alpenvorland Anfang der 90er Jahre gekennzeichnet. Deutlich wird der Rückgang u. a. an der Bohrtätigkeit, die Mitte der 80er Jahre und nochmals Anfang der 90er Jahre drastisch abgenommen hat. Die Anzahl der Explorationsbohrungen, deren Ziel es ist, neue Lagerstätten zu entdecken, ist in diesem Zeitraum von durchschnittlich 7 auf 2 pro Jahr gefallen. Seit 1992 bis November 2000 wurde nur noch eine Explorationsbohrung niedergebracht.

Die jüngste Entwicklung in Südbayern gibt jedoch wieder Anlass zur Hoffnung. Da die bislang explorierenden Gesellschaften sich weitgehend aus Süddeutschland zurückgezogen haben, wurde der Weg auch für ausländische Gesellschaften frei – z. B. exploriert zur Zeit ein US-amerikanisches und ein österreichisches Unternehmen in Bayern. Die heute explorierenden Unternehmen der Erdöl- und Erdgasindustrie verfolgen im wesentlichen neue geologische Konzepte und gehen die Exploration zum Teil mit modernster Technik und neuesten Auswertemethoden an. In diesem

Zusammenhang soll der Einsatz von 3D-Seismik besonders hervorgehoben werden. Bei der 3D-Seismik handelt es sich um eine geophysikalische Untersuchungsmethode mit seismischen Wellen zur dreidimensionalen Erkundung des tieferen Untergrundes. Die gängige Explorationsmethode in Bayern war bisher die Durchführung von 2D-Linienseismik. In den Jahren 1998/1999 wurde von einer ausländischen Firma der 3D-Survey Palling gemessen. Für Bayern ist dies erst der zweite 3D-Survey im Rahmen der Exploration. Die Ergebnisse führten zur Planung von weiteren Tiefbohrungen bis maximal 3.000 m Tiefe. Zwei der geplanten Tiefbohrungen wurden bis zum Frühjahr 2001 fertiggestellt, allerdings ohne Erdöl- oder Erdgaslagerstätten gefunden zu haben.

Die Erwartungen, die sich aus den neuen geologischen Ansätzen und der neuesten Technik ergeben, werden gerechtfertigt durch die Explorationserfolge, die außerhalb des süddeutschen Raumes – zum Teil auch auf anderen Kontinenten bei vergleichbaren geologischen Bedingungen – damit erzielt worden sind. Sollten mit diesen Ansätzen auch in Bayern neue Fündigkeiten erzielt werden, so kann dies in einem gewissen Rahmen zu einer Wiederbelebung der Exploration und in der Folge auch einem Wiederanstieg der Gewinnung führen. Als potenzielle Fläche muss der gesamte südbayerische Raum zwischen Donau und Alpen in Betracht gezogen werden. Ein erheblicher Einfluss kommt der Entwicklung des Ölpreises zu, der sich besonders auf die kostenintensive Exploration am Alpenvorland auswirkt. Von der Ölpreisentwicklung hängt auch die Bewertung der Gewinnbarkeit noch vorhandener Reserven ab.

3.2.2 Natürliche Gasspeicher



Abb. 27: Gasspeicher Inzenham-West bei Rosenheim

Der Bereich der Untertage-Gasspeicherung hat für die Energieversorgung Bayerns eine wesentlich höhere Bedeutung als die bisherige Kohlenwasserstoff-Förderung. Das hängt damit zusammen, dass Erdgas ein expandierender Energieträger und die Verfügbarkeit von Speicherraum eine grundlegende Voraussetzung für eine funktionierende Gasversorgung bei starken saisonalen Schwankungen ist. Prognosen einer Studie von PROGNOSE, Basel, aus dem Jahr 1999 mit dem Titel „Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt“ – Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft – weisen darauf hin, dass der Anteil des Erdgases am Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland von derzeit ca. 21% über 24–25% im Jahr 2010 auf 27% im Jahr 2020 steigen wird. Diese Zuwachsraten werden auch für Bayern angenommen. Der Freistaat Bayern verfügt in Südbayern über genügend ehemalige Erdgas- und Erdöllagerstätten, die für eine Nachnutzung als Erdgasspeicher geeignet sind.

Derzeit sind in Bayern 6 Porengasspeicher in Betrieb und stellen mit ca. 3,5 Mrd m³ mittelfristig ca. 15% des gesamten Arbeitsgasvolumens Deutschlands dar (Tab. 11).

Tab. 11: **Untertage-Erdgasspeicher in Bayern**

(Quelle: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover);

Typ: G = Speicher in ehemaliger Gaslagerstätte; AQ = Speicher in Aquiferen

Teufe: Maximale Tiefe der Speichergesteine ab Geländeoberfläche

Formation: Name der geologischen Speichergesteine

Arbeitsgasmenge: Nutzbares Speichergas

Kissengasmenge: Ungenutztes Speichergas, das u. a. der Druckerhaltung dient

Gesamtvolumen: Summe aus Arbeitsgasmenge und Kissengasmenge

Name (Typ)	Max. Teufe (m)	Formation	Arbeitsgas (Mio m ³)	Kissengas (Mio m ³)	Gesamtvolumen (Mio m ³)
Bierwang (G)	1.560	Chatt	1.300	1.157	2.457
Breitbrunn-Eichstätt (G)	1.900	Chatt	1.080	995	2.075
Inzenham-West (G)	880	Aquitain	500	380	880
Wolfersberg (G)	2.930	Thanet (Litho.-Kalk)	400	218	618
Schmidhausen (G)	1.000	Aquitain	150	150	300
Eschenfelden (AQ)	600	Keuper, Muschelkalk	72	96	168
Summe			3.502	2.996	6.498

Etwa 20 ehemalige Lagerstätten werden derzeit von Bewilligungsfeldinhabern zusätzlich zu den bestehenden Speichern auf eine Eignung hin untersucht. Sie könnten unter günstigen Umständen die **bisher genutzte Arbeitsgasmenge verdoppeln**. Eine Nachnutzung von Erdöllagerstätten als Erdgasspeicher könnte in der Anfangsphase der Gasspeicherung als positiven Begleiteffekt eine weitere Steigerung der relativ geringen Erdölausbeute aus den stillgelegten Erdölfeldern bewirken.

Eine Gasspeicherung in Aquiferen – in Bayern bisher ausschließlich in Eschenfelden bei Nürnberg – ist im Gegensatz zu der Speicherung in ausgeförderten Lagerstätten wesentlich aufwändiger und wird deshalb gegenwärtig nicht weiter verfolgt. Im Gegensatz zu den nachgenutzten Lagerstätten handelt es sich bei den Aquiferen um ursprünglich wassergefüllte Speichergesteine, wie z. B. Sandstein, die künstlich mit Gas befüllt werden. Sollte der Speicherbedarf langfristig weiter steigen und nicht über die ausgeförderten Lagerstätten Südbayerns gedeckt werden können, wäre weiteres Speicherpotenzial in Aquiferen Bayerns – Eignung der Strukturen vorausgesetzt – denkbar.

3.2.3 Erdwärme

3.2.3.1 Vorkommen, Aufsuchung und Gewinnung

Ausgehend von der mittleren Jahrestemperatur der Luft am jeweiligen Ort nimmt die Temperatur im Untergrund in Mitteleuropa im Durchschnitt um 3 °C pro 100 m Tiefe zu. Die in der Erde gespeicherte Wärme stellt – ohne Betrachtung der tatsächlichen technischen und wirtschaftlichen Gewinnbarkeit – zunächst ein unvorstellbar großes Energiereservoir dar. Im Gegensatz beispielsweise zur Solar- und Windenergie steht die Erdwärme unabhängig von Tages- und Jahreszeit, unabhängig von den meteorologischen Gegebenheiten und theoretisch auch unabhängig von der geographischen Lage immer zur Verfügung. Erdwärme, die nach § 3 Bundesberggesetz (BBergG) unter die bergfreien Bodenschätze fällt, ist eine heimische, krisensichere, umweltfreundliche und ständig verfügbare Energiequelle, deren wirtschaftliche Nutzbarkeit aber sehr von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten abhängt.

Erdwärme wird häufig als regenerative Energie bezeichnet. Strenggenommen handelt es sich jedoch bei der geothermischen Energiegewinnung nur eingeschränkt um die Nutzung einer regenerativen Energiequelle, da das örtliche Energiereservoir je nach der Menge des Wärmeentzugs im Laufe der Nutzungsdauer abkühlen kann; denn der Wärmestrom aus dem Erdinnern, der durch die Erdkernntemperatur (Restwärme aus der Entstehungszeit der Erde) und durch den Zerfall radioaktiver Elemente in der Erdkruste gespeist wird, ist sehr gering, er beträgt nur etwa 60 bis 70 mW/m².

Bei der Nutzung geothermischer Energie wird in der Regel aber nicht der schwache, ständig nachfließende terrestrische Wärmestrom genutzt, sondern vielmehr das sehr viel höhere, aber **erschöpfbare Potenzial der gespeicherten Erdwärme**. Diese Energie befindet sich im Gestein und in den in ihm enthaltenen Fluiden (z. B. Wasser oder Dampf). Selbst bei sehr porösen Gesteinen ist der größte Teil der Wärmeenergie in der Gesteinsmatrix gespeichert und nur ein geringer Teil in den Fluiden. Bei der geothermischen Nutzung wird jedoch ein Medium (in der Regel Wasser) benötigt, um die Energie an die Erdoberfläche zu transportieren.

Bayern und Deutschland sind nicht-vulkanische Gebiete mit in der Regel „normalem“ geothermischen Gradienten von 3 °C/100 m. Hier werden mit wirtschaftlich vertretbaren Bohrtiefen meist nur Temperaturen bis maximal +100 °C erreicht, die nur als Wärme im sogenannten Niedertemperaturbereich genutzt werden können. Höhere Temperaturen, die zur

Erzeugung von Elektrizität ausreichen würden, sind, von einigen Ausnahmen abgesehen, erst ab Tiefen über 3.000 m zu erwarten. In Bayern steht in diesen Tiefen über 3.000 m, außer im äußersten Süden, das wenig durchlässige kristalline Grundgebirge an. Die Nutzung der Gesteinswärme in großer Tiefe könnte nur mit dem sog. „Hot-Dry-Rock-Verfahren“ erfolgen, bei dem in künstlich erzeugte Risse im Gestein kaltes Wasser eingepresst, dort erhitzt und anschließend gefördert wird. Das Verfahren wird zur Zeit in der Europäischen Hot-Dry-Rock Pilotanlage in Soultz-sous-Forêts (Frankreich) erprobt. Sollte dieses Vorhaben ein Erfolg werden, könnten entsprechende Vorhaben zur geothermischen Stromerzeugung auch in Bayern durchgeführt werden. Das Ergebnis dieses Forschungsvorhabens kann jedoch gegenwärtig nicht prognostiziert werden.

Günstigere Nutzungsbedingungen für Erdwärme bieten relativ hohe Grundwassertemperaturen und hohe Ergiebigkeiten von Erschließungsbohrungen. Derartige Bedingungen sind in Bayern nördlich der Donau nicht gegeben. Zwar wurden in tief reichenden Sedimentbecken stellenweise, z. B. bei Staffelstein, Temperaturen von über +50 °C erreicht; die überwiegend geringe Durchlässigkeit der Grundwasserleiter lässt aber keine ausreichend hohen Ergiebigkeiten für rein geothermische Nutzungen zu. Höchstens an einzelnen, außergewöhnlich begünstigten Stellen könnte eine derartige Energiegewinnung möglich sein.

In Südbayern, im sogenannten **Molassebecken zwischen der Donau und den Alpen**, bieten sich dagegen vergleichsweise günstige Voraussetzungen für die Gewinnung von Erdwärme. Hier ist mit dem nahezu flächendeckend verbreiteten verkarsteten Malm des Jura ein ergiebiger Grundwasserleiter vorhanden, der von Norden nach Süden in immer größere Tiefen absinkt und dabei entsprechend höhere Temperaturen annimmt. Die Progression der Bohrkosten lässt jedoch Bohrteufen bis allenfalls 3.500 oder 4.000 m als sinnvoll erscheinen. Ein wesentlicher Vorteil der Wässer im Malm des Molassebeckens gegenüber den meisten sonstigen Tiefenwässern in Deutschland ist ihre geringe Mineralisation. Damit treten weniger Probleme bei den Förder- und Reinjektionsprozessen auf.

Außer dem Malm kommen im Molassebecken bei günstigen Voraussetzungen einzelne weitere Grundwasserleiter für geothermische Nutzungen in Betracht, wie der Keuper, der Dogger oder das Tertiär. Besonders günstige geologische Bedingungen für die Gewinnung von Erdwärme bieten geothermische Anomalien mit außergewöhnlich hohen geothermischen Gradienten. Derartige Anomalien liegen z. B. bei Haimhausen, nahe Dachau, und in Altdorf bei Landshut, wo in einer Forschungsbohrung in nur 500 m Tiefe bereits über +60 °C gemessen wurden.

Die Grundwasserneubildung in den Thermal-Grundwasserleitern ist in der Regel sehr gering. Um den Wasserhaushalt nicht nachhaltig zu stören, ist daher bei den großen Förderraten für geothermische Nutzungen die Reinjektion der abgekühlten Wässer erforderlich. Somit sind je eine **Förder- und eine Reinjektionsbohrung (Dublettenbetrieb)** notwendig. Neben dem Aufsuchungsrisiko bedeutet dies einen erheblichen Investitionsbedarf.

In Bayern gibt es gegenwärtig drei in Betrieb befindliche Geothermie-Projekte mit energetischer oder überwiegend energetischer Nutzung; diese sind: Erding, Straubing, Simbach-Braunau. Für weitere Projekte zur Wärmeversorgung sind bergrechtliche Verfahren durchgeführt worden oder in Bearbeitung. Diese sind zum Stand November 2001 die Vorhaben in den Erlaubnisfeldern Unterschleißheim, Unterhaching (erkundungsabhängig auch geothermische Stromerzeugung geplant), Schrobenhausen, Friedberg, Königsbrunn, Großhesseloherfeld (Pullach im Isartal), Neu-Riem (München), Römerfeld (Altdorf bei Landshut) und Markt Schwaben.

Bei den meisten Projekten in Bayern wird die Erdwärme balneologisch genutzt (Tab. 12). Die Wasser- bzw. Soletemperatur der bisherigen Erdwärmeprojekte beträgt jeweils weniger als 85 °C; die bisher maximale Ergiebigkeit lag bei ca. 90 l/s.

Tab. 12: **Bisherige Erdwärmennutzungen in Bayern Ende 2000;**
Grundwasserleiter: T = Tertiär; Kr = Kreide; W = Malm (Weißer Jura);
B = Dogger (Brauner Jura); K = Keuper; M = Muschelkalk; S = Buntsandstein;
Ro = Rotliegendes; Gr = Granit/Kristallin

Ort	Grundw.-leiter	Nutzung rein energetisch	Nutzung überw. energetisch	Nutzung überw. balneologisch	Fündig, aber bisher nicht genutzt
Simbach/Braunau	W	+			
Erding	W		+		
Straubing	W		+		
Bad Endorf	T			+	
Bad Abbach	K			+	
Bad Birnbach	W			+	
Bad Füssing	W			+	
Bad Gögging	K,Gr			+	
Bad Griesbach	W			+	
Bad Kissingen	S			+	
Bad Wiessee	Kr			+	
Bad Wörishofen	T			+	
Bayreuth	S			+	
Bedernau	T			+	
Neu-Ulm	M,Gr			+	
Obersees	M,S			+	
Regensburg	K			+	
Rodach	S			+	
Staffelstein	S			+	
Stein b. Nürnberg	S,Gr			+	
Treuchtlingen	K,M			+	
Weiden	S,Ro			+	
Altdorf bei Landshut	W				+
Geisenfeld	B				+
Günzburg	W				+
Haimhausen	W				+
Hersbruck	S,Gr				+
Moosburg	W				+
Pfeffenhausen	W				+

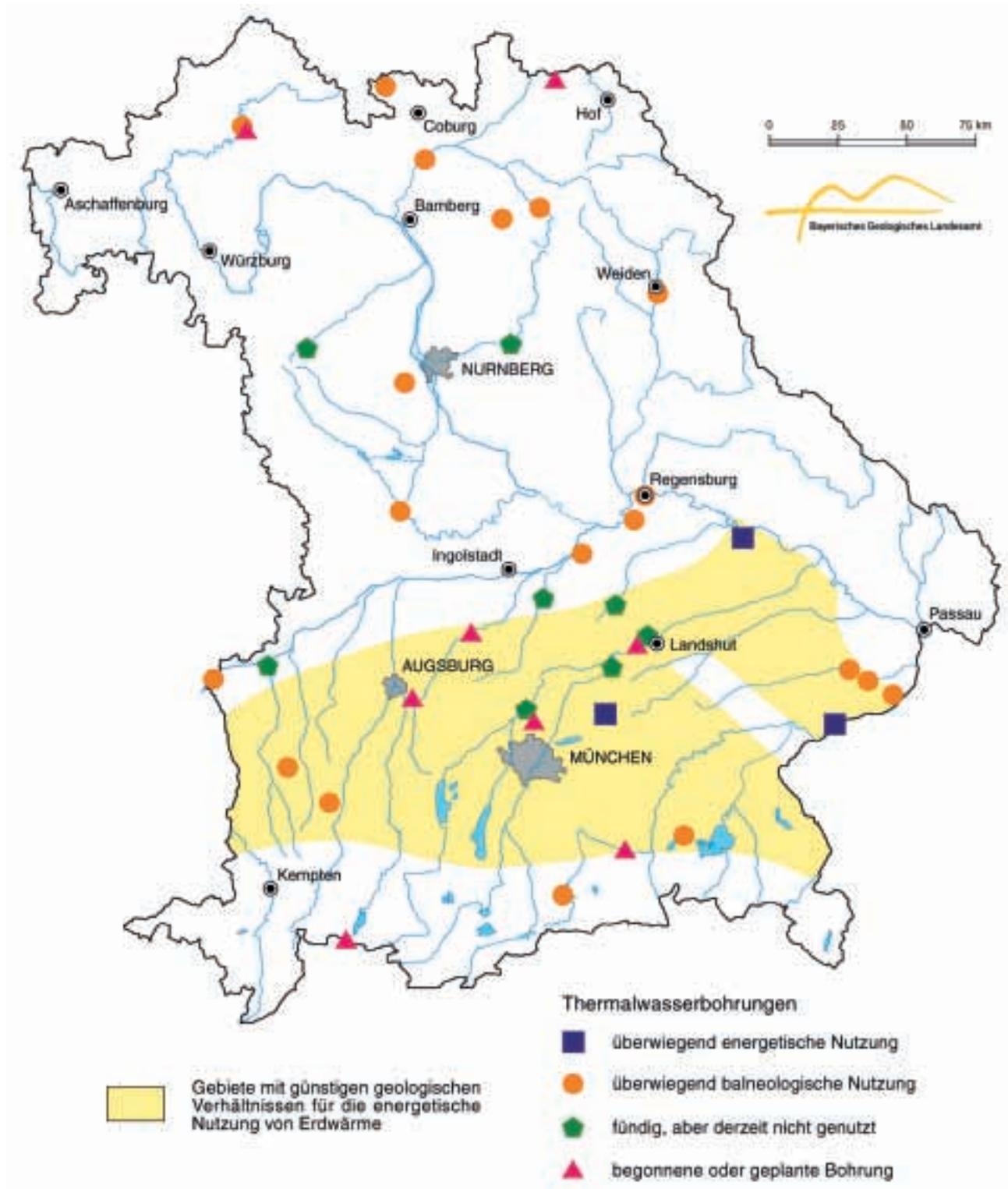


Abb. 28: Thermalwasserbohrungen, Gebiete mit potenziell nutzbaren Erdwärmevorkommen

3.2.3.2 Abschätzung des Energiepotenzials im Molassebecken

Die Wärmebereitstellungskosten bei hydrothormaler Erdwärmenutzung variieren unter dem Einfluss der unterschiedlichen geologischen Verhältnisse und Aquifereigenschaften erheblich. Grundsätzlich ist die Wirtschaftlichkeit aber ebenso stark von der Versorgungsaufgabe abhängig. **Letztlich ist die Abnehmerstruktur, d. h. die Größe des örtlichen Anschlusswertes das entscheidende Kriterium für die Verwirklichung oder das Verwerfen einer geothermischen Anlage.**

In Bayern liegen im Raum südlich der Donau, im sogenannten Molassebecken, die günstigsten Voraussetzungen für die Nutzung geothermischer Energie vor.

Im Folgenden wird daher für dieses Gebiet eine Abschätzung des Energiepotenzials vorgenommen.

Bei der Beurteilung von Rohstoffpotenzialen wird unterschieden zwischen **Ressourcen** und **Reserven**.

● Ressourcen

Unter **Ressourcen** wird der Anteil des zugänglichen Energievorrats verstanden, der sich beim gegenwärtigen Stand der Technik dem Untergrund entnehmen lässt. Zur Abschätzung dieser geothermischen Ressourcen ist eine Vielzahl von geowissenschaftlichen Daten erforderlich, die im Folgenden kurz aufgeführt wird:

- geometrische Parameter: Ausdehnung, Nettomächtigkeit, Tiefe,
- geologische Parameter: Stratigraphie, Lithologie, Faziesausbildung, Genese,
- hydrogeologische Parameter: Salinität, Wasserchemismus, Ergiebigkeit, Neubildungsrate,
- geophysikalische Parameter: Temperatur, Porosität, Permeabilität, Transmissivität.

Die folgende Abschätzung der Ressourcen beruht auf Ermittlungen des Instituts für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben, Hannover. Zur Ermittlung der Ressourcen wurde das gesamte Molassebecken im Modell mit einem Raster von Dubletten (je eine Förder- und eine Injektionsbohrung) überzogen, wobei der Abstand der einzelnen Bohrungen jeweils 1000 m beträgt. Für jede einzelne Bohrung wurden dann die gewinnbaren Energiemengen und thermischen Leistungen, die am Bohrlochkopf zur Verfügung stehen, abgeschätzt. Da die Nutzung der geothermischen Energie für größere Verbrauchereinheiten gedacht ist, wurden nur die Aquiferbereiche mit einer Temperatur von mehr als +30 °C untersucht.

Unter Verwendung von Abschätzungen des Instituts für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben ergeben sich **für das bayerische Molassebecken** theoretisch die aus Tab. 13 ersichtlichen geothermischen Energiepotenziale:

Tab. 13: **Theoretische geothermische Energiepotenziale im Bereich des bayerischen Molassebeckens**

Aquifer	Ressourcen (EJ ^{*)})
Malm mit Gault/Cenoman	55
Chatt – Sande	12,5
Sonstige Aquifere	5
Summe	72,5

*) 1 EJ = 10¹⁸ J = 278 Mio MWh

Der Ressourcenwert von 72,5 EJ entspricht einer zu installierenden Gesamtleistung von 80.620 MW unter der Annahme einer Betriebsdauer einer geothermischen Anlage von 50 Jahren und 5.000 Voll-Laststunden pro Jahr. Insgesamt könnten allein aus dem Malm bei einer mittleren Heizwerksgröße von 10 MW in Südbayern ca. 6.000 geothermische Anlagen installiert werden. Dieser sehr hohe, rein theoretische Wert bezieht sich ausschließlich auf die Ressourcen. Die **tatsächliche Nutzbarkeit** der ermittelten Ressourcen ist allerdings aufgrund einer Reihe begrenzender Faktoren einschließlich der technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen deutlich geringer. Aussagen hierzu erfordern eine Betrachtung der Reservensituation.

● Reserven

Unter **Reserven** wird der Anteil der Ressourcen verstanden, der beim **gegenwärtigen Preisniveau** wirtschaftlich genutzt werden kann. Er unterliegt marktabhängigen zeitlichen Schwankungen. Bei der Abschätzung der geothermischen Reserven spielt die **Wirtschaftlichkeit** also eine entscheidende Rolle. Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass die Nutzung der geothermischen Ressourcen in Südbayern in der Regel den **Neuaufbau von Nahwärmenetzen** voraussetzt. Wärme ist über größere Entfernungen nicht transportabel, so dass für die Nutzung der durch Bohrungen erschlossenen Erdwärme genügend Verbraucher vor Ort vorhanden sein müssen. Die hydrothermale Geothermie steht ferner immer im **wirtschaftlichen Wettbewerb zu der im Projektgebiet schon vorhandenen Energieversorgung**. **Schätzungen** zu den geothermischen Reserven sind unter diesen Voraussetzungen **höchst spekulativ**, so dass auf eine Nennung konkreter Zahlenwerte verzichtet werden muss.

Die Nutzung der hydrothermalen Geothermie kann durch eine Reihe von Anlagen zwischen etwa 4 MW und 35 MW Wärmeleistung – geeignete Verbraucherstruktur vorausgesetzt – erreicht werden. Geothermische Anomalien, wie sie in Altdorf bei Landshut entdeckt worden sind, müssen noch eingehender untersucht werden. Bei positivem Ergebnis bieten sich auch in diesem Raum in den nächsten Jahren Möglichkeiten für konkrete Geothermieprojekte.

Insgesamt gesehen dürfte der Anteil der wirtschaftlichen Nutzung der geothermischen Energieressourcen des tieferen Untergrundes bis 2010 gering sein; grobe Schätzungen – auf Basis der bergrechtlichen Anträge zur Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme im Molassebecken für das Jahr 2000 und 2001 – weisen auf eine zusätzliche Nutzungsleistung bis 2010 von insgesamt ca. 200–300 MW hin.

3.2.3.3 Fördermöglichkeiten und Maßnahmen des Staates

Für Erdwärmeprojekte in Bayern, die auf eine energetische Nutzung zur Wärme- oder Stromerzeugung abstellen, stehen Förderprogramme der Europäischen Union, des Bundes und des Freistaates zur Verfügung.

Diese sind derzeit:

Europäische Union:

- Mehrjahresprogramm Energie (1998–2002, ALTENER II, Zuschüsse)

Bundesrepublik Deutschland:

- Programm „Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ (zinsgünstige Darlehen für geothermische Bohrungen und möglicher Teilschuld-Erlass),
- EEG (Stromerzeugung/Einspeisevergütung).

Freistaat Bayern:

(Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie)

- Förderung von Entwicklungs-, Pilot- und Demonstrationsvorhaben im Rahmen des Bayerischen Programms Rationellere Energiegewinnung und -verwendung,
- Risikobeteiligung des Freistaates Bayern an Erdwärmebohrungen.

Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie hat bislang für Machbarkeitsstudien zur Erdwärmeerschließung und für Geothermie-Projekte Mittel in Höhe von insgesamt rund 7,26 Mio Euro bewilligt. Weitere Fördermittel in Höhe von insgesamt ca. 6,44 Mio Euro wurden von der Europäischen Union gewährt. Eine wesentliche Förder Voraussetzung für die bayerische Förderung von Entwicklungs-, Pilot- und Demonstrationsvorhaben ist neben der Verfügbarkeit entsprechender Haushaltsmittel insbesondere, dass die **Erdwärmebohrungen in erster Linie auf die energetische Nutzung von Erdwärme zur Raumheizung und Warmwasserbereitung über Nah- und Fernwärmeversorgung gerichtet** sind. Bei Vorhaben einer Mehrfachnutzung des warmen Tiefenwassers muss der weitere Verwendungszweck, z. B. für ein Thermalbad, deutlich untergeordnet sein.

Im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern stellt die **geothermische Energie** – wie dargelegt – eine quasi regenerierbare Energiequelle dar. Die Nutzung der Geothermie ist ein Beitrag zur **Reduzierung klimarelevanter Gase und der Substitution von Erdöl und Erdgas in der Wärmeversorgung**. Ziel dieses Rohstoffprogramms ist es auch, weitere Impulse für die verstärkte Nutzung der südbayerischen Erdwärmevorkommen zu geben.

Der erste und zunächst wichtigste Schritt hierzu ist eine genauere Kenntnis über die Chancen und Risiken der Erschließung. Das Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie hat deshalb ein mehrjähriges Forschungsvorhaben zur Nutzung der Erdwärmevorkommen in Bayern aufgelegt. Hierfür wurden dem Geologischen Landesamt vom Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie Haushaltsmittel zur Verfügung gestellt. Ziel ist es zunächst, auf Basis der vorhandenen Daten und neuer Tiefbohrungen einen **bayerischen Geothermieatlas** zu entwickeln, in dem für bestimmte Regionen das zu erwartende Energiepotenzial und die Erschließungsrisiken näher beschrieben sind. Auf Basis dieses Atlases können gezielter als bisher konkrete Projekte angegangen werden. Bei diesen Projekten geht es nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand um Anlagen zur Niedertemperatur-Wärmeversorgung. Mit fortschreitender Kenntnis über Verbreitung und Ausgestaltung der Erdwärmevorkommen können sich ggf. auch Anhaltspunkte ergeben, die eine Nutzung der Erdwärme in **geothermischen Kraftwerken** zur kombinierten Wärme- und Stromerzeugung sinnvoll erscheinen lassen.

4 Rohstoffsicherung, Umweltschutz, Nachhaltigkeit

4.1 Rohstoffsicherung in der Regionalplanung

4.1.1 Rechtliche Grundlagen

Lagerstätten sind raum- und standortgebunden und nicht vermehrbar. Ihre Nutzung beansprucht eine bestimmte Fläche und Tiefe. Sie steht in Konkurrenz zu anderen standortgebundenen Gütern, wie Wasser und Natur sowie zu anderen flächenbeanspruchenden Nutzungen, wie etwa Bodenbewirtschaftung und Bebauung.

Aus wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Gründen sind im Rahmen der staatlichen Vorsorge und Planung frühzeitig Entscheidungen darüber notwendig, welche Nutzungen in einem bestimmten Gebiet oder während eines Zeitabschnittes Vorrang haben sollen.

Hinsichtlich der Rohstoffwirtschaft stellt die staatliche Raumordnung folgendes Instrumentarium bereit:

Das **Raumordnungsgesetz** des Bundes (ROG 1998, § 2 Abs. 2 sowie § 7 Abs. 2 u. 4) sieht als einen von mehreren Grundsätzen die Sicherung der heimischen Rohstoffe vor:

„Für die vorsorgende Sicherung sowie die geordnete Aufsuchung und Gewinnung von standortgebundenen Rohstoffen sind die räumlichen Voraussetzungen zu schaffen.“ Raumordnungspläne sollen Festlegungen zur Raumstruktur enthalten, wobei zur Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen **Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete** ausgewiesen werden.

In Bayern bestimmt das **Bayerische Landesplanungsgesetz** (Bay LPlG 1997, Art. 2 Nr. 9a):

„Bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen ist darauf hinzuwirken, dass die Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft mit preiswürdiger und möglichst umweltfreundlicher Energie sichergestellt und den Erfordernissen der Aufsuchung und Gewinnung heimischer Rohstoffvorkommen Rechnung getragen wird.“

Im **Landesentwicklungsprogramm Bayern** (LEP, 1994 und in dem vom Ministerrat am 24.07.2001 beschlossenen Entwurf der Gesamtfortschreibung) heißt es in B IV1.2 bzw. B II 1.1.1.1 zudem:

„Zur Sicherung der Rohstoffversorgung und zur Ordnung der Rohstoffgewinnung sollen in den Regionalplänen **Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Gewinnung von Bodenschätzen** zur Deckung des regionalen und überregionalen Bedarfs ausgewiesen werden....“

Der Bundesgesetzgeber hat in der am 01.01.1998 in Kraft getretenen Novelle des Raumordnungsgesetzes des Bundes die nachhaltige Raumentwicklung als einheitliche und zentrale Leitvorstellung der Raumordnung verankert. Das Landesentwicklungsprogramm Bayern wird zur Zeit u. a. unter spezieller Berücksichtigung des Aspektes der Nachhaltigkeit fortgeschrieben.

Die Gesetze und Bestimmungen zu Raumordnung und Landesplanung weisen also die Versorgung des Landes mit heimischen Rohstoffen als wichtigen öffentlichen Belang aus und stellen dann das entsprechende Planungsinstrumentarium zur Verfügung.

Rohstoff-Vorranggebiete schließen andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet aus, soweit sie mit der Gewinnung von Bodenschätzen nicht vereinbar sind (§ 7 Abs. 4 Nr. 1 ROG). Bei Abbauvorhaben in Vorranggebieten kann in der Regel auf die Durchführung eines Raumordnungsverfahrens verzichtet werden.

In **Rohstoff-Vorbehaltsgebieten** kommt der Rohstoffgewinnung ein **besonderes Gewicht** zu (§ 7 Abs. 4 Nr. 2 ROG). Bei der Abwägung im Einzelfall kann aber noch gewichtigeren gegenläufigen Belangen der Vorzug gegeben werden.

Vorrang- und Vorbehaltsgebiete sind als Ergebnis einer abschließenden Abwägung auf der Ebene der Regionalplanung Ziele der Raumordnung. Sie ziehen deshalb eine strikte Beachtungspflicht nach sich (vgl. § 4 ROG). In nachfolgenden planerischen Abwägungen kann bei Vorranggebieten der Belang „Rohstoffsicherung“ nicht überwunden werden. Bei Vorbehaltsgebieten ist das besondere Gewicht dieses Belangs zu beachten.

4.1.2 Rohstoffsicherung als Zukunftsvorsorge

Die Nutzung von heimischen Rohstoffen trägt wesentlich zum Erhalt unserer Lebensqualität und zu deren Weiterentwicklung bei. Rohstoffsicherung ist somit Daseinsvorsorge. Dies wird geleistet durch gewachsene, vielgliedrig verflochtene Strukturen der gewerblichen Wirtschaft, angefangen von Betrieben zur Gewinnung von Rohstoffen über alle Stufen der Weiterverarbeitung, Produktion und Anwendung.

Für die gewerbliche Wirtschaft ist die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten von zentraler Bedeutung. Die Unternehmen erwarten davon:

- Sicherung der betrieblichen Rohstoffbasis als Grundlage ihrer Existenz,
- Sicherheit für betriebliche Planung und Investitionen,
- den Erhalt und die Neuschaffung von Arbeitsplätzen.

Rohstoffsicherung durch die Regionalplanung ist somit unverzichtbare Voraussetzung für die wirtschaftliche Entwicklung des Landes.

4.1.3 Erfahrungen und Zielkonflikte

4.1.3.1 Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten

Für die Rohstoffsicherung standen 2001 in Bayern insgesamt ca. 450 km² Vorranggebiete sowie ca. 1.080 km² Vorbehaltsgebiete zur Verfügung. Die Zuordnung dieser Flächen zu Rohstoffgruppen ist aber, wie aus Tab. 14 zu ersehen, sehr unterschiedlich.

Tab. 14: **Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffsicherung**
(Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V., Stand: 1.03.2001)

Rohstoffe	Vorrang in km ²	Vorbehalt in km ²
Gips und Anhydrit*)	38,9	369,1
Sande und Kiese	176,6	98,0
Lehme und Tone	116,4	111,0
Festgesteine	80,0	110,0
Sonstige (z. B. Industriemineralien)	35,8	387,3
Gesamt	447,7	1075,4

*) Vorgesehene und mit der Gipsindustrie abgestimmte Streichungen in der Endphase der Regionalplanfortschreibung wurden bereits berücksichtigt.

Der **Anteil der Vorranggebiete** an der Landesfläche beträgt ca. **0,64%**, der **Anteil der Vorbehaltsgebiete** liegt bei ca. **1,52%**. In beiden Kategorien der Rohstoffsicherung konzentriert sich die Gewinnung für einen Planungszeitraum von 10 bis 15 Jahren.

Allerdings liegt jeweils **nur ein kleiner Teil der Vorranggebiete als offene Abbaufäche** vor. Unter der offenen Abbaufäche ist hierbei der gesamte Flächenumfang von im Abbau befindlichen Flächen und nicht mehr im Abbau befindlichen Flächen, die zur Renaturierung oder Rekultivierung vorgesehen sind, zu verstehen. Die **jährlich neu zum Abbau gelangende Fläche** liegt bei ca. **900 ha** – dies sind ca. 0,013% der Landesfläche. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei der Gewinnung von Rohstoffen um Eingriffe mit der Pflicht zu nachfolgender Rekultivierung und Renaturierung handelt. Dies bedeutet, dass die jeweils offene Abbaufäche kaum Zuwachsraten unterliegt und somit ziemlich konstant bleibt.

Tatsächlich gelangt nur **ein Teil der Vorranggebiete zum Abbau**. Privatrechtliche und überwiegend betriebswirtschaftliche Zwänge der Unternehmen, wie z. B. Schwierigkeiten beim Grundstückserwerb, Aufschluss neuer Lagerstätten oder Veränderungen der Absatzmärkte, können dazu führen, dass bei **einzelnen Rohstoffen die Abbautätigkeiten zum Teil auch außerhalb der Vorranggebiete liegen**: Zum Beispiel sind dies bei Sand und Kies fast die Hälfte (46%) der Abbaue.

Dies ist rechtlich möglich, da den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten kein Ausschließlichkeitscharakter zukommt. Gewinnungen können im Einzelfall auch außerhalb der Rohstoffvorrang- und -vorbehaltsgebiete insbesondere nach Maßgabe des § 35 Abs. 1, 3 Baugesetzbuch (BauGB) zulässig sein, sofern die gesetzlichen Anforderungen in den Genehmigungsverfahren erfüllt sind.

Im Gegensatz zu anderen Schutzgütern ist die Rechtsposition der Sicherung heimischer Rohstoffe relativ schwach ausgeprägt. Schutzgebiete wie z. B. für den Natur- und Gewässerschutz werden durch Rechtsverordnungen festgelegt. Für den Schutz der heimischen Rohstofflagerstätten stehen mit der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten ausschließlich die Instrumente der Raumordnung zur Verfügung.

Die Aufgaben der Raumordnung und Landesplanung werden, da es sich um staatliche Aufgaben handelt (Art. 1 Abs. 2 BayLplG), sowohl auf der Planungs- als auch auf der Projektebene im öffentlichen Interesse wahrgenommen (vgl. Art. 23 Abs. 2 Satz 2 BayLplG). Durch das auf die übergeordnete, überörtliche Ebene beschränkte Verwaltungshandeln der Träger der Landes- und Regionalplanung werden aber weder für die Kommunen noch für Private Rechtspositionen geschaffen, die einen **Vertrauensschutz** begründen können. Da auf der überörtlichen Ebene der Raumordnung und Landesplanung – im Gegensatz zur örtlichen Bebauungsplanung und zu Genehmigungen im Einzelfall – **keine einklagbaren Rechtspositionen für Kommunen und Private begründet werden und auch kein Anspruch auf Fortbestand der Planung** besteht, müssen Anpassungen der Planung an geänderte Verhältnisse, die in legitimer Weise zum Wesen jeder Planung gehören, entschädigungslos hingenommen werden.

Die Betriebe der Rohstoffwirtschaft müssen auf diese planerischen Vorgaben vorausschauend und flexibel reagieren. Betriebe sind an die Standorte der Rohstoffvorkommen gebunden. In deren Nähe werden Aufbereitungs- und Verarbeitungsbetriebe errichtet. Vorranggebiete umfassen Lagerstätten des gleichen Rohstoffes mit teilweise unterschiedlichen Lagerstätteneigenschaften. Marktanpassungen, nicht vorhersehbare Ausfälle oder Qualitätsverluste beim Lagerstättenabbau und die teilweise sehr hohen Investitionen in Aufbereitung und Weiterverarbeitung erfordern es, dass den Unternehmen ein hinreichend großes Lagerstättenpotenzial zur Verfügung steht, das auch langfristig gesichert ist. Zulassungsentscheidungen betreffen lediglich konkrete Einzelvorhaben, die unmittelbar zur Gewinnung anstehen und können somit nicht die erforderliche Planungssicherheit für die Verfügbarkeit des Lagerstättenpotenzials einer gesamten Region sicherstellen. Gerade hierin liegt aber die besondere Bedeutung der regionalplanerischen Rohstoffsicherung für die Unternehmen. Aus Sicht der Unternehmen ist eine **möglichst hohe Planungssicherheit** bei den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten daher besonders wünschenswert.

Entscheidend für diese Planungssicherheit und damit für die Zukunft der Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen wird die Lösung der Zielkonflikte mit anderen öffentlichen Belangen sein.

Tab. 15 zeigt exemplarisch die flächenmäßige Relation der Rohstoffsicherung zu anderen Schutzgütern und Nutzungen, bei denen Rohstoffgewinnung z. B. nicht oder erschwert möglich ist.

Tab. 15: **Vergleich der flächenmäßigen Relation von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Rohstoffsicherung mit Gebieten anderer Schutzgüter und Nutzungen, in denen Rohstoffgewinnung nicht oder erschwert möglich ist**

(Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V.)

Gebiete	Fläche in km ²	% der Landesfläche
Vorranggebiete für Rohstoffe^{*)}	447,7	0,64
Wasserwirtschaftliche Vorranggebiete ^{*)}	658,4	0,93
Vorbehaltsgebiete für Rohstoffe^{*)}	1.075,4	1,52
Wasserflächen ^{**)} (z. B. Seen und Flüsse)	1.322,0	1,87
Bannwald (durch Verordnung festgelegt)	1.845,9	2,62
Naturschutzgebiete (durch Verordnung festgelegt) ^{**)}	1.923,3	2,73
Wasserschutzgebiete (durch Verordnung festgelegt) ^{**)}	2.435,0	3,45
FFH- und Vogelschutzgebiete (Natura-2000) ^{***)}	5.580,3	7,91
Siedlungs- und Verkehrsflächen ^{**)}	6.929,2	9,82
Landschaftsschutzgebiete (innerhalb und außerhalb von Naturparks – durch Verordnung festgelegt) ^{**)}	20.103,4	28,50
Waldflächen ^{**)}	24.415,9	34,60
Landschaftliche Vorbehaltsgebiete ^{*)}	31.581,4	44,76

^{*)}: Gebiete aus der Regionalplanung (Rohstoffe siehe Tab. 14)

^{**)}: Zahlen aus dem 14. Raumordnungsbericht der Bayerischen Staatsregierung vom 16. Mai 2000

^{***)}: aus dem Allgemeinen Ministerialblatt Nr. 11/2001

Hinweise zur Tab. 15:

- Die Flächen überschneiden sich vielfach. Sie dürfen daher nicht summiert werden. Die Tabelle gibt daher auch keine eindeutige Relation der Flächen untereinander an.
- Die Flächen haben unterschiedlichen Rechtscharakter.
- Die Ausweisung von wasserwirtschaftlichen Vorranggebieten ist zur Zeit in Ausarbeitung. Es liegen nur für einige Regionen entsprechende Vorranggebiete vor, die den oben genannten 0,93% entsprechen.
- Zu den Gebieten gehören auch die nach Art. 13d BayNatSchG geschützten Biotop; hierfür liegen keine genauen Zahlen vor (daher nicht in der Tabelle enthalten).

Rohstoffgewinnung ist in Schutzgebieten wie z. B. Naturschutzgebieten, Landschaftsschutzgebieten, FFH- und Vogelschutzgebieten sowie Wasserschutzgebieten grundsätzlich mit einem Verbot versehen. Ein Abbau von Rohstoffen ist in diesen hochwertigen Schutzgebieten nur in Ausnahmefällen zulässig. Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffsicherung können hier nicht ausgewiesen werden. Siedlungs-, Verkehrs- und Wasserflächen sind für die Rohstoffgewinnung nicht zugänglich.

Bei pauschaler Betrachtung scheinen derzeit 0,64% Vorranggebiete und ca. 1,52% Vorbehaltsgebiete der Landesfläche für die Sicherstellung der Rohstoffversorgung des Landes ausreichend zu sein. Bei notwendigerweise differenzierter Betrachtungsweise nach Rohstoffart und Raum sowie Verfügbarkeit ergeben sich allerdings unterschiedliche Perspektiven zur Rohstoffversorgung, d. h. **es sind bereichsweise auch Verknappungen absehbar** (siehe Kapitel 3.1.3.2 „Prognosen für die einzelnen Rohstoffe“).

Rohstoffverknappung kann verschiedene Ursachen haben: Sie kann

- **geogen** (wegen natürlicher Knappheit oder Erschöpfung durch Abbau),
- **aufgrund konkurrierender Belange** (Erschwernis des Rohstoffabbaus durch Ausweisung von Schutzgebieten oder anderweitige Überplanung),
- **betrieblich** (unzureichende Aktivitäten zur Aufsuchung und Erschließung neuer Lagerstätten)

bedingt sein.

Maßgebend für die bisher insgesamt zufriedenstellenden Ergebnisse der Rohstoffsicherung war die gute Zusammenarbeit aller an den Verfahrensabläufen Beteiligten: Regionale Planungsverbände, Regionalplanungsstellen bzw. Regionsbeauftragte, Regierungen, Bergämter, Geologisches Landesamt, Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie, Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V., Bayerischer Ziegelindustrieverband e.V. sowie die Betriebe.

Nach dieser grundsätzlichen Darstellung der Rohstoffsicherung in der Regionalplanung ist im Folgenden auf diejenigen Themenbereiche einzugehen, die die Rohstoffgewinnung am häufigsten und oft im Kern berühren. Dies sind insbesondere die Schutzgüter Natur und Landschaft sowie Grundwasser.

4.1.3.2 Natur und Landschaft

Abbaumaßnahmen sind **Eingriffe in Natur und Landschaft** im Sinne des Art. 6 Abs. 1 des Bayerischen Naturschutzgesetzes – BayNatSchG. Der Abbau oberflächennaher Rohstoffe verändert die Gestalt oder Nutzung der Erdoberfläche und kann durch Störungen der obersten Bodenschicht mit ihren tierischen und pflanzlichen Organismen die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, das Landschaftsbild und damit den Naturgenuss erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen.

Nach Art. 6 a Abs. 1 BayNatSchG sind für unvermeidbare Eingriffe in Natur und Landschaft Ausgleichsmaßnahmen durchzuführen. **Bei Nichtausgleichbarkeit ist abzuwägen: Sind Naturschutzbelange höherrangig, ist der Eingriff zu untersagen; sind die Rohstoffbelange höher zu bewerten, sind Ersatzmaßnahmen durchzuführen.**

Rohstoffabbau, der zu einer unvermeidbaren, nicht wieder gut zu machenden Beeinträchtigung oder gar zur Zerstörung von Lebensräumen sowie von Habitat besonders bzw. streng geschützter Arten führt, ist nicht genehmigungsfähig.

Durch Rekultivierungs- oder Renaturierungspläne, die mit den Naturschutzbehörden abgestimmt sind, kann ein Ausgleich der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege mit den Belangen der Rohstoff-sicherung herbeigeführt werden.

Hierzu folgende Beispiele:



Abb. 29: **Diabassteinbruch östlich Nentschau, bei Hof, renaturiert**



Abb. 30: **Granitsteinbruch am Epprechtstein, Fichtelgebirge, renaturiert**



Abb. 31: **Abraumhalden** ehemaliger Gewinnung von Plattenkalken (Lithographiesteine) südlich Solnhofen



Abb. 32: **Trockenflora** auf alter Kalkplattenhalde bei Solnhofen

Zu renaturierten Steinbrüchen äußert sich das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (2001) aus naturschutzfachlicher Sicht wie folgt:

„Der Abbau von Festgestein verändert Natur und Landschaft von Grund auf; der ursprüngliche Charakter der betroffenen Standorte geht verloren und es entstehen neue Strukturen mit völlig veränderten abiotischen Standortfaktoren. Die für Steinbrüche charakteristischen standörtlichen Merkmale, wie Wasser- und Nährstoffarmut, extremes Mikroklima und Strukturvielfalt, haben einen hohen Wert für den Natur- und Artenschutz,

weil sie spezialisierten Arten und Lebensgemeinschaften einen geeigneten Lebensraum bieten. Ihre Bedeutung dafür wächst in dem Maße, wie die Kulturlandschaft an entsprechenden Primärstandorten mit ihren besonderen Standortfaktoren verarmt... Renaturierte Steinbrüche gehören deshalb heute zu den bedeutendsten Sekundärlebensräumen Mitteleuropas; sie stellen für eine Reihe von Tier- und Pflanzenarten die letzten Refugien dar. Das Entwicklungspotenzial von Steinbrüchen im Sinne des Naturschutzes gezielt zu nutzen und die Voraussetzung für die Ansiedlung und Förderung spezialisierter und bedrohter Arten zu schaffen, stehen deshalb im Vordergrund zeitgemäßer Naturschutzarbeit“.

Die naturschutzfachliche Renaturierung kann als Auflage im Genehmigungsverfahren festgeschrieben werden. Aus naturschutzfachlicher Sicht sollte weiterhin, falls möglich, der Neuanlage mehrerer kleiner, benachbarter Steinbrüche der Vorrang vor einem einzelnen großen Steinbruch eingeräumt werden. Dabei sind der Anlage kesselförmiger Steinbrüche gegenüber hanganscheidenden Abbauen aus Gründen des Landschaftsbildes der Vorzug einzuräumen. Die Zielsetzungen des Naturschutzes sind bereits in der Abbau- und Betriebsphase zu berücksichtigen.

Für naturbereichernde Folgen des Rohstoffabbaues in Steinbrüchen, seien es bewusste Planungen oder aber, wie bei der Mehrzahl alter Gewinnungsstellen, unbeaufsichtigte Entwicklungen durch natürliche Sukzession, gibt es in Bayern unzählige Einzelbeispiele. Stellvertretend seien folgende Räume und Lokalitäten genannt:

- die Sandsteinbrüche um Miltenberg,
- die Steinbruchgebiete des Muschelkalkes beiderseits des Maintales zwischen Würzburg und Marktbreit,
- die Kalksteinbrüche des Raumes Treuchtlingen,
- die Steinbrüche und Althalden der Plattenkalksteine von Solnhofen und Eichstätt (Abb. 31 u. 32),
- die alten Granitbrüche um Hauzenberg-Tittling und im Fichtelgebirge (Abb. 30),
- die Halden des Schieferbergbaus im Frankenwald.

Kies- und Sandgruben eignen sich bei flächigem Trockenabbau zur Rekultivierung, erlauben als Hangaufschlüsse eine Entwicklung zu langlebigen Biotopen oder bilden als Baggerseen die Möglichkeit für Freizeitnutzung oder Landschaftsseen. Dabei ist auf ihre Funktion als Ersatz für den früheren Reichtum der Flussauen an Altwässern hinzuweisen.

Die Gewinnung vieler Rohstoffe, z. B. der Tone, bildet weiche, nicht zu tiefe Hohlformen, die leicht wieder in die Landschaft eingebunden oder ihrer früheren Nutzung zugeführt werden können.

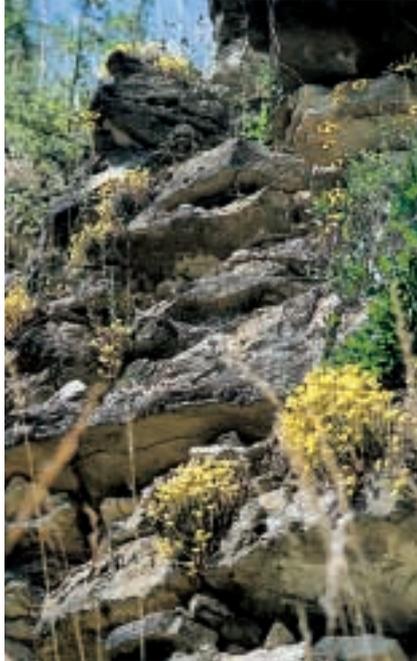


Abb. 33: **Aufgelassener Steinbruch im Muschelkalk (Ausschnitt) bei Kronach, Oberfranken**

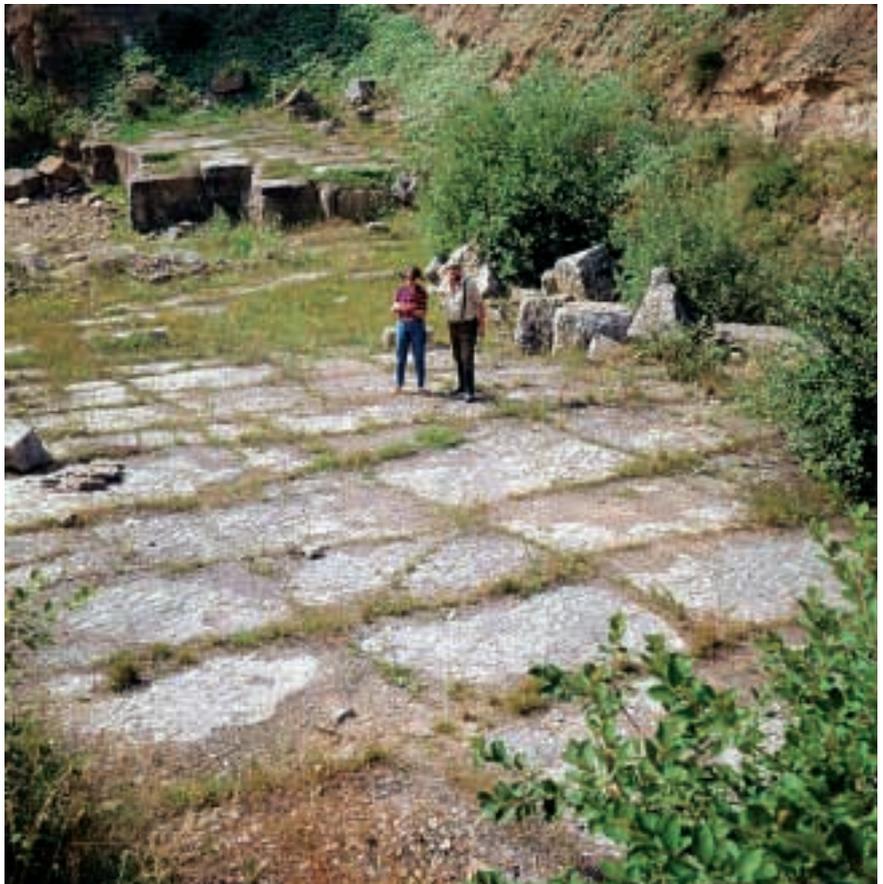


Abb. 34: **Aufgelassener Steinbruch im Quaderkalk, westlich Lindelbach, südwestlich Würzburg; Beispiel für schützenswerte geologische Lokalität (Geotop)**

Rohstoffgewinnung kann auch wichtige **Geotope** hervorbringen, die als Dokumente der Erdgeschichte für Wissenschaft, Forschung sowie Natur- und Heimatkunde von besonderem Wert sind.

In Bayern gibt es eine große Zahl von Gebieten zum Schutz von Natur und Landschaft. Hierzu gehören Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Nationalparke, Naturparke, geschützte Landschaftsbestandteile, Naturdenkmäler, Schutzgebiete für Fauna-Flora-Habitate (FFH), Vogelschutzgebiete sowie gesetzlich geschützte Biotop (z. B. Wälder und Gebüsche trocken-warmer Standorte u. a.). Diese Schutzgebiete bedeuten in der Regel eine Einschränkung für die Rohstoffgewinnung. Bei Vorliegen der naturschutzgesetzlichen Voraussetzungen kann eine Befreiung erteilt werden. Weitere Restriktionen für die Rohstoffgewinnung aus dem Bereich Natur und Landschaft ergeben sich aus landschaftlichen Vorbehaltsgebieten, Grünzügen oder Erholungsfunktionen.

Die mit heutiger Erfahrung und heutigem Wissen mögliche Konzeption von Gewinnungsstellen bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten, Rohstoffnutzung mit den Belangen von Natur und Landschaft verträglich zu verbinden. In der Mehrzahl der Fälle können die Anforderungen des Bayerischen Naturschutzgesetzes nach Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft erfüllt werden.

4.1.3.3 Grundwasser und Trinkwasser

Die Voraussetzungen für eine quantitativ und qualitativ gesicherte Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser sind in Bayern von Natur aus insgesamt günstig. Zwei Drittel des in Bayern gewonnenen Trinkwassers können ohne jede Aufbereitung in die Verteilungsnetze der Wasserversorgungsunternehmen gespeist werden. Grundvoraussetzung dafür ist der flächendeckende Grundwasserschutz. **Wasserschutzgebiete für öffentliche Trinkwasserversorgungsanlagen** ergänzen das duale Schutzkonzept aus flächendeckendem Grundwasserschutz und lokaler Ausweisung von Wasserschutzgebieten. Wasserschutzgebiete decken hierbei den sensiblen Teil der Grundwassereinzugsgebiete ab. Nach den Vorgaben des Landesentwicklungsprogramms Bayern sollen ergiebige Grundwasservorkommen und andere Wasservorkommen, die sich für die Trinkwasserversorgung eignen, als **wasserwirtschaftliche Vorranggebiete** in den Regionalplänen abgegrenzt und durch geeignete Schutzmaßnahmen vor anderweitiger Inanspruchnahme gesichert werden (LEP B XII 3.1.2). Nach dem Fortschreibungsentwurf sollen empfindliche Bereiche der Grundwassereinzugsgebiete als Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die öffentliche Wasserversorgung in den Regionalplänen gesichert werden (LEP-Entwurf Juli 2001 B I 3.2.2.3).

Oft befinden sich aber gerade dort, wo abbauwürdige Rohstoff-Lagerstätten sind, auch ergiebige Grundwasservorkommen. Wenn Rohstoffabbau und Trinkwasserschutz den gleichen Raum beanspruchen, kommt es immer wieder zu Interessenskollisionen. Wenn Rohstoffgewinnung und Sicherung der Wasserversorgung nicht vereinbar sind, so hat die **Sicherung der Wasserversorgung grundsätzlich Vorrang.**

Konflikte dieser Art beschränkten sich allerdings bis vor wenigen Jahren auf Einzelfälle. Diese stellten kein grundsätzliches Problem dar, da Rohstoffsicherung und Rohstoffgewinnung in der Regel außerhalb von Wasserschutzgebieten stattfanden. Das in der Schutzgebietsverordnung ausgedrückte Verbot für Rohstoffabbau in Wasserschutzgebieten wurde beachtet und bei Planungsvorhaben berücksichtigt.

Diese Situation änderte sich etwa Mitte der neunziger Jahre: Auf Grund aktualisierter Erkenntnisse zum Trinkwasserschutz mussten bestehende Trinkwasserschutzgebiete überarbeitet werden. In verschiedenen Fällen resultierte daraus eine Erweiterung der Schutzgebietsfläche. Auch wurden ab diesem Zeitpunkt zur Sicherung der Wasserversorgung in empfindlichen **Bereichen wasserwirtschaftliche Vorranggebiete** ausgewiesen.

Die vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass die Erweiterungen im Grundwasserschutz für die bestehenden Rohstoffbetriebe und Neuinvestitionen eine zusätzliche Erschwernis darstellen. Eine frühzeitige Abstimmung von Belangen der Rohstoffsicherung und Belangen des Grundwasserschutzes wurde daher dringlich. Mit diesen Abstimmungen wurde bereits begonnen.

Vor diesem Hintergrund ist z. B. eine **„Arbeitshilfe zur Bewältigung bestehender Konflikte („Altfälle“) zwischen Rohstoffsicherung und Sicherung der Wasserversorgung im Rahmen der Regionalplanung“** mit Hinweisen zur Vermeidung künftiger Konflikte erarbeitet worden (Arbeitsgruppe Geologisches Landesamt/Landesamt für Wasserwirtschaft: „Rohstoffe und Grundwasser“, März 1999). Diese Arbeitshilfe kann dann zur Entschärfung der Problematik beitragen, wenn Ermessensspielräume genutzt und Maßgaben umgesetzt werden, die eine den gegebenen Umständen angemessene Lösung gewährleisten und beide Nutzungen ermöglichen.

Rohstoffgewinnung wird, da in den Untergrund eingreifend, generell als grundwassergefährdend beurteilt. Durch Entfernung der Boden- und Deckschichten kann die natürliche Schutzfunktion für das Grundwasser, die Gefährdungen durch Schadstoffeinträge verhindert oder vermindert, wesentlich reduziert sein. Insbesondere in den letzten Jahren begann man, Sachverhalte zum Thema Rohstoffgewinnung/Grundwasserschutz im einzelnen zu untersuchen und zu beurteilen.

Beispielgebend war das mehrjährig (1994 bis 1997) angelegte **Pilotprojekt „Konfliktarme Baggerseen (KaBa)“**. Erstmals werden hier umfassende Ergebnisse aller das Thema Baggersee und damit den Kiesabbau betreffenden Belange dargelegt.

Die Ergebnisse sind zusammengefasst in: „Kiesgewinnung, Wasser- und Naturschutz“ (Hrsg.: ISTE Baden-Württemberg, 2000) und in „Wechselwirkung zwischen Baggerseen und Grundwasser“ (Hrsg.: LGRB Baden-Württemberg, 2001).

Zitate aus ISTE Baden-Württemberg, 2000:

- „Das KaBa-Projekt bietet allen Beteiligten einen aktuellen und wissenschaftlichen Hintergrund. Befürchtungen und Vermutungen werden durch stichhaltige Fakten ersetzt und helfen so, Misstrauen und Ängste abzubauen.“
- „Gerade die Tatsache, dass bei einer optimalen Baggerseegestaltung die Nassauskiesung selbst als Instrument zur Gütebewirtschaftung von Oberflächen- und Grundwasser genutzt werden kann, eröffnet nicht nur für die Kiesindustrie und Rohstoffsicherung neue Aspekte, sondern auch für den Umwelt- und Naturschutz.“

Weitere Literaturstudien zu diesem Thema sind durch die bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung vorgesehen.

Kies wird in Bayern nahezu zur Hälfte aus dem Grundwasserbereich gefördert. Für die Beurteilung der damit zusammenhängenden Fragen sind die vorhandenen Kenntnisse über die Beeinflussung des Grundwassers weiter zu vertiefen. Zwischen dem Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und dem Bayerischen Industrieverband Steine und Erden e.V. wurde vereinbart, dass zum Schutz des Grundwassers eine Verfüllung von Rohstoff-Nassabbauen in Zukunft grundsätzlich verboten ist. Näheres hierzu ist in dem **Eckpunktepapier vom 21.06.2001 für die Verfüllung von Gruben und Brüchen** mit den darin aufgeführten Ausnahmetatbeständen dargestellt.

Zur Rohstoffgewinnung durch **trockene Tagebaue in Steinbrüchen und Gruben** fehlen bisher grundlegende Untersuchungen. Da zur Beurteilung des tatsächlichen oder vermuteten Gefahrenpotenzials durch Gruben und Steinbruchbetriebe bisher nur wenige Kenntnisse vorliegen, kommt hier in der Regel der Besorgnisgrundsatz der Wasserwirtschaft zur Anwendung. Dieser Besorgnisgrundsatz besagt, dass schädliche Verunreinigungen oder sonstige nachteilige Veränderungen der Eigenschaften von oberirdischen Gewässern oder Grundwasser nicht zu besorgen sein dürfen. Grundwasser ist in besonderem Maße schutzwürdig und schutzbedürftig. Mit der landesweit in Ausarbeitung befindlichen Ausweisung von Wasservorranggebieten werden auch die entstehenden Zielkonflikte im Bereich der trockenen Tagebaue genauer untersucht werden müssen.

4.2 Nachhaltigkeit und Rohstoffgewinnung

4.2.1 Grundsätzliches

Der Begriff der Nachhaltigkeit hat seit der Konferenz der Vereinten Nationen 1992 in Rio de Janeiro grundlegende Bedeutung erlangt und wurde zum Leitbild heutiger Entwicklungs- und Umweltpolitik. So ist nach der Neufassung des Raumordnungsgesetzes des Bundes (1998) die **nachhaltige Entwicklung als Leitvorstellung in der Raumordnung verankert**.

Auch die Versorgung der Wirtschaft mit Rohstoffen muss dem Grundsatz der Nachhaltigkeit in seinen als gleichrangig anzusehenden Teilaspekten genügen, d. h. sie muss **ökologisch, ökonomisch und sozial** verträglich sein.

Die Aspekte nachhaltiger Rohstoffgewinnung umfassen:

- Aufrechterhaltung und dauerhafte Sicherung der Rohstoffversorgung,
- Art und Vorgehensweise der Rohstoffgewinnung,
- Verträglichkeit der Rohstoffnutzung mit den sie berührenden Belangen.

Nachhaltige Versorgung der Bevölkerung mit Rohstoffen ist nur möglich, wenn die **Rahmenbedingungen für wirtschaftliche Rohstoffnutzung** gegeben sind. Lagerstätten müssen bauwürdig (wirtschaftlich gewinnbar), vor allem aber verfügbar sein.

Nachhaltigkeit ist bei der Rohstoffgewinnung nicht im Sinne nachwachsender Rohstoffe zu erzielen, wie dies z. B. in der Forstwirtschaft möglich ist. Auch bei strikter Beachtung des Kreislaufwirtschaftssystems, welches natürliche Rohstoffe zum Teil durch Recyclingstoffe ersetzt, ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass mineralische Rohstoffe im Gegensatz zu organischen Rohstoffen und erneuerbaren Energien nicht nachwachsen. Ihr Verbrauch ist größtenteils endgültig. Dennoch gilt es, den **Anteil von Recyclingstoffen, soweit technologisch und wirtschaftlich möglich, im Interesse einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft weiter auszubauen**. Nachhaltigkeit bedeutet neben dem sparsamen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen daher auch die **Schaffung weiterer Einsatzmöglichkeiten für Sekundärrohstoffe**.

Nachhaltigkeit bedeutet aber auch **Rohstoffnutzung im Einklang mit den Belangen der Umwelt**. Sie bedeutet weiterhin **Erhalt und Weiterentwicklung von Betriebs- und Erwerbsstrukturen**.

Nachhaltige Rohstoffpolitik dient letztlich und insgesamt dem Erhalt unserer Lebensqualität und ihrer Verbesserung für uns und Nachkommende. Dieses Ziel umfasst alle Teilaspekte der Nachhaltigkeit.

4.2.2 Aspekte für eine nachhaltige Rohstoffsicherung

Eine am Grundsatz der Nachhaltigkeit ausgerichtete Rohstoffpolitik nimmt alle Beteiligten in die Pflicht: Rohstoffbetriebe, Planungsstellen und Behörden sowie die Verbraucher von Rohstoffen. Aus der vorstehend beschriebenen Situation der Rohstoffwirtschaft ergeben sich Schlussfolgerungen und Anregungen zur Verbesserung der Rohstoffsicherung im Sinne von Nachhaltigkeit und Zukunftsvorsorge. Wesentlicher Grundsatz hierbei ist es, dass die nicht erneuerbaren mineralischen Rohstoffe sparsam abgebaut werden. Der Abbau sollte nur dort erfolgen, wo mineralische Rohstoffe durch den Einsatz von Recyclingstoffen qualitativ nicht gleichwertig ersetzt werden können.

Im Folgenden werden Aspekte und konkrete Lösungsvorschläge im Sinne einer nachhaltigen Rohstoffsicherung dargestellt:

● **Fallweise Vereinbarkeit von Rohstoffsicherung mit anderen öffentlichen Belangen**

Rohstoffgewinnung konkurriert mit vielen anderen Belangen, wie z. B. Grundwasserschutz, Trinkwasserschutz, Naturschutz und Landschaftspflege oder Siedlungs- und Verkehrsentwicklung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Rohstoffgewinnung nur dort erfolgen kann, wo Rohstoffe tatsächlich auch vorkommen. Die Vereinbarkeit von Rohstoffgewinnung und Flächen mit Schutzgebietscharakter ist in der Regel für jeden Einzelfall detailliert zu prüfen. Auch in den naturschutzrechtlichen Schutzgebieten sind je nach Schutzzweck Befreiungen von den Verboten eines Schutzgebietes möglich.

Bei der Beurteilung von Rohstoffgewinnung werden Art und Umfang, zeitlicher Ablauf sowie mögliche ökologische Verbesserungen als Folge der Gewinnung berücksichtigt. Eine Beurteilung des Projektes einschließlich der Nachfolgenutzung in seiner Gesamtheit erfolgt bei der landesplanerischen Beurteilung von Abbauvorhaben im Raumordnungsverfahren und in den Genehmigungsverfahren.

Für die Rohstoffsicherung in der Regionalplanung bedeutet dies:

- Überschneidungen von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten mit Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Rohstoffsicherung sind im Ausnahmefall zulässig, wenn der Abbau zu keinen Konflikten mit Natur und Landschaft führt.
- Überschneidungen von Wasservorrang- und künftig Wasservorbehaltsgebieten mit Rohstoffvorrang- und -vorbehaltsgebieten sind bei geeigneten hydrogeologischen Gegebenheiten zulässig (z. B. sind Überschneidungen von wasserwirtschaftlichen Vorranggebieten mit Vorranggebieten für Bentonit in der Region Landshut möglich).

● **Hoher Stellenwert besonders wertvoller Lagerstätten**

Bayern besitzt etliche Rohstoffe, die nur hier vorkommen und die überregionale wirtschaftliche Bedeutung besitzen (z. B. Kaolin, Bentonit, Kieselerde, Spezialton, Speckstein, bedeutende Werksteine und andere). Die Existenz der auf diese Rohstoffe gegründeten Industriezweige hängt maßgebend von der Sicherung dieser Lagerstätten ab.

Bei der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Rohstoffsicherung kommt der Bedeutung dieser Rohstoffe ein hoher Stellenwert zu.

Hohe Bedeutung eines Rohstoffes ergibt sich aus:

- seinem Marktwert,
- seiner Seltenheit,
- fehlenden Möglichkeiten zur Substitution.

Die Sicherung dieser wertvollen mineralischen Rohstoffe ist daher von besonderem öffentlichen Interesse. Bei der Abwägung mit konkurrierenden Nutzungen ist dies entsprechend zu berücksichtigen.

● **Optimierung der Abläufe bei der Regionalplanung**

Die Fachplanungsträger der Rohstoffsicherung stützen ihre Fachbeiträge zur Regionalplanung auf die jeweils aktuelle Abbau- und Bedarfssituation. Für Betriebe als Träger der regionalen Rohstoffversorgung sind Aktualität und langfristig gültige Planungsvorgaben wesentlich.

Für die Betriebe der Rohstoffwirtschaft ist es wichtig, dass die Regionalplanung auf geänderte ökonomische Rahmenbedingungen schnell, sachgerecht und differenziert reagieren kann. Hohe Vorlaufkosten für Aufsuchung und Erschließung der Lagerstätten und die anschließenden Investitionen in Gewinnung, Aufbereitung und Weiterverarbeitung erfordern nach den Erfahrungen der Rohstoffunternehmen in der Regel eine Amortisationsdauer von ca. 30 Jahren. Um den Unternehmen Planungssicherheit zu gewährleisten, ist es deshalb zu begrüßen, wenn die regionalen Planungsverbände bei der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten einen möglichst langen Zeitraum für die Bedarfsdeckung zugrundelegen.

Ferner sollte das vorhandene Instrument der Teilfortschreibung des Kapitels Bodenschätze in den Regionalplänen als Regelfall genutzt werden.

Dies bedeutet: Erkundungen der Unternehmen oder der rohstoffgeologischen Landesaufnahme können dazu führen, dass neue Vorranggebiete ausgewiesen werden, ohne den gesamten Bestand der Rohstoffsicherung einer erneuten Abwägung zu unterziehen. Gleichzeitig können im Wege der Teilfortschreibung des Kapitels Bodenschätze auch solche Gebiete als Vorranggebiete gestrichen werden, die bereits wirtschaftlich genutzt worden sind oder aus anderen Gründen für eine Nutzung nicht mehr in Frage kommen. So würde die Rohstoffsicherung auch mittelbar flankiert durch eine bedarfsorientierte Fortschreibung in solchen Fällen, bei denen zur Sicherung der Rohstoffversorgung und der Betriebsstandorte wirtschaftliche und technologische Veränderungen dies erfordern.

● **Berücksichtigung bestehender Betriebsstandorte und Versorgungsstrukturen**

Rohstoffnutzung steht in räumlichem Bezug zur Lagerstätte, zu Produktionsanlagen und zum Verbraucher. Transportentfernungen spielen dabei eine wesentliche Rolle.

Die Sicherung der Betriebsstandorte ist zwar nicht unmittelbare Aufgabe der Regionalplanung. Rohstoffsicherung in der Regionalplanung hat aber dennoch beträchtliche Auswirkungen auf die Existenzsicherung der Unternehmen. Aus der ökonomischen und sozialen Sicht einer nachhaltigen Rohstoffsicherung wäre es deshalb wünschenswert, wenn bei der Abwägung mit anderen Belangen in den Regionalplänen auch die gewachsenen Betriebsstandorte und Versorgungsstrukturen angemessene Berücksichtigung finden.

● Anforderungen an Betriebe

Erschließung und Abbau von Lagerstätten sind mit Eingriffen und bleibenden Veränderungen der Erdoberfläche und des Naturhaushaltes verbunden. **Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen müssen daher sorgfältig vorbereitet sein, d. h. sie müssen sich auf abgesicherte Kenntnisse zur Lagerstätte stützen.**

Geologische Grundkenntnisse, z. B. Geologische Karten oder orientierende Rohstofferkundungen durch staatliche Stellen bilden den Planungsrahmen. Diese Datenlage muss erforderlichenfalls durch **zusätzliche Prospektion des Unternehmens vervollständigt werden, damit Planungssicherheit gewährleistet ist.**

Ein wesentlicher Aspekt der Nachhaltigkeit ist ein haushälterischer und sparsamer Umgang mit den erschlossenen Rohstoffen. Raubbau – dies ist der unvollständige Abbau einer Lagerstätte, bei dem nur kurzfristige Gewinnmaximierung angestrebt wird – muss vermieden werden. Diesem Ziel dient:

- Vollständige Nutzung der Lagerstätten,
- Verwendung von Begleitrohstoffen und des Abraumes, soweit möglich,
- Verwendung in möglichst hohem Veredelungsgrad,
- Produktanwendung in Qualitätsstandards, die der Verwendung entsprechen,
- Substitution, wo möglich.
Substitution ist in zweifacher Hinsicht umsetzbar:
- Verwendung von Recycling-Rohstoffen (vor allem in der Bauwirtschaft),
- Verwendung natürlicher Substitute aus anderen Vorkommen und Rohstoffarten (z. B. Sandsteine als Substitutionsstoff für die Gewinnung von Bausanden).

● Verbesserung der fachlichen Basisdaten (Rohstoffe, Grundwasser)

Insgesamt sollte im Sinne einer nachhaltigen Rohstoffsicherung gelten: **Fachliche Aussagen, gleich welcher Fachrichtung, müssen belastbar sein. Fachliche Beurteilungen und Schlussfolgerungen müssen nachvollziehbar, fallbezogen und angemessen sein.** Wesentlich ist dabei das bewusste Bemühen aller Beteiligten – der Behörden wie der Unternehmen – fallbezogene Lösungen zu finden.

Für die Lösung von Zielkonflikten im Bereich der Rohstoffsicherung ist neben den behördlichen und betrieblichen Anforderungen an eine nachhaltige Rohstoffsicherung aber auch die Verbesserung der fachlichen Basisdaten von grundlegender Bedeutung. Ein ausreichender Fundus miteinander verknüpfbarer Fachdaten ist unabdingbare Voraussetzung für abgesicherte Aussagen zur Lösung von Zielkonflikten. Das Ziel, die fachlichen Datengrundlagen zu verbessern, ist in einer Regierungserklärung der Bayerischen Staatsregierung vom 19. 07.1995 formuliert. Danach soll

die geologische Landesaufnahme in Bayern forciert werden. Sie wird als fachliche Grundlage für Rohstofferkundung und Grundwasserschutz anerkannt.

Bedarf an Datenermittlung besteht für den Bereich der mineralischen Rohstoffe vor allem in folgenden Bereichen:

- **Verstärkte Aktivitäten zur Ermittlung von Verbreitung und Ausbildung von Rohstoffen in Bayern** (vgl. Rohstoffgeologische Landesaufnahme, Kap. 3.1.4). Über Schwerpunktgebiete hinaus ist längerfristig die flächendeckende Erfassung des Landes anzustreben.

Ausdehnung und Qualität von Rohstofflagerstätten können im Gegensatz zu augenscheinlich wahrnehmbaren Schutzobjekten von Natur und Landschaft oft nur durch Bohrungen und zusätzliche Untersuchungen nachgewiesen werden. Die für die aufwändige Erfassung von Rohstoffen bereitgestellten staatlichen Gelder sind bisher gering.

- **Intensivierung der hydrogeologischen Landesaufnahme zur Klärung zahlreicher Fragen des Themenbereiches Rohstoffgewinnung und Grundwasserschutz.**

Die hydrogeologische Landesaufnahme liefert großmaßstäbliche Informationsgrundlagen (M: 1 : 50.000), die auf Fragen der Grundwasserbewirtschaftung aber auch der Rohstoffgewinnung anwendbar sind. Sie bringt vor allem flächendeckende Erkenntnisse zur Abgrenzung, Ausbildung und Durchlässigkeit der oberen Hauptgrundwasserleiter, zum Fließverhalten des Grundwassers, zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und zur Grundwasserneubildung. Sie ersetzt allerdings nicht verdichtende zusätzlich erforderliche Aufschlüsse und Bohrungen, die für eine detaillierte Beurteilung von Vorranggebieten unabdingbar sind. Das Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen fördert seit Mitte 2001 die durch das Geologische Landesamt koordinierte landesweite hydrogeologische Landesaufnahme in erheblichem Umfang.

- **Verbesserung der Beurteilungsgrundlagen bei Eingriffen in den Boden**

Eingriffe in den Boden sind mit prinzipiellen Vorbehalten belegt, die in Gesetzen und Verordnungen, z. B. bei Trinkwasserschutzgebieten, ihren Niederschlag finden.

Grundlegende Kenntnisse zum vermuteten oder tatsächlichen „Gefahrenpotenzial Steinbruch“ hinsichtlich Grundwassergefährdung sind bisher relativ gering, wären aber wesentlich. Für den Zielkonflikt Steinbrüche/Grundwasserschutz wird daher über die jeweiligen Einzelfallprüfungen der Arbeitshilfe GLA/LfW hinaus weiterer **Forschungsbedarf gesehen**. Die steuerbaren Abläufe der Rohstoffgewinnung sollten daher untersucht werden und zwar differenziert nach **Steinbruchführung, Steinbruchtechnik und Folgenutzung**.

In Anlehnung an das Pilotprojekt „Konfliktarme Baggerseen“ könnten Kenntnisse erarbeitet werden, die es zulassen, für Steinbruchbetriebe Maßgaben oder Richtlinien zu entwerfen, die es ermöglichen, bestehende Steine- und Erden-Betriebe in sensiblen Gebieten fallweise weiterzuführen.

Insgesamt wird darauf hingewiesen, dass die als notwendig erachtete Verbesserung der Fachdatenbasis in den nächsten Jahren auch eine **Verbesserung der finanziellen und personellen Ausstattung im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel**, insbesondere bei den behördlichen Fachplanungsträgern für die Rohstoffsicherung erfordert.

4.2.3 Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs

Im Folgenden sind die wesentlichen Inhalte der in Kapitel 4 dargelegten Aspekte zur Verbesserung der Rohstoffsicherung und zur Konfliktlösung in der Regionalplanung zusammengefasst:

- Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffsicherung können mit konkurrierenden Nutzungen vereinbar sein. Überschneidungen von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten mit Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Rohstoffsicherung sind im Ausnahmefall zulässig, wenn der Abbau zu keinen Konflikten mit Natur und Landschaft führt. Überschneidungen von Wasservorrang- und künftig Wasservorbehaltsgebieten mit Rohstoffvorrang- und -vorbehaltsgebieten sind bei geeigneten hydrogeologischen Gegebenheiten möglich.
- Die Sicherung besonders wertvoller Lagerstätten liegt im öffentlichen Interesse. Bei der Abwägung konkurrierender Belange ist dies zusammen mit anderen im öffentlichen Interesse liegenden Belangen zu berücksichtigen.
- Wirtschaftliche Erfordernisse zur Sicherung der Rohstoffversorgung sollten in den Verfahren der Regionalplanung bei Bedarf zügig berücksichtigt werden, z. B. durch das Instrument der Teilfortschreibung des Kapitels „Bodenschätze“ in den Regionalplänen. Um den Unternehmen Planungssicherheit zu gewährleisten, ist es zu begrüßen, wenn die regionalen Planungsverbände bei der Ausweisung von Rohstoffvorrang- und -vorbehaltsgebieten einen möglichst langen Zeitraum für die Bedarfsdeckung zugrundelegen.
- Die gewachsenen Betriebsstandorte und Versorgungsstrukturen sollten bei der Ausweisung von Rohstoffsicherungsgebieten angemessen berücksichtigt werden.
- Rohstoffsicherung stellt auch an die Betriebe erhebliche Anforderungen. Dies gilt insbesondere für die betriebliche Erkundung von Lagerstätten und für einen sparsamen und schonenden Umgang mit Rohstoffen. Hierbei ist auf eine Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen zur Substitution geogener mineralischer Rohstoffe hinzuwirken.
- Eine Verbesserung der fachlichen Basisdaten (Rohstoffe, Grundwasser) als Beurteilungsgrundlage für die Rohstoffsicherung und für die Lösung von Zielkonflikten zwischen Rohstoffabbau und Grundwasserschutz wird als besonders dringlich eingestuft.

5 Genehmigungsrecht

Für die unmittelbare Durchführung der Gewinnungstätigkeiten von Bodenschätzen ist in der Regel eine Genehmigung durch die zuständigen Behörden notwendig. Die Genehmigungsentscheidungen erfolgen vor allem nach den folgenden Gesetzen und Vorschriften.

5.1 Bergrecht

Unter Bergrecht sind die im Bundesberggesetz (BBergG) vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310) aufgeführten Rechtsvorschriften und die auf Grundlage dieses Gesetzes erlassenen Bergverordnungen, Richtlinien und sonstigen Vorschriften zu verstehen.

Die Abbausachverhalte, die unter das Bergrecht fallen, sind somit spezialgesetzlich geregelt; dies bedeutet, dass die anderen Rechtsvorschriften, die den Abbau von Rohstoffen betreffen, subsidiär anzuwenden sind. Bei Abbauzulassungen sind dabei die Vorschriften anderer Fachgesetze wie z. B. aus dem Naturschutzrecht zu beachten. Das Bundesberggesetz hat die alten Berggesetze der Bundesländer, wie das Bayerische Berggesetz in den Fassungen von 1918 und 1967, sowie zahlreiche bergrechtliche Nebengesetze des Bundes und der Länder abgelöst. Ziel war die Vereinheitlichung des räumlich und sachlich zersplitterten Bergrechtes in der Bundesrepublik Deutschland. Das Gesetz ist seit 1. Januar 1982 in Kraft. Seitdem ist es allerdings insbesondere im Hinblick auf die Umweltgesetzgebung mehrfach geändert und modernisiert worden.

Der Geltungsbereich des Bundesberggesetzes umfasst das Aufsuchen, Gewinnen und Aufbereiten sogenannter bergfreier und grundeigener Bodenschätze. Bergfreie Bodenschätze sind vom Grundeigentum losgelöst und – solange keine sogenannte Bergbauberechtigung vorliegt – herrenlos.

● Bergfreie Bodenschätze – System der Bergbauberechtigungen

Zu den bergfreien Bodenschätzen zählen die in § 3 Abs. 3 BBergG aufgeführten volkswirtschaftlich besonders wertvollen Bodenschätze wie z. B. Stein- und Braunkohle, Stein- und Kalisalz, Sole, Erdöl und Erdgas, Graphit, Erze sowie Erdwärme und alle Bodenschätze im Bereich der Küstengewässer und des Festlandsockels. Wer bergfreie Bodenschätze aufsuchen oder gewinnen möchte, benötigt hierfür zunächst eine entsprechende vom Staat erteilte Bergbauberechtigung. Bei den Bergbauberechtigungen handelt es sich um Rechtstitel, ausschließliche Rechte, die nur dem Rechtsinhaber zustehen.

Man unterscheidet:

● Erlaubnisse

Die bergrechtliche Erlaubnis umfasst das ausschließliche Recht zur Aufsuchung von bergfreien Bodenschätzen in einem zugeeigneten Erlaubnisfeld.

● Bewilligungen

Die bergrechtliche Bewilligung umfasst das ausschließliche Recht zur Aufsuchung und Gewinnung von bergfreien Bodenschätzen in einem zugeordneten Bewilligungsfeld.

● Bergwerkseigentum

Das Bergwerkseigentum umfasst die Bewilligung mit der Möglichkeit der Beleihbarkeit mit entsprechenden Grunddienstbarkeiten und Hypotheken.

In Bayern sind Erlaubnis- und Bewilligungsfelder insbesondere auf die Energierohstoffe Erdöl und Erdgas sowie Erdwärme, Salz und Sole sowie Graphit erteilt. Bergwerkseigentum existiert in Bayern auf Grundlage der Verleihungen nach den bayerischen Berggesetzen und zwar auf verschiedene Erze (insbesondere Eisenerz), Steinkohle (oberbayerische Pechkohle, Stockheim), Braunkohle (überwiegend Oberpfalz), Salz und Sole (Berchtesgaden) und die sogenannten „niederen Fossilien“ (überwiegend Granit, Speckstein, Farberden). Für die Dokumentation der Bergbauberechtigungen ist nach § 75 ff BBergG ein eigenständiges Karten- und Buchwerk zu führen. Dies kann bei berechtigtem Interesse eingesehen werden.

● Grundeigene Bodenschätze

Grundeigene Bodenschätze sind die in § 3 Abs. 4 BBergG aufgeführten Bodenschätze. Insbesondere gelten als grundeigene Bodenschätze im Sinne des BBergG einige Steine und Erden sowie Industriemineralien wie Basaltlava, Bentonit, Kaolin, Feldspat, Pegmatitsande, Speckstein, Kiesel-erde sowie Quarz, Quarzit und die feuerfesten Tone. Grundeigene Bodenschätze sind im Eigentum des Grundeigentümers; einer Erlaubnis oder Bewilligung bedarf es grundsätzlich nicht. Das Bergrecht umfasst bei den mineralischen Rohstoffen nur einen ausgewählten Teil der im Grundeigentum befindlichen Bodenschätze – enumerative Aufzählung in § 3 Abs. 4 BBergG. In Bayern unterlagen Ende 2000 **ca. 10% der Gesamtförderung der im Grundeigentum befindlichen Bodenschätze** dem Bergrecht.

Bergrecht gilt ferner unabhängig vom Bodenschatz allerdings immer dann, wenn die Rohstoffe untertägig aufgesucht und gewonnen werden. Vom Bergrecht auch erfasst sind Bohrungen ab Bohrlochlängen größer 100 m jeglicher Art – beispielsweise auch für Bohrungen für die Erschließung von Grundwasser oder für die Errichtung von unterirdischen Gasspeichern. Ferner unterstehen untertägige Besucherbetriebe wie Besucherhöhlen und Besucherbergwerke dem Bergrecht.

● Betriebliche Genehmigungen nach Bergrecht

Instrument der betrieblichen Genehmigung für Einzelvorhaben ist das Betriebsplanverfahren nach § 50 ff BBergG.

Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass für die bergfreien Bodenschätze somit ein zweistufiges Verfahren durchzuführen ist: Zunächst erfolgt die Erteilung der erforderlichen Bergbauberechtigung und danach die erforderliche Zulassung des Betriebsplanes. Bei den grundeigenen Bodenschätzen nach Bergrecht genügt das Betriebsplanverfahren. Hierbei muss der Abbauunternehmer für die Zulassung eines Betriebsplanes allerdings nachweisen, dass er über die für den Abbau in Frage kommenden Grundstücke verfügen kann, z. B. durch Erwerb oder Pachtvertrag.

Das Betriebsplanverfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass der Unternehmer seine Tätigkeiten erst nach Zulassung des von ihm eingereichten Betriebsplanes durchführen darf. Die Zulassung ist gebunden an bestimmte Voraussetzungen zur Betriebssicherheit und zum Arbeitsschutz, zum Schutz der Oberfläche, zur Vermeidung gemeinschädlicher Einwirkungen, zum Schutz der Lagerstätte und zu Vorsorgemaßnahmen für die ordnungsgemäße Wiedernutzbarmachung der von der Rohstoffgewinnung in Anspruch genommenen Flächen.

Die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege nach den Naturschutzgesetzen sind auf Grundlage der entsprechenden Öffnungsklauseln im Bergrecht bei der Betriebsplanzulassung zu beachten. Wesentliche Zulassungsvoraussetzung ist die im § 55 Abs. 1 Satz 1 Nr. 7 BBergG festgelegte Vorsorge zur **Wiedernutzbarmachung** der Oberfläche. Da die Gewinnung von Bodenschätzen in der Regel einen Eingriff im Sinne des Art. 6 Abs. 1 BayNatSchG darstellt, wird mit der Wiedernutzbarmachung dem Ausgleichsgebot entsprochen. Anforderungen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in der konkretisierenden Form der Eingriffsregelung sind bei der Festlegung der Art und des Umfangs der Wiedernutzbarmachung zu berücksichtigen. Belange der Regionalplanung und des Bodenschutzes sind nach § 48 Abs. 2 BBergG beim Betriebsplanverfahren ebenfalls entsprechend den Vorschriften des ROG und der Bodenschutzvorschriften einzustellen.

Das Betriebsplanverfahren hat **teilweise Ersetzungswirkung** z. B. beim Naturschutzrecht und der Landschaftspflege. So ersetzt beispielsweise die Zulassung eines Betriebsplanes die naturschutzrechtliche Gestattung bei Befreiungen nach Art. 49 Abs. 3 Satz 2 Bayerisches Naturschutzgesetz. Die Bergbehörde prüft hierbei die Befreiungsvoraussetzungen und holt das Einvernehmen mit der zuständigen Naturschutzbehörde ein. Diese Ersetzungswirkung gilt allerdings z. B. nicht bei den Entscheidungen nach dem Wasserrecht. Für diese Belange sind von der Betriebsplanzulassung unabhängige Bescheide notwendig. Dabei wurde den bayerischen Bergämtern für den Vollzug der für den Bergbau wichtigen Fachgesetze eine **Bündelungsfunktion** zugeordnet. Dies bedeutet: Der Vollzug der verschiedenen Fachgesetze ist bei den unter Bergrecht stehenden Betrieben nur einer Behörde, der Bergbehörde, zugeordnet. So erteilen die Bergämter z. B. auch die Erlaubnisse oder Bewilligungen nach Wasserrecht, die Rodungserlaubnis nach Waldrecht und vollziehen zusätzlich Immissionsschutzrecht.

Weitere Elemente des Genehmigungsverfahrens nach dem Bergrecht sind die Durchführung von Planfeststellungsverfahren und Umweltverträglich-

keitsprüfungen (UVP). Eine UVP nach der Bergverordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben vom Juli 1990 ist beispielsweise bei Senkungen der Oberfläche ab 3 m – in besonderen Fällen ab 1 m –, bei Tagebauflächen oder Halden ab 10 ha oder großen Aufbereitungsanlagen ab einer Durchschnittskapazität größer 3.000 t/Tag notwendig.

Besonders zu erwähnen ist noch das Instrument der Bergaufsicht nach § 69 BBergG. Im Rahmen der Bergaufsicht überwachen die bayerischen Bergbehörden die Einhaltung der bergrechtlichen Vorschriften.

5.2 Abgrabungsrecht

Der Trockenabbau von Rohstoffen außerhalb des Bergrechtes war bis zum Inkrafttreten des Bayerischen Abgrabungsgesetzes (BayAbgrG) im März 1999 baugenehmigungspflichtig. Jetzt sind alle Abgrabungen über 500 m² Größe oder 2 m Tiefe genehmigungspflichtig nach dem Bayerischen Abgrabungsgesetz (Art. 6 Abs. 1 i.V.m. Abs. 2 Nr. 1 BayAbgrG). Bei Auslegung und Anwendung der neuen Vorschriften ist zu beachten, dass die Schaffung des BayAbgrG ausschließlich verfahrensrechtlich motiviert ist: Das Bauordnungsrecht kannte bisher (und kennt nach wie vor) kein Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung, wie es bei der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erforderlich ist. Diese klare verfahrensrechtliche Grundsystematik des Bauordnungsrechts sollte erhalten bleiben. Deshalb sind die – ggf. UVP-pflichtigen – Abgrabungen nunmehr anderweitig – im BayAbgrG – geregelt, das im Übrigen in den wesentlichen Grundzügen der Bayer. Bauordnung (BayBO) nachgebildet ist. Insbesondere (auch) in materiell-rechtlicher Beziehung ergeben sich gegenüber dem früheren Rechtsstand keine Änderungen. Ähnlich wie im BBergG besteht eine UVP-Pflichtigkeit bei Tagebauflächen ab 10 ha. Die Genehmigung ist hierbei nach Art. 9 Abs. 1 BayAbgrG zu erteilen, wenn die Abgrabung den öffentlich-rechtlichen Vorschriften nicht widerspricht.

5.3 Wasserrecht

Die Gewinnung von mineralischen Rohstoffen bedarf einer wasserrechtlichen Gestattung, wenn mit der Gewinnung eine Gewässerbenutzung verbunden ist; z. B. in folgenden Fällen:

- Wird Grundwasser angeschnitten und soll der Tagebau umgehend wieder aufgefüllt werden – es entsteht also kein neues oberirdisches Gewässer – liegt eine Benutzung des Grundwassers nach § 3 Abs. 1 Nrn. 5 und 6 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vor. Diese Benutzung bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach den §§ 2, 7 WHG, Art. 16, 17 Bayerisches Wassergesetz (BayWG).
- Wird Grundwasser angeschnitten und soll die Wasserfläche auf Dauer bestehen bleiben, so wird ein Gewässer hergestellt. Hierfür ist eine Planfeststellung oder Plangenehmigung nach § 31 WHG, Art. 58 BayWG erforderlich. Nach § 3 Abs. 1 Satz 1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung – UVPG – in Verbindung mit Nr. 6 der Anlage zu § 3 UVPG ist im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens nach § 31 WHG für die Herstellung eines Gewässers eine Umwelt-

verträglichkeitsprüfung durchzuführen. Im Zuständigkeitsbereich des Bergrechtes wird das wasserrechtliche Planfeststellungsverfahren durch das bergrechtliche Planfeststellungsverfahren (obligatorischer Rahmenbetriebsplan) ersetzt, wenn mit der bergbaulichen Maßnahme die Herstellung eines Gewässers verbunden ist.

Im Übrigen ist zu prüfen, ob eine Gewässerbenutzung im Sinne von § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG (auch wenn Grundwasser nicht aufgedeckt wird) oder weitere Gewässerbenutzungen nach § 3 WHG vorliegen und ob Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen angezeigt werden müssen (Art. 37 BayWG). Ferner kann eine Ausnahmegenehmigung von einer Wasserschutzgebiets-Verordnung nach § 19 WHG oder von einer Veränderungssperre nach § 36 a WHG erforderlich sein. Im Bergrecht wird die Anzeige nach Art. 37 BayWG durch den Betriebsplan ersetzt. Nach § 7 Abs. 1 Satz 2 und § 9 Satz 2 WHG ist für eine Gewässerbenutzung eine Umweltverträglichkeitsprüfung im wasserrechtlichen Verfahren durchzuführen, wenn die Gewässerbenutzung unmittelbar mit einem der in Nr. 6 oder 14 der Anlage zu § 3 UVPG genannten Vorhaben zusammenhängt.

5.4 Immissionschutzrecht

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und die dazugehörigen Verordnungen legen sowohl Verfahrensvorschriften als auch technische Vorschriften für bestimmte Anlagen fest. Die Anlagen, für die eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung erforderlich ist, sind im einzelnen in der 4. BImSchV aufgeführt. Auch bei Anlagen, für die ein Genehmigungsverfahren nach anderen Gesetzen durchgeführt werden muss – z. B. nach dem Bundesberggesetz oder dem Wasserhaushaltsgesetz – sind die materiellen immissionsschutzrechtlichen Bestimmungen einzuhalten. Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung schließt andere, die jeweilige „BImSch-Anlage“ betreffende Genehmigungen mit ein. Hiervon ausgenommen sind Planfeststellungen, die Erteilung wasserrechtlicher Erlaubnisse und Bewilligungen sowie die Zulassung bergrechtlicher Betriebspläne.

Eine Vielzahl der übertägigen Anlagen des Bergbaus bzw. Teile dieser Anlagen bedürfen ebenfalls der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung. Ausgenommen sind davon die zur Bewetterung von Bergwerken erforderlichen Grubenlüfter und die bergrechtlich betriebenen Tagebaue – selbst wenn hierbei Sprengstoffe verwendet werden.

Nachfolgend einige Beispiele für Anlagen, die der Gewinnung, Aufbereitung oder Weiterverarbeitung mineralischer Rohstoffe, der Speicherung von Erdgas sowie anderer bergrechtlicher Tätigkeiten dienen und der BImSch-Genehmigung bedürfen:

- Steinbrüche außerhalb des Bergrechts mit einer Abbaufäche von 10 ha oder mehr,
- Steinbrüche außerhalb des Bergrechts mit einer Abbaufäche von weniger als 10 ha, soweit Sprengstoffe verwendet werden,
- Zementwerke,
- Ziegeleien und andere keramische Betriebe,

- Anlagen zum Brechen, Mahlen und Klassieren von Gestein,
- Schmelzanlagen für Gesteine,
- Verdichter von Erdgasanlagen.

5.5 Forstrecht

Die Rodung von Wald bedarf einer Erlaubnis nach dem Waldgesetz für Bayern (Art. 9 Abs. 2 BayWaldG). Ob eine Rodungserlaubnis erteilt werden kann, hängt vom Schutzstatus der Waldfläche ab. Im Schutz-, Bann- und Erholungswald ist sie grundsätzlich zu versagen und kann – sofern keine zwingenden Gründe des öffentlichen Wohls vorliegen – nur unter eng begrenzten Voraussetzungen erteilt werden, zu denen im Bannwald u. a. Ersatzaufforstungen zählen (Art. 9 Abs. 4, 6 und 7 BayWaldG). Im Übrigen soll eine Rodungserlaubnis versagt werden, wenn sie den Wald-funktionsplänen widerspricht oder deren Ziele gefährden würde oder andere Gründe des öffentlichen Interesses an der Walderhaltung dem Rodungswunsch des Antragstellers im Rang vorgehen (Art. 9 Abs. 5 BayWaldG). Bevor sie versagt wird, ist jedoch nach den allgemeinen Ver-waltungsgrundsätzen zu prüfen, ob sie nicht unter Auflagen und Nebenbestimmungen wie z. B. der Auflage ersatzweiser Aufforstungen erteilt werden kann.

Bei Satzungen, Planfeststellungsbeschlüssen, Genehmigungen und sonstigen behördlichen Gestattungen auf Grund anderer Gesetze bedarf es keiner zusätzlichen Rodungserlaubnis (Art. 9 Abs. 8 BayWaldG). Ob eine Rodung zulässig ist, wird dann im Rahmen dieser Verfahren geprüft. Bei bergrechtlichen Betriebsplänen, die auch die Rodung von Wald beinhalten, entscheidet das Bergamt im Einvernehmen mit der unteren Forst-behörde (Art. 39 Abs. 4 BayWaldG).

5.6 Naturschutzrecht

Das Naturschutzrecht ist in den Genehmigungsverfahren und bei der Erteilung von Bergbauberechtigungen zu beachten. Zusammenfassend sind dies insbesondere die Vorschriften zur Eingriffsregelung, zu beson-deren Vorschriften bei Schutzgebieten und zu NATURA 2000-Gebieten:

● Eingriffsregelung

Die Rohstoffgewinnung stellt einen Eingriff im Sinne des Art. 6 Abs. 1 BayNatSchG dar. Hieraus folgt das Vermeidungsgebot, wenn das mit dem Eingriff verfolgte Ziel auf andere zumutbare, die Natur- und Umwelt schonendere Weise erreicht werden kann (z. B. Recycling oder Substitution, sofern möglich). Unvermeidbare Beeinträchtigungen sind innerhalb einer bestimmten Frist durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Land-schaftspflege auszugleichen, soweit es zur Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege erforderlich ist. Bei nicht aus-gleichsfähigen Eingriffen muss eine Abwägung durchgeführt werden. Überwiegen Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist der Eingriff zu untersagen; sind sie nachrangig, wird der Eingriff zugelassen. Bei Zulassung des Eingriffs sind Kompensationsmaßnahmen nach Art. 6a Abs. 3 BayNatSchG zu leisten.

- **Schutzgebiete**

Die Verbote in den Schutzgebieten können bei Vorliegen der Voraussetzungen der Art. 13a und 49 BayNatSchG überwunden werden.

- **NATURA 2000-Gebiete**

Soweit Natura 2000-Gebiete (FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete) betroffen sind, sind die erhöhten Zulassungsanforderungen nach Art. 49a BayNatSchG zu beachten. Bestehende Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffsicherung sind bei Auswahl dieser Gebiete berücksichtigt worden.

5.7 Bodenschutzrecht

Die Rohstoffgewinnung ist eine Nutzungsfunktion des Bodens, die in § 2 Abs. 2 Nr. 3 Buchst. a BBodSchG ausdrücklich genannt ist. Materieller Bestandteil einer bergrechtlichen Genehmigung ist auch das Bodenschutzrecht, soweit nicht spezialgesetzliche bergrechtliche Vorschriften dem entgegenstehen (§ 3 Nr.10 BBergG).

- **Subsidiarität des BBodSchG**

§ 3 BBodSchG bestimmt sowohl den Anwendungsbereich des Gesetzes als auch die fachgesetzlichen Vorschriften, neben denen das BBodSchG subsidiär anzuwenden ist. Dies bedeutet, dass das in § 3 Abs. 1 Nr. 10 BBodSchG aufgeführte BBergG sowie die aufgrund des BBergG erlassenen Rechtsverordnungen über Errichtung, Führung oder Einstellung eines Betriebes insofern immer vorrangig sind, als sie Einwirkungen auf den Boden regeln (spezialgesetzlicher Vorrang des Bergrechts).

Das BBergG enthält Vorschriften, die auch die Einwirkungen des Bergbaus auf den Boden regeln. Das Schutzgut Boden ist durch die Änderung des BBergG vom 12.02.1990 ausdrücklich in die Generalklausel des § 1 BBergG aufgenommen worden; dabei wurde die Zweckbestimmung des BBergG, den Bergbau zur Sicherung der Rohstoffversorgung zu ordnen und zu fördern, unter den Vorbehalt des sparsamen und schonenden Umgangs mit Grund und Boden gestellt.

- **Materielle Beachtlichkeit des Bodenschutzrechtes**

Die Herbeiführung von Bodenveränderungen durch bergrechtliche Zugriffe auf den Boden ist dem Regime des BBergG unterworfen; in materieller Hinsicht wird das BBergG über die unbestimmten Rechtsbegriffe auch durch das BBodSchG in Verbindung mit der BBodSchV ausgefüllt. Vor allem bei der Auslegung folgender Vorschriften des BBergG sind daher die materiellen Erfordernisse des Bodenschutzrechtes zu beachten:

- § 55 Abs. 1 Satz 1 Nr. 7, wonach ein bergrechtlicher Betriebsplan nur zugelassen werden darf, wenn „die erforderliche Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche in dem nach den Umständen gebotenen Ausmaß getroffen ist“

- § 55 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2, wonach ein Abschlussbetriebsplan nur zugelassen werden darf, wenn „gemeinschaftliche Einwirkungen der Aufsuchung oder Gewinnung nicht zu erwarten sind“ und
- § 48 Abs. 2 Satz 1, wonach „in anderen Fällen ... die für die Zulassung von Betriebsplänen zuständige Behörde eine Aufsuchung oder Gewinnung beschränken oder untersagen kann, soweit ihr überwiegend öffentliche Interessen entgegenstehen.“

5.8 Sonstige Rechtsvorschriften

An sonstigen Rechtsvorschriften sind beispielsweise zu beachten:

● Denkmalschutzrecht

Nach Art. 7 des Denkmalschutzgesetzes (DSchG) ist eine Erlaubnis erforderlich, wenn

- Erdarbeiten auf einem Grundstück vorgenommen werden sollen, obwohl bekannt, zu vermuten oder den Umständen nach anzunehmen ist, dass sich dort Bodendenkmäler befinden,
- Arbeiten, die Bodendenkmäler gefährden können, auf Grundstücken durchgeführt werden sollen, die zu Grabungsschutzgebieten erklärt worden sind, oder
- Anlagen in der Nähe von Bodendenkmälern, die ganz oder zum Teil über der Erdoberfläche erkennbar sind, errichtet, verändert oder beseitigt werden sollen, wenn sich dies auf Bestand oder Erscheinungsbild eines dieser Bodendenkmäler auswirken kann.

In den beiden letztgenannten Fällen entfällt die Erlaubnis, wenn eine abgrabungsrechtliche Genehmigung oder Betriebsplanzulassung erforderlich ist.

● Flurbereinigungsrecht

Über Abbauvorhaben, die im Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen dienen, kann im Plan über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen nach § 41 FlurbG entschieden (Planfeststellung oder Genehmigung) werden.

● Straßenrecht

Zu den Bestandteilen öffentlich-rechtlicher Straßen gehören nach den Straßengesetzen (§ 1 Abs. 2 Nr. 4 Bundesfernstraßengesetz – FstrG; Art. 2 Nr. 4 Bayerisches Straßen- und Wegegesetz – BayStrWG) die als Nebenanlagen eingestuft „Entnahmestellen“; dies sind Flächen, auf denen mineralische Rohstoffe abgebaut werden. Beim Bau von Straßen wie z. B. Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Staatsstraßen oder unter bestimmten Umständen auch Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen werden diese „Entnahmestellen“ in eine erforderliche straßenrechtliche Planfeststellung einbezogen. Der Planfeststellungsbeschluss hat Konzentrationswirkung; d. h. andere behördliche Entscheidungen sind daneben nicht notwendig.

5.9 Optimierungsgebote der Verwaltung

Bei den Genehmigungsentscheidungen sind die spezifische Standortgebundenheit der Lagerstätten und die besondere volkswirtschaftliche Bedeutung der Rohstoffe bei der Abwägung zwischen den divergierenden Interessen besonders zu berücksichtigen.

Sowohl das Bergrecht als auch das Abgrabungsrecht enthalten Optimierungsgebote.

Im Bergrecht greift entsprechend § 48 Abs. 1 BBergG die sogenannte **Rohstoffsicherungsklausel**, wonach bei Anwendung von Vorschriften, die Tätigkeiten auf Grundstücken verbieten oder beschränken (wie z. B. öffentliche Verkehrswege, Wasserschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Wasserstraßen oder militärische Schutzbereiche) **dafür Sorge zu tragen ist, dass Aufsuchung und Gewinnung so wenig wie möglich beeinträchtigt werden**. Dies bedeutet: Bei entsprechend geschützten Grundstücken besteht kein absolutes Aufsuchungs- oder Gewinnungsverbot. Vielmehr ist entsprechend den Fachgesetzen und den fachlichen Erfordernissen die Verträglichkeit mit dem Rohstoffabbau zu prüfen. Bei positivem Ergebnis ist auch auf geschützten Grundstücken Aufsuchung und Gewinnung von Bodenschätzen in Ausnahmefällen möglich. Bei der Rohstoffsicherungsklausel nach Bergrecht handelt es sich **nicht um ein absolutes Vorranggebot der Rohstoffgewinnung vor anderen Nutzungen**. Die verschiedenen Fachgesetze enthalten ihrerseits Optimierungsklauseln, wie z. B. das Naturschutzrecht in §§ 1 und 2 BNatSchG sowie in Art. 1 BayNatSchG das Optimierungsgebot hinsichtlich dem Schutz von Natur und Landschaft. **Die Belange von verschiedenen Optimierungsgeboten müssen zu einem angemessenen Ausgleich gebracht werden**. Die Verwaltung hat im Rahmen der Rohstoffsicherungsklausel die Verpflichtung, bei der Abwägung divergierender Interessen die besondere Situation der Rohstoffgewinnung in jedem Einzelfalle gesondert zu untersuchen und zu berücksichtigen. Zu entscheiden ist entsprechend den Vorschriften der Fachgesetze, die bei den Zulassungen der Betriebspläne zu beachten sind. Ist aufgrund dieser Vorschriften eine Zulassung nicht möglich, so ist die Genehmigung zu versagen.

Das Bayerische Abgrabungsgesetz enthält in Art. 2 ebenfalls eine Optimierungsklausel, wonach „im Vollzug des Gesetzes ein **bestmöglicher Ausgleich** zwischen dem öffentlichen Interesse an der Gewinnung heimischer Bodenschätze zur Sicherung der Rohstoffversorgung und den Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege anzustreben ist.“ Auch hier ergeht ein Gebot an die Verwaltung, bei divergierenden Interessen mit dem Naturschutz und der Landschaftspflege im Rahmen einer aktiven Zielkonfliktlösung einen fairen und sachgerechten Ausgleich der Interessen herbeizuführen.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Neuauflage des „Rohstoffprogramms“ werden die in Bayern vorkommenden Rohstoffe nach Art und Verbreitung sowie nach ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung und Verwendung dargestellt. Bayern besitzt eine besondere Vielfalt nutzbarer Fest- und Lockergesteine, Tone und Industrieminerale, teilweise von herausragender oder einmaliger Qualität. Neben diesen mineralischen Rohstoffen sind auch die Energierohstoffe Erdöl und Erdgas behandelt, vor allem aber werden die Perspektiven zur Nutzung von Erdwärme und die Speicherkapazität ausgeförderter Erdgasvorkommen herausgestellt.

Bayern ist in Deutschland nach Vielfalt und Menge zusammen mit Nordrhein-Westfalen der größte Produzent von Rohstoffen der Steine und Erden sowie von Industriemineralen. In Bayern gibt es 626 statistisch erfasste Betriebe mit den Schwerpunkten Gewinnung und Aufbereitung. Hinzu kommen 1.148 statistisch erfasste Betriebe mit Schwerpunkt Verarbeitung mineralischer Rohstoffe. Diese nutzen in hohem Maße die heimischen Rohstoffe. Gewinnung und Verarbeitung erzielen zusammen einen jährlichen Umsatz von ca. 8,4 Mrd EURO bei ca. 70.000 Beschäftigten (ohne Bauwirtschaft). Auf einen Beschäftigten in der Gewinnung und Aufbereitung mineralischer Rohstoffe entfallen in den damit zusammenhängenden Bereichen der Verarbeitung und der Bauwirtschaft ca. 35 weitere Beschäftigte.

Neben der Bauwirtschaft sind in Bayern als Nutzer heimischer mineralischer Rohstoffe traditionell vor allem die Industriezweige Keramik, Glas, Naturwerkstein, Chemie und Papier von Bedeutung.

Die Industrie der Gewinnung und Verarbeitung dieser Rohstoffe ist überwiegend klein- bis mittelständisch strukturiert. Wenige Großbetriebe sind auf dem Verarbeitungssektor tätig.

Ausgehend von einer derzeitigen Förderung von ca. 158,1 Mio t/Jahr (150,3 Mio t Primärrohstoffe und 7,8 Mio t Recycling-Baustoffe) an mineralischen Rohstoffen ist nach den Berechnungen der Technischen Universität München für den künftigen Bedarf bis zum Jahr 2010 eine Steigerung um etwa 11,5% auf ca. 176,3 Mio t/Jahr zu prognostizieren.

Bei der Bilanzierung der Mengen von Rohstoffen und Recyclingmaterial ergibt sich, dass die natürlichen mineralischen Rohstoffe derzeit zu ca. 5,8% (7,8 Mio t bezogen auf die Rohstoffproduktion für den Bausektor mit 135,3 Mio t) durch wiederaufbereitetes Material aus Bauschutt und Straßenaufbruch ersetzt werden. Es wird nach Berechnungen der Technischen Universität München prognostiziert, dass sich dieser Anteil bis 2010 um etwa 66,7% auf 13,0 Mio t erhöht – dies bedeutet, dass sich die Substitutionsquote aus Recycling-Baustoffen von derzeit 5,8% auf 8,8% erhöhen wird. Recycling-Baustoffe werden in Bayern hauptsächlich für den Strassen- und Wegebau eingesetzt. Rohstoffsubstitution in größerem Umfang für den Hochbau scheitert vor allem an hohen Qualitätsanforderungen an die Baustoffeigenschaften.

Die Nutzung und Verarbeitung heimischer Rohstoffe ist unverzichtbar; wesentliche Industriezweige hängen davon ab. Die Vorratsprognosen zu den einzelnen Rohstoffgruppen zeigen, dass geogen bedingte Verknappungen nur für einige Rohstoffarten zutreffen.

Wesentliche Voraussetzung künftiger Rohstoffnutzung in geeigneten Räumen ist die flächendeckende Erfassung der in Bayern verbreiteten Rohstoffe (rohstoffgeologische Landesaufnahme) durch das Geologische Landesamt. Das Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie hat das Geologische Landesamt mit der Durchführung von Rohstofferkundungen beauftragt und stellt hierfür jährlich Mittel bereit. Die Untersuchungsprogramme werden mit dem Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie abgestimmt und orientieren sich an den praktischen Erfordernissen für die zukünftige Rohstoffnutzung. Zur mittelfristigen Rohstofferkundung werden in dieser Neuauflage Zielvorgaben für die nächsten 10 Jahre formuliert.

Die jahrzehntelange Förderung der Energierohstoffe Erdöl und Erdgas im Molassebecken südlich der Donau stagniert auf niedrigem Niveau mit einer Jahresförderung von ca. 40.000 t Erdöl und ca. 8 Mio m³ Erdgas. Mit neuen geologischen und technischen Ansätzen versuchen gegenwärtig insbesondere ausländische Gesellschaften neue Erdgaslagerstätten zu entdecken. Sollten diese Aufsuchungstätigkeiten erfolgreich sein, so kann dies in einem gewissen Rahmen zu einer Wiederbelebung der Exploration und in der Folge auch einem Wiederanstieg der Gewinnung führen. Die ausgeförderten Erdgas- und Erdöllagerstätten sind hervorragend zur umweltfreundlichen unterirdischen Speicherung von Erdgas geeignet. Mehrere Speicher sind bereits in Betrieb und dienen dem Ausgleich des jahreszeitlich schwankenden Bedarfs. Mit einem gegenwärtigen Arbeitsgasvolumen von ca. 3,5 Mrd m³ stellt Bayern ca. 15% der deutschen Speicherkapazität. Für weitere Speicherprojekte in Bayern liegen konkrete Planungen vor.

Der Raum südlich der Donau birgt auch ein erhebliches geothermisches Potenzial. Dessen Nutzung für die Wärmeversorgung ist gegenwärtig aus technisch-wirtschaftlichen Gründen auf einige wenige Projekte beschränkt, die ohne staatliche Mittel nicht realisiert worden wären. Zur Verbesserung der Kenntnisse über die Erdwärmeverkommen in Bayern führt das Geologische Landesamt im Auftrag und mit Mitteln des Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie Untersuchungen und Auswertungen durch, die der Erstellung eines bayerischen Geothermie-Atlas dienen.

Die Sicherung der heimischen Rohstofflagerstätten (Rohstoffsicherung) erfolgt in der Regionalplanung durch die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten. Rohstoff-Vorranggebiete schließen andere raumbedeutsame Nutzungen aus, soweit sie mit der Gewinnung von Bodenschätzen nicht vereinbar sind. In Rohstoff-Vorbehaltsgebieten kommt der Rohstoffgewinnung ein besonderes Gewicht zu. Bei der Abwägung im Einzelfall kann aber bei den Vorbehaltsgebieten noch gewichtigeren gegenläufigen Belangen der Vorzug gegeben werden. Auch wenn die Regionalplanung auf Ebene der Raumordnung und Landesplanung keinen

Vertrauensschutz begründen kann, ist für die Rohstoffunternehmen eine möglichst hohe Planungssicherheit bei den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten von wesentlicher Bedeutung.

Rohstoffsicherung und Belange der Umwelt berühren sich häufig und können zu Kollisionen beider Interessenbereiche führen. Die derzeitige Situation der Rohstoffsicherung und -gewinnung im Spannungsfeld anderer Belange sowie die abzusehende weitere Entwicklung können zu Erschwernissen für eine langfristig abgesicherte Rohstoffnutzung führen. Probleme und Notwendigkeit der Rohstoffnutzung werden vor diesem Hintergrund mit den Aspekten nachhaltiger Entwicklung in Bezug gebracht. Nachhaltigkeit bedeutet neben dem sparsamen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen auch die Schaffung weiterer Einsatzmöglichkeiten für Sekundärrohstoffe (Recycling-Baustoffe).

Es gilt aber auch, den Vorbehalten, mit denen Rohstoffabbau häufig belegt ist, Aspekte der Verträglichkeit mit Umweltbelangen gegenüberzustellen.

Zur Verbesserung der Rohstoffsicherung und zur Konfliktlösung mit anderen Belangen sind Aspekte und Lösungsvorschläge für eine nachhaltige Rohstoffsicherung formuliert, deren wichtigste und wesentlichste Inhalte sind:

- Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffsicherung können mit konkurrierenden Nutzungen vereinbar sein. Überschneidungen von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten mit Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Rohstoffsicherung sind im Ausnahmefall zulässig, wenn der Abbau zu keinen Konflikten mit Natur und Landschaft führt. Überschneidungen von Wasservorrang- und künftig Wasservorbehaltsgebieten mit Rohstoffvorrang- und -vorbehaltsgebieten sind bei geeigneten hydrogeologischen Gegebenheiten möglich.
- Die Sicherung besonders wertvoller Lagerstätten liegt im öffentlichen Interesse. Bei der Abwägung konkurrierender Belange ist dies zusammen mit anderen im öffentlichen Interesse liegenden Belangen zu berücksichtigen.
- Wirtschaftliche Erfordernisse zur Sicherung der Rohstoffversorgung sollten in den Verfahren der Regionalplanung bei Bedarf zügig berücksichtigt werden, z. B. durch das Instrument der Teilfortschreibung des Kapitels „Bodenschätze“ in den Regionalplänen. Um den Unternehmen Planungssicherheit zu gewährleisten, ist es zu begrüßen, wenn die regionalen Planungsverbände bei der Ausweisung von Rohstoffvorrang- und -vorbehaltsgebieten einen möglichst langen Zeitraum für die Bedarfsdeckung zugrundelegen.
- Die gewachsenen Betriebsstandorte und Versorgungsstrukturen sollten bei der Ausweisung von Rohstoffsicherungsgebieten angemessen berücksichtigt werden.

- Rohstoffsicherung stellt auch an die Betriebe erhebliche Anforderungen. Dies gilt insbesondere für die betriebliche Erkundung von Lagerstätten und für einen sparsamen und schonenden Umgang mit Rohstoffen. Hierbei ist auf eine Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen zur Substitution geogener mineralischer Rohstoffe hinzuwirken.
- Eine Verbesserung der fachlichen Basisdaten (Rohstoffe, Grundwasser) als Beurteilungsgrundlage für die Rohstoffsicherung und für die Lösung von Zielkonflikten zwischen Rohstoffabbau und Grundwasserschutz wird als besonders dringlich eingestuft.

Die Genehmigungsentscheidungen für den Abbau von Rohstoffen erfolgen vor allem in Abhängigkeit von der Rohstoffart und der Abbauweise nach unterschiedlichen Rechtsvorschriften wie insbesondere: Bergrecht, Abgrabungsrecht, Wasserrecht oder Immissionsschutzrecht. Zu beachten sind ferner insbesondere Vorschriften aus dem Naturschutzrecht, Bodenschutzrecht, Forstrecht, Denkmalschutzrecht, Flurbereinigungsrecht, Straßenrecht sowie die Ziele der Raumordnung. Bergrecht und Abgrabungsrecht sehen aufgrund des Gemeinwohlinteresses an der Nutzung heimischer Rohstoffe entsprechende Optimierungsklauseln vor. Hierbei ist eine Abwägung zu anderen Optimierungsklauseln z. B. im Naturschutzrecht vorzunehmen.

Literaturverzeichnis

- AD-HOC-AG ROHSTOFFE DER STAATLICHEN GEOLOGISCHEN DIENSTE DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2000): Rohstoffsicherung in der Bundesrepublik Deutschland. – Zustandsbericht: 95 S., Mainz (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz).
- APEL, R., DOBNER, A., POSCHLOD, K., WEINIG, H., WROBEL, J.-P., FRISCH, H., KÖHLER, K.-H., MANGELSDORF, J. & PREININGER, E. (1999): Arbeitshilfe zur Bewältigung bestehender Konflikte („Altfälle“) zwischen Rohstoffsicherung und Sicherung der Wasserversorgung im Rahmen der Regionalplanung und Hinweise zur Vermeidung künftiger Konflikte. – 21 S. + 9 S. Anhang, München (Bayer. Geologisches Landesamt/Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft).
- BAYERISCHER INDUSTRIEVERBAND STEINE UND ERDEN e.V. (2000): Das Grundwasser im schwäbischen Donautal. – Schriftenreihe der bayerischen Sand- und Kiesindustrie, 11: 101 S., Donauwörth.
- BAYERISCHER ZIEGELINDUSTRIEVERBAND e.V. (2001): Rohstoffsicherung – Zukunftssicherung der bayerischen Ziegelindustrie. – 80 S., München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2000): Verarbeitendes Gewerbe in Bayern (sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden) 1999. – Statistischer Bericht E 11-j/99: 55 S., München (BLfStaD).
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2000): Abfallwirtschaft in Bayern 1998. – Statistischer Bericht Q II 1-j/1998: 85 S., München (BLfStaD).
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2001): Verarbeitendes Gewerbe in Bayern (sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden) 2000. – Statistischer Bericht E 11-j/00: 55 S., München (BLfStaD).
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2001): Der Steinbruch als Sekundärbiotop. – Merkblätter zur Landschaftspflege und zum Naturschutz: 44 S., Augsburg.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1991): Hydrothermische Energiebilanz und Grundwasserhaushalt des Malmkarstes im Süddeutschen Molassebecken. – Unveröffentlichter Schlussbericht, München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1998): Detailmodell zur Bilanzierung der Thermalwasservorkommen im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken. – Unveröffentlichter Endbericht, München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1999): Das Thermalwasservorkommen im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken. – Kurzbericht: 21 S., München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1997): Bayern-Agenda, 21: 452 S., München (BayStMLU).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1999): Das neue Bayerische Naturschutzgesetz. – 2. Aufl.: 96 S., München (BayStMLU).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2000): 14. Raumordnungsbericht – Bericht über die Verwirklichung des Landesentwicklungsprogrammes und über räumliche Entwicklungstendenzen in Bayern 1995/1998. – 327 S., München (BayStMLU).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2001): Umweltpakt Bayern – Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen – Eckpunktepapier – Vereinbarung zwischen dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und dem Bayerischen Industrieverband Steine und Erden e.V. vom 21.06.2001, München (BayStMLU).

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2001): Landesentwicklungsprogramm Bayern – Gesamtfortschreibung, Entwurf vom 24.07.2001. – 413 S., München (BayStMLU).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND VERKEHR (1978): Rohstoffprogramm für Bayern. – 129 S., München (BayStMWV).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND TECHNOLOGIE (1998): Bergbau in Bayern 1996/1997. – 64 S., München (BayStMWVT).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND TECHNOLOGIE (2000): Industriebericht Bayern 2000. – 125 S., München (BayStMWVT).
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND TECHNOLOGIE (2001): Bayerns Wirtschaft in Zahlen, Stand Juli 2001. – 12 S., München (BayStMWVT).
- BERTLEFF, B., PLUM, H., SCHUFF, J., STICHLER, W., STORCH, D. & TRAPP, C. (2001): Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser. – LGRB Informationen, 10: 64 S., Freiburg (LGRB).
- BUNDESVERBAND BAUSTOFFE – STEINE UND ERDEN e.V. (2000): Der Bedarf an mineralischen Baustoffen. – 191 S., Frankfurt (Eigenverlag).
- BUNDESVERBAND BAUSTOFFE – STEINE UND ERDEN e.V. (2000): Der Bedarf an mineralischen Rohstoffen unter Berücksichtigung des Einsatzes von Recycling-Baustoffen, Frankfurt (Eigenverlag).
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (1999): Langfristige Entwicklung des Verbrauches wichtiger Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt (Eigenverlag).
- DINGETHAL, F. J., JÜRGING, P., KAULE, G. & WEINZIERL, W. (1998): Kiesgrube und Landschaft. – 3. Aufl.: 337 S., Donauwörth (Auer).
- DOBNER, A., ECKBAUER, M., POSCHLOD, K., PÜRNER, T., ULBIG, A. & WEINIG, H. (1994): Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern. – Heft 2: 87 S., München (Bayer. Geologisches Landesamt).
- DOBNER, A., ECKBAUER, M., SPERLING, T. & ULBIG, A. (1998): Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern. – Heft 3: 87 S., München (Bayer. Geologisches Landesamt).
- DOBNER, A., EXLER, H. J., GUDDEN, H., HADAMITZKY, E., LAGALLY, U., STREIT, R., VIERNSTEIN, M., WALDNER, W., WEINELT, W. & WEINIG, H., (1987): Der Bergbau in Bayern. – Geologica Bavarica, 91: 216 S., München.
- DOBNER, A., LAGALLY, U., MÜLLER, W., POSCHLOD, K., SPERLING, T., WEINELT, W. & WEINIG, H. (1999): Bayern. – S. 51–71, S. 156–164 in: DROZDZEWSKI, G. et al.: Gewinnungsstellen von Festgesteinen in Deutschland. – 2. Aufl.: 194 S., Krefeld (Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen).
- DOBNER, A., PIEWAK, M., POSCHLOD, K., PÜRNER, T., SPERLING, T., WAGNER, S. & WEINIG, H. (2000): Erkundung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen in Bayern. – Geologica Bavarica, 105: 285–310, München.
- FAHL, U., KALTSCHMITT, M., VOSS, A., (2001): Potenziale der Nutzung regenerativer Energieträger. – 29–32, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart.
- HADAMITZKY, E., DOBNER, A., SCHMID, H., WEINIG, H., ENDLICHER, G., ROSE, D., FELBER, J., HEINRICH, P., PIEWAK, M. & VIERNSTEIN, M. (1990): Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern. – Heft 1: 125 S., München (Bayer. Geologisches Landesamt).
- INDUSTRIEVERBAND STEINE UND ERDEN BADEN-WÜRTTEMBERG (2000): Kiesgewinnung, Wasser- und Naturschutz. – 225 S., Ostfildern (ISTE).

- KAPPELMEYER, O., DORNSTÄDTER, J. & WELTER, M. (1998): Geothermische Potenziale im Oberrheingraben – Forschungsvorhaben 0326690 B (BMBF). – Studie der GTC Kappelmeyer GmbH, Karlsruhe.
- KOSCHEL, G. (1999): Wasserwirtschaftliche Vorrang- und Vorbehaltsgebiete zur Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung in der Regionalplanung. – 11 S. + 2 S. Anhang, München (Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft).
- LÜTTIG, G. (1987): Vorratslage, Zugänglichkeit und Lebensdauer der nichtmetallischen Rohstoffe in Bayern (und die sich daraus ergebenden wirtschafts- und wissenschaftsstrategischen Folgerungen). – Geol.Bl.NO-Bayern, 37, Heft 1–2: 1–22, Erlangen.
- PROGNOS AG & EWI (1999): Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt. – Studie im Auftrag des BMWi: 5 + 28 S., Basel.
- SHELLSCHMIDT, R. CLAUSER, C. & SANNER, B. (2000): Geothermal Energy Use in Germany at the Turn of the Millenium. – S. 427-432, Proc. World Geothermal Congress, Kyushu-Tohoku, Japan.
- SCHMID, H. & WEINELT, W. (1978): Lagerstätten in Bayern. – Geologica Bavarica, 77: 160 S., München.
- SCHULZ, R. & KALTSCHMITT, M. (1993): Nutzung der Erdwärme. – S. 293-318; in: KALTSCHMITT, M. & A. WIESE: Erneuerbare Energieträger in Deutschland. – 370 S., Berlin (Springer).
- TRÄNKLE, U. & BEISSWENGER, T. (1999): Naturschutz in Steinbrüchen. – 83 S., Ostfildern (ISTE).
- WARTNER, H. (1983): Steinbrüche – vom Menschen geschaffene Lebensräume. – Landschaftsökologie Weihenstephan, Heft 4: 67 S., Weihenstephan (TU München-Weihenstephan).
- WEINIG, H., DOBNER, A., LAGALLY, U., STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W. (1984): Oberflächennahe mineralische Rohstoffe von Bayern. – Geologica Bavarica, 86: 1–506, München.
- WELLMER F.-W. & BECKER-PLATEN, J.D., (1999): Mit der Erde leben. – Beiträge Geologischer Dienste zur Daseinsvorsorge und nachhaltigen Entwicklung, 273 S., Berlin (Springer).
- ZAUNER, B. (2001): Prognose des Rohstoffbedarfs für mineralische Rohstoffe in Bayern unter besonderer Berücksichtigung des Substitutionspotenzials. – Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU München.

Gesetze und Vorschriften (Auswahl)

Bundesgesetze:

- BAUGESETZBUCH – BauGB (BGBl. I. S. 2141), 1997
- BUNDESBERGGESETZ – BBergG (BGBl. I. S. 1310), 1980, zuletzt geändert 1998
- BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ – BBodSchG (BGBl. I. S. 502), 1998
- BUNDESFERNSTRASSENGESETZ – FStrG (BGBl. I. S. 854), 1994 zuletzt geändert 1997
- BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ – BImSchG (BGBl. I. S. 880), 1990, zuletzt geändert 2000
- BUNDESNATURSCHUTZGESETZ – BNatSchG (BGBl. I. S. 2994), 1998, zuletzt geändert 2001
- KREISLAUFWIRTSCHAFTS- und ABFALLGESETZ – KrW-/AbfG (BGBl. I. S. 2705), 1994, zuletzt geändert 2000
- RAUMORDNUNGSGESETZ – ROG (BGBl. I. S. 2902), 1997
- UVPG – GESETZ ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG (BGBl. I. S. 205), 1990, zuletzt geändert 1997
- Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (UVP-V-Bergbau), (BGBl. I. S. 1420), 1990, zuletzt geändert 1998
- Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (Grundwasserverordnung) (BGBl. I. S. 542), 1997
- WASSERHAUSHALTSGESETZ – WHG (BGBl. I. S. 1695), 1996, zuletzt geändert 2000

Landesgesetze:

- BAYERISCHES ABGRABUNGSGESETZ – BayAbgrG (GVBl. S. 535), 1999
- BAYERISCHES BODENSCHUTZGESETZ – BayBodSchG (GVBl. S. 36), 1999
- BAYERISCHES LANDESPLANUNGSGESETZ – BayLplG (GVBl. S. 500), 1997
- BAYERISCHES NATURSCHUTZGESETZ – BayNatSchG, BayRS 791-1-U, 1998
- BAYERISCHES STRASSEN- UND WEGEGESETZ – BayStrWG (BayRS 91-1-1), 1981, zuletzt geändert 1997
- BAYERISCHES VERWALTUNGSVERFAHRENSGESETZ – BayVwVfG (BayRS 2010-1-1), 1976, zuletzt geändert 1997
- BAYERISCHES WASSERGESETZ – BayWG (GVBl. S. 822), 1994, zuletzt geändert 2001
- Verordnung über das Landesentwicklungsprogramm Bayern – LEP (GVBl. S. 25, ber. S. 688), 1994
- WALDGESETZ für Bayern – BayWaldG (BayRS 7902-1-E), 1982, zuletzt geändert 1989

Autorenverzeichnis

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie, Referat
„Bergwesen, mineralische Rohstoffe und Bergaufsicht“, München

Bayerisches Geologisches Landesamt, Abteilung Angewandte Geologie, München

Bayerischer Industrieverband Steine und Erden e.V., München

Bayerischer Ziegelindustrieverband e.V., München

Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben, Sektion Geothermik
und Grundwasserhydraulik, Hannover

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Abteilung Kohlenwasserstoff-
Geologie, Hannover

Regierung von Oberfranken, Bergamt Nordbayern, Bayreuth

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wassergüte- und Abfallwirtschaft,
Prof. Dr.-Ing. M. Faulstich, Garching b. München

Verwaltungsgericht München, Verwaltungsrichter F. Herbert, München



Steinbruch Horwagen, Frankenwald
roter Kalkstein, Devon



Steinbruch bei Eltmann
Eltmanner Bausandstein, Keuper



Baggersee im Maintal bei Miltenberg
Hintergrund: alte Steinbrüche, Buntsandstein

