MITTEILUNGEN ZU GEOLOGIE UND BERGWESEN
VON SACHSEN-ANHALT

Band 17

ROHSTOFFBERICHT 2012

Mineralische und energetische Bodenschätze

- Sachstand und neue Nutzungswege

SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

MITTEILUNGEN ZU GEOLOGIE UND BERGWESEN VON SACHSEN-ANHALT • BAND 17

Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 2012

Mineralische und energetische Bodenschätze – Sachstand und neue Nutzungswege

SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Mitteilungen zu Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 17, 2012

Herausgeber:	Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale) Postfach 156, 06035 Halle (Saale) Tel. (0345) 5212-0, Fax. (0345) 522 99 10 e-mail: poststelle@lagb.mw.sachsen-anhalt.de Internet: www.lagb.sachsen-anhalt.de
Stellvertretender Präsident:	Ltd. Bergdirektor Frank Esters
Schriftleitung:	Dr. Klaus Stedingk, Grit Balzer, Regine Präger
Verantwortlicher Redakteur:	Dr. Klaus Stedingk
Redaktionsschluss:	11. November 2012
Druck:	Grafisches Centrum Cuno, Gewerbering West 27, 39240 Calbe

Titelbild: Braunkohletagebau Profen, Baufeld Schwerzau (Foto Stedingk, Aufnahme 10. September 2012)

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.
Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder auf anderem Weg sowie die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen - auch nur auszugsweise - sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers möglich.

ISSN 1861-8723

Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 2012

Inhalt

Geleitwort der Ministerin für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

1. Bodenschätze in Sachsen-Anhalt und neue Wege der Rohstoffnutzung
Klaus Stedingk, Grit Balzer & Regine Präger 7

2. Tätigkeit der Bergverwaltung in den Jahren 2007 bis 2011
Frank Esters 13

2.1 Kurzbericht der Bergverwaltung für die Jahre 2007 bis 2011
Susanne Bauer, Michael Brandt, Uwe Berthold, Ulf Desselberger, Frank Garlipp, Wolfgang Gränitz, Gerhard Jost, Peter Poschwald, Uwe Schaar & Anja Weidenmüller 15

2.2 Statistische Übersicht der bergamtlichen Tätigkeiten im Berichtszeitraum 2007 bis 2011 27

3. Gewinnung von Steine- und Erden-Bodenschätzen und Industriemineralen in Sachsen-Anhalt
Klaus Stedingk, Regine Präger & Grit Balzer unter Mitarbeit von Ulf Desselberger und Norbert Rudolph 37

3.1 Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen (Genehmigungen, Datenerhebung, Förderstatistik, Flächenbilanz) 37
3.1.1 Bergbauobjekte der Steine- und Erdenindustrie 37
3.1.2 Datenerhebung, Förderstatistik 39
3.1.3 Flächenbilanz der Rohstoffgewinnung (Steine und Erden) 45
3.1.3.1 Flächenanalyse der Gewinnungsstellen 45
3.1.3.2 Flächeninanspruchnahme nach qualifizierter Bodenschätzung 49
3.2 Die Steine- und Erden-Gewinnung in den Landkreisen und kreisfreien Städten Sachsen-Anhalts 50
3.3 Rohstoffvorsorge und –sicherung in der Landesplanung 53
3.3.1 Landesentwicklungsplan 2010 (LEP ST 2010) 54
3.3.2 Regionale Entwicklungspläne (REP) und Stand der Regionalplanung in Sachsen-Anhalt 57
3.4 Lagerstätten- und wirtschaftsgeologischer Untersuchungsstand – Probleme und Ausblick 58
3.5 Zusammenfassung 63

4. Bodenschatzgewinnung und Genehmigungsverfahren
4.1 Die Anwendung des Bergrechts im Steine- und Erden-Bergbau
Frank Esters 65
4.2 Verfahrensweise bei Genehmigungsverfahren außerhalb des Bergrechts
Ragner Wenzel 71

5. Rohstoffgeologische Schwerpunktthemen, Grundlagen- und Öffentlichkeitsarbeit
5.1 Das Projekt „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland“– der ibi-Wachstumskern zur stofflichen Verwertung von Braunkohle
Andreas Hiltermann, Gunthard Bratzke & Andreas Schroeter unter Mitarbeit von Klaus Stedingk 77
5.2 Das Vorhaben „Erfassung und Neubewertung der Braunkohlenpotenziale als zukünftige Rohstoffbasis der chemischen Industrie Mitteldeutschlands“ im Rahmen der regionalen Wirtschaftsförderung
Regine Präger, Thomas Böhm, Klaus Stedingk, Andreas Schaubs, Jörg Schmidt & Thomas Hertwig 87
5.3 Untersuchung der Schwermineral-Spektren in Terrassenablagerungen der Elbe, Saale und Weißen Elster (Sachsen-Anhalt)
Andy Allenberg, Danilo Wolf, Jens Andersen, Gavyn Rollinson, Gregor Borg, Regine Präger & Klaus Stedingk 95
5.4 Naturwerkstein in Sachsen Anhalt
Klaus Stedingk 129
5.5 Komplexe geophysikalisch-lagerstättengeologische Untersuchungen von Hartgesteinspotenzialen im Bereich der Flechtingen-Teilscholle
Knut Seidel (†), Ivo Rappsilber, Stefan Rössler, Ulrich Serfling & Regine Präger 141

5.6 Einsatz von Kalkstein im Straßen- und Tiefbau in Sachsen-Anhalt
Sabine Rohrig, Dittmar Marquordt, Klaus Stedingk, Gerhard Bischof & Bert Vulpius 149
5.7 Lagerstättengeologische Grundlagen der höchstrichterlichen Entscheidung zum Bodenschatz Bentonit / Quarzsand Colbitz
Grit Balzer & Klaus Stedingk 161
5.8 Der 5. Rohstofftag des Landes Sachsen-Anhalt in Löbejün
Klaus Stedingk & Andreas Scholtyssek 167

Anhang I
Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt – Verzeichnis der Gewinnungsstellen und Betriebe (Steine und Erden, Industrieminerale, Stand: **31.08.2012**) 175

Anhang II
Gutachterliche Bewertung von grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des § 3, Abs.4 Ziffer 1 BBergG durch die Staatlichen Geologischen Dienste 185

Das Redaktionsteam
Abbildungsnachweis

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Sachsen-Anhalt ist reich an Bodenschätzen. Ob Braunkohle, Kalisalze oder Kalkstein – unser Land trägt mit einer jährlichen Fördermenge von mehr als 60 Millionen Tonnen erheblich zur Rohstoffversorgung Deutschlands, aber auch der Weltmärkte bei. Dies belegt der Rohstoffbericht 2012 des Landesamtes für Geologie und Bergwesen (LAGB). Auch in seiner mittlerweile fünften Ausgabe seit 1999 enthält er eine gute Übersicht über die Rohstoffwirtschaft des Landes und richtet sich damit vor allem an die Entscheidungsträger in Politik, Verwaltung und Wirtschaft. Aber auch die Träger der Landes- und Regionalplanung, Kommunen, Umweltverbände und interessierte Bürger können bei der Lektüre viel Wissenswertes erfahren. Im Vordergrund stehen dabei die Entwicklungen im Steine- und Erden-Bergbau, eine Förderstatistik einschließlich des Grundeigentümer-Bergbaus sowie die Bilanzierung der Abbauflächen.

Der aktuelle Rohstoffbericht ist – ebenso wie seine Vorgänger – nicht nur die Fortschreibung eines Zahlenwerks. Vielmehr soll er auch neue Nutzungschancen für die mineralischen und energetischen Bodenschätze unseres Landes aufzeigen. Dazu gehört unter anderem die stoffliche Verwertung der hochwertigen mitteldeutschen Braunkohle. Seit 2008 suchen Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft im Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Innovative Braunkohlen Integration Mitteldeutschland – ibi“ nach Wegen, um aus der bitumenreichen heimischen Braunkohle Basisprodukte für die Chemieindustrie zu erzeugen. Das Projekt im südlichen Sachsen-Anhalt wird als regionaler Wachstumskern durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und soll die gesamte Prozesskette von der Lagerstätte über die Gewinnung bis zur Veredlung umfassen, um eine hohe Wertschöpfung hier im Land zu ermöglichen.

Die Verfügbarkeit von Rohstoffen ist unverzichtbar für die weitere industrielle Entwicklung sowie den Ausbau der Infrastruktur in unserem Bundesland. Dabei kann die Gewinnung von Bodenschätzen nicht getrennt vom Umweltschutz betrachtet werden. Deshalb sieht das LAGB einen Schwerpunkt seiner Arbeit darin, gemeinsam mit den zuständigen Verwaltungen des Landes und der Rohstoffwirtschaft die umweltgerechte Nutzung der Lagerstätten sicherzustellen. Darüber hinaus weiß sich das LAGB in der Pflicht, die Öffentlichkeit regelmäßig über Fragen zu Genehmigungsverfahren, umweltgerechtem Abbau, Flächeninanspruchnahme sowie Wiedernutzbarmachung zu informieren. Auch dieser Rohstoffbericht sowie Veranstaltungen wie der am 1. September 2010 durchgeführte 5. Rohstofftag des Landes sollen dazu dienen, die Akzeptanz für Abbauvorhaben in unserer Gesellschaft zu schaffen und zu erhalten.

Eine weitere bedeutende Zukunftsaufgabe, bei der das LAGB intensiv mit Forschungseinrichtungen zusammenarbeitet, ist die fundierte lagerstättenwirtschaftliche Neueinstufung des vorhandenen Rohstoffpotenzials. Schon allein aus rohstoffgeologischer Sicht ist es geboten, z.B. bekannte Braunkohlenvorkommen nach modernen Kriterien zu erfassen, darzustellen und neu zu bewerten. Auch müssen bislang unzureichend untersuchte und ungenutzte Begleitrohstoffe, wie etwa Schwerminerale analytisch und verfahrenstechnisch weiter auf ihre mögliche wirtschaftliche Nutzbarkeit untersucht werden. Die enge Zusammenarbeit des LAGB mit Wissenschaft und Forschung hat inzwischen zu sehr interessanten Ergebnissen geführt. Auch darüber informieren Sie die folgenden Seiten.

Der 5. Rohstoffbericht soll dazu beitragen, Wissen zu vermitteln und potenziellen Rohstoffnutzern neue Chancen aufzuzeigen. Die vielfältigen Beiträge des Berichts zeigen, dass die überregionale rohstoffgeologische Grundlagenarbeit im Vorfeld der industriellen Tätigkeit auch in Zukunft zu den Aufgabenschwerpunkten des Landesamtes für Geologie und Bergwesen gehören muss.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Landesamtes für Geologie und Bergwesen, die diesen Bericht erstellt haben, danke ich herzlich für ihre Arbeit und das Engagement, das diesen Bericht erst ermöglicht hat.

Prof. Dr. Birgitta Wolff
Ministerin für Wissenschaft und Wirtschaft
des Landes Sachsen-Anhalt

1. Bodenschätze in Sachsen-Anhalt und neue Wege der Rohstoffnutzung

Klaus Stedingk, Grit Balzer & Regine Präger[1]

1.1 Einführung und Zielstellung

Mit dem Rohstoffbericht 2012 legt das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) seinen fünften Bericht dieser Art für das Land Sachsen-Anhalt vor. Den Anlass für die Berichterstattung gab 1998 der Auftrag des Landtagsausschusses „Bodenschutz für landwirtschaftliche Flächen“ an das damalige Geologische Landesamt, eine Analyse der Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt zu erstellen. Im Vordergrund sollten hier die Entwicklungen im Steine- und Erden-Bergbau, eine zusammengefasste Förderstatistik einschließlich des Grundeigentümer-Bergbaus und eine Bilanzierung der Abbauflächen stehen. Die Zusammenfassung des Daten- und Zahlenwerks war 1999 zugleich der erste Rohstoffbericht des Landes.

Der Rohstoffbericht 2012 enthält die Fortschreibung des Berichts von 2008 (Stedingk et al. 2008)[2] sowie eine Analyse rohstoffwirtschaftlicher Aspekte. Das LAGB kommt damit zugleich seiner Verpflichtung aus dem Gründungserlass[3] nach, die „Ergebnisse dieser Untersuchung so zu bearbeiten und zu dokumentieren, dass sie für die Wirtschaft und Behörden allgemein zugänglich und nutzbringend sind“.

Ausgehend von der Förderung der Steine-und Erden-Rohstoffe werden die Bedarfs- und Planungsschwerpunkte unseres Landes dargestellt. Diese Zusammenstellung zeigt die z.T. extremen regionalen Unterschiede deutlich auf. Lag 2011 beispielsweise die landesweite Pro-Kopf-Förderung an Steine- und Erden-Rohstoffen bei rund 17,5 Tonnen, so übertrifft der Bördekreis diesen Durchschnittswert um fast das Dreieinhalbfache (s. Kap. 3). Hier zeigt sich, dass in der Umgebung von Ballungsräumen eine räumliche Konzentration von Abbaustellen vorliegt. So wünschenswert eine marktnahe und damit auch ökologisch sinnvolle Produktion ist, so sind hiermit auch die größten Flächennutzungskonflikte verbunden. Ein weiteres Problem liegt in der Gefahr einer vorzeitigen Erschöpfung von Lagerstätten mit überdurchschnittlich guter infrastruktureller Anbindung.

Die mineralischen und energetischen Rohstoffe sind und bleiben wertvolle natürliche Schätze unseres Landes. So werden Kali- und Steinsalz, Braunkohle, Erdgas, Baurohstoffe und Industrieminerale weiterhin in bedeutendem Umfang gewonnen (Abb. 1). Ausgedehnte Geopotenziale stehen zur unterirdischen Speicherung von Gasen und Flüssigkeiten zur Verfügung. Bereits seit den 1970-er Jahren werden Untergrundspeicher in Sachsen-Anhalt planmäßig zum Ausgleich jahreszeitlich bedingter Bedarfsschwankungen, zur Abdeckung großer Bedarfsspitzen sowie als strategische Havariereserve auf dem Energiesektor angelegt (s. Kap. 2.1.3). Bei ihrer Herstellung fällt Salzsole in großen Mengen an, die einen wichtigen Rohstoff z.B. für die Sodawerke darstellt.

Betrachtet man die Gewinnung der oberflächennahen mineralischen Bodenschätze in Sachsen-Anhalt unter dem Aspekt der mittelfristigen Versorgungssicherheit, so ist erkennbar, dass die hiesige Rohstoffwirtschaft ein vergleichsweise günstiges Umfeld vorfindet. Die Lagerstättenverhältnisse erlauben es, eine breite Palette mineralischer Rohstoffe zu überdurchschnittlich günstigen Bedingungen bereit zu stellen. Diese Grundaussage muss allerdings – unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit - den langfristig einzuleitenden Neuaufschluss von Ersatzlagerstätten zwingend mit einschließen.

Ein wichtiges Ziel dieses Berichts liegt deshalb darin, mit dazu beizutragen, in der Öffentlichkeit Akzeptanz für Abbauvorhaben zu schaffen und zu erhalten. Nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt der Zukunftsvorsorge muss die Forderung, wertvolle Lagerstätten zu schützen und landesplanerisch zu sichern, den ihr gebührenden gesellschaftspolitischen Stellenwert behalten (Kap. 3.3). Hier liegt unvermeidlicher Konfliktstoff für die Zukunft,

---

1 Dr. Klaus Stedingk, Dipl.-Geoln. Grit Balzer, Dipl.-Geoln. Regine Präger, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

2 Stedingk, K., Präger, R., Balzer, G. & Karpe, P. unter Mitarbeit von Desselberger. U., Jost G. und Rudolph, N. (2008): Gewinnung von Bodenschätzen und Rohstoffsicherung in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industrieminerale).- in Rohstoffbericht 2008 - Mineralische Bodenschätze in Sachsen-Anhalt - Potenziale, Nutzung, Sicherung, Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 16, 15-54, 26 Abb., 18 Tab., Halle (Saale).

3 Gründungserlass des Geologischen Landesamtes Sachsen-Anhalt (Ministerialblatt LSA Nr. 4 [1991]).

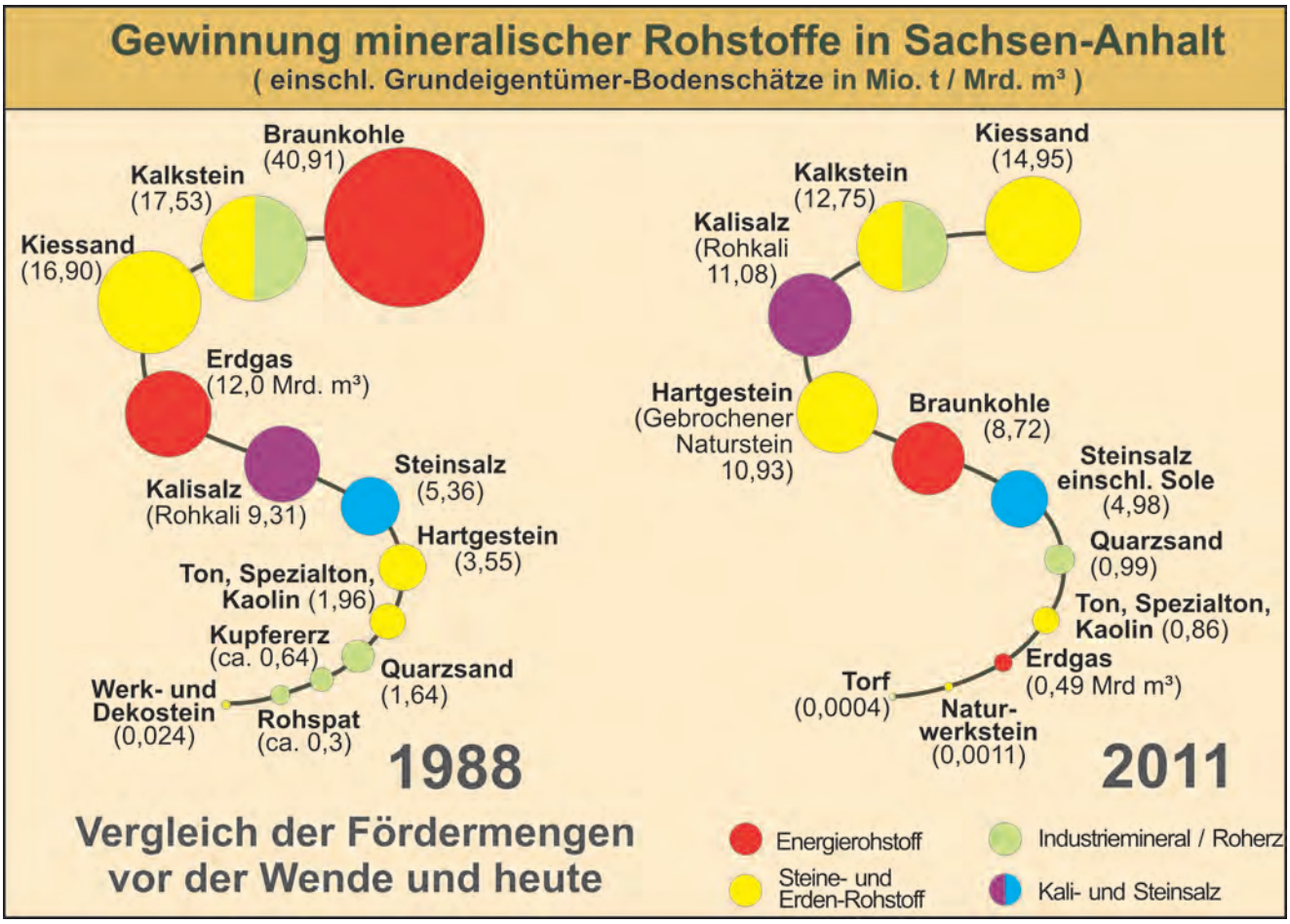


Abb. 1 Gewinnung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt 1988 und 2011. Der Vergleich dieser ausgewählten Förderjahre zeigt den dramatischen Strukturwandel in der Rohstoffwirtschaft des Landes seit Wiederherstellung der staatlichen Einheit. Deutlich zum Ausdruck kommt die Verlagerung der Produktionsschwerpunkte von den Energierohstoffen zu den Steine- und Erden-Bodenschätzen. Signifikant ist hier der starke Zuwachs der Produktion von Hartgestein (gebrochener Naturstein) als Folge der anhaltenden Maßnahmen zur Verbesserung der Infrastruktur.

denn es bleibt unstrittig, dass jeder Abbau von Rohstoffen nachwirkende Eingriffe in Natur und Landschaft bedingt.

Vor dem Hintergrund stark angestiegener Preise - nicht nur für Energieträger - auf den internationalen Rohstoffmärkten entwickelt sich auch hier im Land ein Problembewusstsein für die Begrenztheit der Ressourcen der Erde. Hier gilt es, die Diskussion zu versachlichen und deutlich zu machen, dass unser Land noch immer erhebliche Potenziale birgt, die bei verantwortungsvoller Nutzung die Versorgung von Wirtschaft und Gesellschaft mit mineralischen Rohstoffen für lange Zeiträume sicherstellen können.

Dennoch dürfen wir diese positiven Rahmenbedingungen nicht als Selbstverständlichkeit begreifen. Vielmehr sind auch neue Wege in der Rohstoffnutzung zu beschreiten. Beispielsweise bieten optimierte Betriebsabläufe von der Erkundung der Lagerstätte bis zur Herstellung des Endprodukts oder innovative Nutzungen bislang wenig beachteter Bodenschatzkomponenten noch erhebliche Perspektiven.

1.2 Braunkohle als Energie- und Chemierohstoff – *“From Mining to Refining“*

Nach den jüngsten energiepolitischen Entscheidungen der Bundesregierung stehen die fossilen Energieträger in besonderem Maß im Fokus der öffentlichen Diskussion. Dies gilt auch für die Braunkohle, von der in unserem Land noch ein beachtliches Potenzial vorhanden ist (Abb. 2) und deren Reserven bei Weitem noch nicht ausgeschöpft sind. Im Zuge der „Energiewende“ kann die Kohle ihrer steigenden Bedeutung für die Rohstoff- und Energieversorgung unseres Landes und darüber hinaus aber nur gerecht werden, wenn im Inland stabile Rahmenbedingungen für den Zugriff auf die Lagerstätten bestehen bleiben bzw. geschaffen werden. Dies gelingt nur mit einer verlässlichen raumordnerischen Sicherung dieser Rohstoffressourcen. Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit sind Vorlaufzeiten von 30 bis 40 Jahren erforderlich. Insgesamt positiv zu werten ist allerdings, dass sich Sachsen-Anhalt von der Erzeugung her auch mittelfristig selbst mit Strom versorgen kann. Um hier zukunftsfähig zu bleiben, müssen ein entsprechender Erkundungsvorlauf und integrierter Kenntnisstand

Abb. 2 Verbreitung und Gewinnung von Braunkohle in Mitteldeutschland.

geschaffen werden, um die damit verbundenen Investitionen zur Einhaltung der Umweltstandards durch Modernisierung bzw. Neubau von Kraftwerken absichern zu können. Die Braunkohle wird daher auch in Zukunft ihre wichtige Rolle für die energetische Versorgung von Wirtschaft und Gesellschaft behalten. Diese Ansicht untermauerte der Ministerpräsident Dr. Reiner Haseloff auf dem Braunkohlegipfel am 27. Februar 2012 in Leuna mit seiner Aussage *„Die Versorgungsengpässe, die es in diesem Winter bei der Gasversorgung gab, zeigen, wie wertvoll unsere heimische Braunkohle ist. Ein Schatz ist sie aber auch für die chemische Industrie. Ihre stoffliche Nutzung dort hat beste Perspektiven."*

Nicht zuletzt unter dem Druck steigender Rohölnotierungen hat in den letzten Jahren das Zukunftsfeld der Kohleveredelung besonderen Stellenwert erlangt. Im aktuellen Energiekonzept von Sachsen-Anhalt[4] befürwortet die Landesregierung ausdrücklich die stoffliche Nutzung der Braunkohle. Hierbei sind die erheblichen Potenziale zur Montanwachsproduktion besonders hervorzuheben. Im Kontext der künftigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist die Kohlechemie als Brückentechnologie[5] zu bewerten. Eine innovative Hydrierung und katalytische Spaltung von Braunkohle zu flüssigen oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen wird die Abhängigkeit von Erdölimporten verringern und dazu beitragen, den wirtschaftlichen Fortbestand und das Wachstum der chemischen Industrie in Mitteldeutschland zu sichern.

In unmittelbarem Zusammenhang hiermit wird seit 2008 die Landesinitiative „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland" (ibi) als *„Innovativer regionaler Wachstumskern"* vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (s. Kap. 5.1). Auf dem Fachsymposium zu diesem Projekt am 26. Oktober 2011 in Leuna (Abb. 3) betonte Wirtschaftsstaatssekretär Michael Richter *„Sachsen-Anhalts Landesregierung wird die Initiativen der heimischen Chemieindustrie zur stofflichen Verwertung der Braunkohle im Rahmen einer Landesstrategie unterstützen."* Weiterhin hob Michael Richter hervor, dass dies in der Koalitionsvereinbarung verankert sei. Die Aktivitäten zum Aufbau eines Braunkohle-Chemieparks am Standort Leuna würden von der Landesregierung positiv begleitet. Zudem könne ibi auch im europäischen Maßstab Ansatzpunkt für eine Nutzung der Kohle über die Stromerzeugung hinaus sein.

Die aktuelle Entwicklung auf den Rohstoffmärkten ist gekennzeichnet durch die Entkopplung des Ölpreises vom Erdgaspreis und die Gaspreisentwicklung in Folge der temporären „Fracking-Gas-Hausse" (z.B. Schiefergas, Kohleflözgas). Im Hinblick auf diese veränderten Randbedingungen als auch auf Grund der CO_2-Problematik sowie den damit verbundenen restriktiven EU-Rahmenbedingungen (CO_2-Emissionshandel) ist eine Überprüfung und Präzisierung der Gesamtstrategie des ibi-Wachstumskerns zielführend. Diesen Tatsachen stellen sich die ibi-Bündnispartner und arbeiten zur Zeit entsprechend an der Aktualisierung und Weiterentwicklung des FuE-Konzeptes sowie an der Entwicklung einer Strategie zur Optimierung und Erweiterung der ibi-Prozesskette.

Ziel bleibt die Fokussierung auf die Forschung und die Entwicklung von weiteren Verfahren und Technologien zur Herstellung von chemischen Basisstoffen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten einer schrittweisen Einbindung und stofflichen Nutzung von CO_2 in der ibi-Prozesskette.

---

4 Das Energiekonzept der Landesregierung von Sachsen-Anhalt für den Zeitraum zwischen 2007 und 2020.- 81 S., Magdeburg.

5 Kohlechemie als Brückentechnologie: Bis zur Substitution des Erdöls durch nachwachsende Rohstoffe sind innovative Verfahren für eine ökologisch verträgliche Nutzung heimischer Kohlevorkommen als Grundstoff für die chemische Industrie voranzutreiben.- in: Ideen. Innovation. Wachstum. - Hightech-Strategie 2020 für Deutschland.- Hrg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Innovationspolitische Querschnittsfragen, Rahmenbedingungen. (www.bmbf.de/pub/hts_2020.pdf).

Abb. 3 Das Fachsymposium zum Projekt *"Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland - From Mining to Refining"* am 26. Oktober 2011 in Leuna.

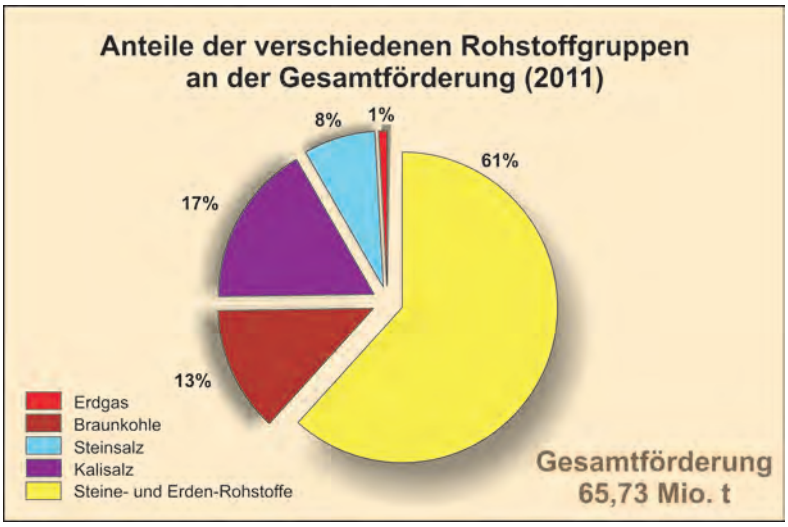


Abb. 4 Anteile der einzelnen Rohstoffgruppen an der Gesamtförderung mineralischer und Energierohstoffe in Sachsen-Anhalt 2011.

Aus rohstoffgeologischer Sicht ist es dringend geboten, die vorhandenen Braunkohlenpotenziale nach modernen Kriterien zu erfassen, darzustellen und neu zu bewerten. Die fundierte lagerstättenwirtschaftliche Neueinstufung dieses Rohstoffpotenzials stellt zugleich eine wichtige Zukunftsaufgabe für das LAGB dar. Hierzu gehört auch die gezielte Überprüfung von Lagerstättenparametern in ausgewählten Zukunftsfeldern im Vorfeld der industriellen Tätigkeit (s. Kap. 5.2).

1.3 Die Steine- und Erden-Bodenschätze

Lagerstätten für hochwertige Kiessande treten in den Flussauen z.B. von Elbe, Saale, Mulde, Elster und Bode in der Mitte und im Süden Sachsen-Anhalts auf. Die vier wichtigsten Kalksteinpotenziale sind an den Mittelharz (Elbingerode/Rübeland) sowie die Räume Walbeck, Bernburg-Staßfurt und Karsdorf gebunden. Naturstein zur Herstellung von Schotter und Splitt (Hartgestein) wird im Flechtinger Höhenzug, im Harz sowie im Halleschen Vulkanitkomplex gewonnen.

Mit 40,46 Mio. t (61 %) entfiel 2011 der Hauptanteil der Jahresförderung mineralischer und Energierohstoffe in Sachsen-Anhalt auf die Steine- und Erdenrohstoffe. In dieser Rohstoffgruppe hielten Kiessand und Sand mit 37 %, Kalkstein mit 31,5 % und Hartgestein mit 27 % die größten Anteile. Danach folgten Ton und Kaolin sowie Quarzsand. Das nachstehende Kreisdiagramm macht die Förderverteilung der einzelnen Rohstoffgruppen für 2011 deutlich (Abb. 4).

Auch wenn zunehmend international erhebliche Massenguttransporte niedrigpreisiger Massenbaurohstoffe z.T. über große Entfernungen stattfinden (z.B. Importe aus Asien), kann schon aus ökologischen Gründen die Lösung aber nicht darin bestehen, das Land und seine Wirtschaft aus wenigen, möglichst abgelegenen Großlagerstätten oder sogar aus dem Ausland zu versorgen. Diese Entwicklungen sind nicht nur aufgrund der rohstoffgeologischen Fakten sondern auch aus energiepolitischen Erwägungen und unter Umweltaspekten abzulehnen, denn lange Transportwege ziehen eine erhebliche Verteuerung des Rohstoffs nach sich und führen zu unerwünschten Verkehrsbelastungen und Schadstoffemissionen. Auch logistische Maßnahmen, wie Verlagerung der Stoffströme auf ein anderes Transportmittel können hieran grundsätzlich nichts ändern. Diesem Fakt wird mit der planerischen Sicherung landesbedeutsamer Rohstoffvorkommen unter Beachtung der Versorgungsräume weitgehend Rechnung getragen.

1.4 Genehmigungsverfahren und Rechtsprechung

Trotz der enormen Bedeutung der einheimischen Bodenschätze und ihrer Rolle bei der Rohstoffversorgung unserer Gesellschaft gibt es für den Rohstoffabbau keine eigenständige Fachplanung. Somit bestehen auch keine einheitlichen Rechtsgrundlagen. Dies hat dazu geführt, dass die Rohstoffgewinnung auf der Grundlage verschiedenster (Fach-)Gesetze und ihre Zulassung aufgrund verschiedener, zum Teil voneinander abweichender Verfahren mit den unterschiedlichsten Verfahrenszuständigkeiten erfolgt. Diesen für die rechtliche Absicherung der oberflächennahen Gewinnung von Bodenschätzen sehr wichtigen Aspekt beleuchtet das Kap. 4. Hierin werden die verschiedenen Zulassungsverfahren innerhalb und außerhalb des Bergrechts (BBergG) erläutert. Zwei Beiträge hierzu sollen sowohl möglichen Pro-

jektträgern, wie auch den von der Rohstoffgewinnung potenziell Betroffenen die Rechtsgrundlagen übersichtlich darlegen.
Nicht zuletzt trug die lagerstättengeologische Fachkompetenz des LAGB auch zu einer Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts bei. In einer Verwaltungsstreitsache war das Vorhandensein wirtschaftlich gewinnbarer mineralischer Bodenschätze zu klären sowie ihre mögliche Einstufung nach BBergG § 3, Abs. 4 zu bewerten. Die Frage der Existenz wertvoller Bodenschätze auf den Flurstücken des Klägers, die aufgrund eines Planfeststellungsbeschlusses vom Neubau der A 14 Magdeburg-Wittenberge-Schwerin dauerhaft beansprucht werden, konnte eindeutig verneint werden. In seiner Entscheidung wies der 9. Senat des Bundesverwaltungsgerichts daher die Klage ab. Die lagerstättengeologischen Fakten, die dem Urteil zu Grunde lagen, finden sich zusammengefasst in Kap. 5.7.

Abb. 5 Herstellung eines Schwermineral-Vorkonzentrats der Gewinnungsstelle Tornitz mit einem Holman-Herd (Kooperation mit der MLU Halle und der TU Clausthal, s. Kap. 5.3).

Abb. 6 Tieflöffelbagger beim Wegladen des frisch gesprengten Haufwerks im Hartgesteinstagebau Löbejün.

1.5 Grundlagenarbeiten, Rohstoffanalytik

Bei der Grundlagenarbeit kommt das LAGB seiner Aufgabe nach, die Bestandsaufnahme der mineralischen Rohstoffe und Energierohstoffe[6] weiter zu entwickeln. Zu diesen Aktivitäten gehören die geowissenschaftliche Analyse rohstoffhöffiger Areale, die Bewertung potenziell wertsteigernder Begleitminerale oder Spurenelemente im Fördergut durch Einsatz hochselektiver Aufbereitungstechniken und modernster Analytik. Auf diesen Innovationsfeldern ist im Berichtszeitraum bereits vieles geleistet worden. Hierbei reicht die Palette von der digitalen Braunkohlenpotenzialerfassung über mineralogisch-aufbereitungstechnische Untersuchungen der Schwermineralführung von Kiessanden der Saale und Elbe (Abb. 5) bis hin zur geophysikalischen Neubewertung hartgesteinshöffiger Landesteile. In diese z.T. noch im Fluss befindlichen Arbeiten ist das LAGB intensiv eingebunden und dabei eng mit den verschiedenen Partnern aus Wissenschaft, Technik und der Rohstoffwirtschaft vernetzt. Dieses auf die Zukunft gerichtete "über den Tellerrand schauen" muss fester Bestandteil der Tätigkeit des Landesamtes für Geologie und Bergwesen zum Nutzen des Landes bleiben.

1.6 Öffentlichkeitsarbeit

Am 1. September 2010 fand in Löbejün der 5. Rohstofftag des Landes Sachsen-Anhalt unter dem Leitthema *„Rohstoffgewinnung und Flächenmanagement"* statt. Die öffentliche Veranstaltung wurde gemeinsam von der Arbeitsgemeinschaft der Industrie- und Handelskammern des Landes Sachsen-Anhalt, vom Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e.V. und vom Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) des Landes Sachsen-Anhalt ausgerichtet. Die Palette der Beiträge reichte von der Planung von Abbauvorhaben über landesplanerische Entscheidungen bis hin zu Inno-

6 Gründungserlass des Geologischen Landesamtes Sachsen-Anhalt (Ministerialblatt LSA Nr. 4 [1991])

vationen in der Lagerstättenwirtschaft. Mit dem Rohstofftag 2010 bestand für die Vertreter aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung ein Kompetenzforum, auf dem aktuelle Entwicklungen, Probleme und Lösungsansätze der Rohstoffwirtschaft sachbezogen diskutiert werden konnten (s. Kap. 5.8). An die Veranstaltung schloss sich eine Befahrung des Steintagebaus der Fa. SH Natursteine Löbejün an, die einem breiten Teilnehmerkreis die Lagerstättenverhältnisse und den modernen Stand der Gewinnungstechnik unmittelbar vor Augen führte (Abb. 6).

Wie die bereits vorangegangenen Berichte enthält auch der Rohstoffbericht 2012 im Anhang praktische Informationen über die Rohstoffwirtschaft Sachsen-Anhalts (Verzeichnis der Unternehmen und Genehmigungsbehörden).

Im Helsunger Bruch bei Timmenrode wird temporär Torf für balneologische Zwecke abgebaut. Es ist die einzige Gewinnung eines nachwachsenden Rohstoffs unter Bergaufsicht in Sachsen-Anhalt.

2. Tätigkeit der Bergverwaltung in den Jahren 2007 bis 2011

Frank Esters[1]

Das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) ist zuständige Bergbehörde für Sachsen-Anhalt und nimmt gleichzeitig die Aufgaben des Staatlichen Geologischen Dienstes für das Land wahr.

Abb. 1 Betriebsbefahrung der Untertageversatzanlage Grube Teutschenthal (GTS) am 08.08.2012.

Für einen erheblichen Teil des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens in Sachsen-Anhalt sind Bergbau und Geologie bestimmende Faktoren. Die nutzbaren Lagerstätten der im Land vorhandenen Energieträger Braunkohle und Erdgas, des Kali-/Salzbergbaus, der Salzkavernenbetreiber und des Steine- und Erdenbergbaus haben eine weit in die Vergangenheit zurückreichende Bergbautradition. Auf Grundlage dieses natürlichen Reichtums an Bodenschätzen wird die leistungsfähige Rohstoffwirtschaft des Landes aber auch künftig in bedeutendem Maß zur Versorgung der Gesellschaft mit Rohstoffen und Fertigprodukten beitragen. Nicht zuletzt werden auch die Industrieminerale Kali- und Steinsalz sowie die daraus erzeugten Handelsprodukte auf dem Weltmarkt ihre Bedeutung behalten. Lediglich der Erz- und Spatbergbau ist wegen Erschöpfung der Lagerstätten oder ungünstiger Abbauverhältnisse gegenwärtig wirtschaftlich nicht durchzuführen und bleibt daher weiterhin eingestellt.

Die klassischen Bergbautätigkeiten „Aufsuchen“, „Gewinnen“ und „Aufbereiten“ von grundeigenen und bergfreien, d. h. den bergrechtlichen „Bodenschätzen“ werden seit wenigen Jahren zunehmend durch ein weiteres Geschäftsfeld der Bergbauunternehmen ergänzt – dem „Versatz“ von bergbaulichen Hohlräumen nach der Gewinnung des Bodenschatzes. Die geänderte Ausrichtung des Abfallrechtes auf europäischer und nationaler Ebene mit dem Ziel der größtmöglichen Abfallverwertung, bei gleichzeitiger Abfallvermeidung und geringst nötiger Abfallentsorgung haben im Bergbau übertage wie untertage zur Entwicklung neuer Verfahren und Tätigkeiten geführt. Es werden zunehmend geeignete (Fremd-)Abfälle von den Bergbaubetrieben angenommen, um mit ihnen die Unternehmerpflichten zur Wiedernutzbarmachung und die Gewährleistung der betrieblichen und öffentlichen Sicherheit zu erfüllen. Wiedernutzbarmachung betrifft hauptsächlich die Verfüllung und Oberflächengestaltung ehemaliger Abbaubereiche für eine geordnete Folgenutzung nach dem Bergbau. Die betriebliche und öffentliche Sicherheit ist vor allem im Bergbau untertage bedeutend: Durch Verfüllen von bergbaulichen Hohlräumen wird beispielsweise das Gebirge stabilisiert und damit die Sicherheit der hier beschäftigten Bergleute erhöht. Weiterhin können negative Einflüsse auf die Tagesoberfläche etwa durch Ausbildung von Senkungsmulden oder Tagesbrüchen weitgehend vermieden werden. Auch die in der Vergangenheit nicht selten folgenreichen Gebirgsschläge lassen sich bei sehr ungünstigen berg- und geotechnischen Bedingungen durch geeignete Maßnahmen heute nahezu ausschließen. Die hierbei als Bergversatz eingesetzten Abfälle erfüllen einen bergtechnischen Zweck und wer-

1 Ltd. Bergdirektor Dipl.-Ing. Frank Esters, Stellvertretender Präsident und Abt.-Ltr. 1 (Bergbau), Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

den zum Wirtschaftsgut, wenn sie dafür geeignet sind und die stofflichen Anforderungen erfüllen. Dies gilt auch für die Sicherung von Kavernen und den Altbergbau.

Parallel zur Entwicklung neuer Verfahren und Techniken der Abfallverwertung nach den Vorgaben des Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz ist verhältnismäßig neu der „Bodenschutz“ als ein weiteres Umweltrechtsgut mit eigenständiger bundesgesetzlicher Regelung im Umweltrecht hinzugekommen. Das weitgehende Ausbleiben eines untergesetzlichen Regelwerkes als Rechtsgrundlage für den behördlichen Vollzug, in dem insbesondere das Verhältnis der neu hinzugekommenen Grenzwerte und Schutznormen des Bodenschutzrechtes zu bereits bestehenden erteilten Rechten und Zulassungen zu regeln ist, führte auch in Sachsen-Anhalt zu einzelnen Problemen in der behördlichen Abstimmung mit den für die Überwachung der Abfalltransporte und Zuordnung der Abfallarten nach dem Abfallverzeichnis zuständigen Abfallbehörden.

Das Aufdecken von illegalen Abfallgeschäften großen Stils in einem Tongewinnungsunternehmen im Frühjahr 2008 führte im LAGB zu weitreichenden Veränderungen der Verwaltungspraxis:

- Die Zusammenarbeit zwischen dem LAGB und den Abfallbehörden in Genehmigungs- und Zulassungsverfahren sowie bei den regelmäßigen und unangemeldeten Betriebskontrollen wurde neu geregelt.
- Das LAGB lässt in jedem Jahr die mit Fremdabfällen zur Wiedernutzbarmachung verfüllten Bereiche der Tagebaue mit Tiefschürfen und Bohrungen durch beauftragte Unternehmen überprüfen und die genommenen Materialproben auf Einhaltung der rechtlich festgesetzten Grenzwerte analysieren.
- Das LAGB passt die in Betriebsplanzulassungen enthaltenen Regelungen zum Einsatz von Fremdabfällen für die Wiedernutzbarmachung an die bestehende Rechtslage in Sachen-Anhalt an und beschränkt durch nachträgliche Auflagen die zugelassenen Abfallarten und deren Umgang.
- Das LAGB vollzieht in drei Tongruben seit 2009 in Ersatzvornahme für die inzwischen insolventen Unternehmen die erforderlichen Gefahrenabwehrmaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor schädlichen Gasemissionen aus den Bereichen der illegalen Abfallverkippungen, in denen deponieähnliche Verrottungsprozesse organischer Abfallbestandteile stattfinden und giftige übelriechende Gase entstehen und sorgt für die Standsicherheit der Tagebauböschungen und den Schutz der umliegenden Oberflächengewässer und Vorfluter vor Sickerwasserübertritten aus den Abfallkörpern. Dafür setzt das LAGB erhebliche Personal- und Haushaltsmittel ein (z. B. zeitweise Bildung einer personalstarken Projektgruppe aus Bergbautechnikern und Geologen).

Die Belastung des LAGB zur Bewältigung der Folgen des sogenannten „Müllskandals“ nahm am 18. Juli 2009 durch ein tragisches Bergbauunglück am teilsanierten Braunkohlentagebau Nachterstedt/Schadeleben weiter zu. Durch eine plötzliche unvorhergesehene Rutschung der Südböschung kamen 3 Menschen zu Tode, wurden andere erheblich gefährdet und entstanden große Sachschäden an Grundstücken, Häusern, Straßen und der Infrastruktur. Das LAGB hat zur fachlichen Unterstützung bei den amtlichen Aufgaben zur Klärung der Unglücksursache Gutachter beauftragt und amtsinterne Projektgruppen aus Bergbauingenieuren und Geowissenschaftlern zusammengesetzt, um die geologischen, hydrologischen, geotechnischen und bergbaulichen Bedingungen und Einflüsse aufzuklären. Die zweifelsfreie schlüssige Aufklärung der Unglücksursache ist Voraussetzung für die Planung und Zulassung von Tätigkeiten zur Sanierung des Rutschungsbereiches und weiteren Seegestaltung. Mit den gewonnenen Daten und Erkenntnissen aus den Untersuchungen sind auch die übrigen Sanierungsbraunkohlentagebaue, die noch unter Bergaufsicht stehen, vom verantwortlichen Bergbauunternehmen auf ihre Sicherheit zu überprüfen, bevor über eine Folgenutzung entschieden werden kann.

Um diese zusätzlichen Anforderungen an die Tätigkeiten des LAGB bei gleichzeitigem Stellenabbau bewältigen zu können, musste die Organisationsstruktur des LAGB erheblich gestrafft werden. Hierbei galt es, die gegenseitige Zuordnung und Verzahnung von Aufgaben der Bergverwaltung und der Geologie zu verbessern, damit die geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Kenntnisse besser in den bergrechtlichen Verfahren berücksichtigt und bergbautechnische und geologische Risiken umfassender erkannt werden.

Das LAGB ist seit April 2010 in zwei Fachabteilungen organisiert:

- Abteilung 1 – Bergbau – mit 7 Dezernaten, davon einem neuen „Grundsatz- und Umweltdezernat“ D 11, in welchem die „Projektgruppe Nachterstedt“ zur Klärung der Unglücksursachen der Böschungsbewegung vom 18. Juli 2009 integriert ist.

- Abteilung 2 – Geologie – mit ebenso 7 Dezernaten daraus zur Unterstützung und Verstärkung der bergbaulichen Verfahren und Aufgaben der Bergverwaltung. Besonders zu erwähnen sind die Aufgaben „Controlling“ und „Geodatenservice“ des Dezernates D 21 sowie der Ausbau der „Geo- und Montanarchive“ im Dezernat D 22.

In den folgenden Unterkapiteln geben die Dezernate der Bergverwaltung des LAGB einen konzentrierten Einblick in ihre Tätigkeit für den vergangenen Berichtszeitraum.

2.1 Kurzbericht der Bergverwaltung für die Jahre 2007 bis 2011

Susanne Bauer, Michael Brandt,
Uwe Berthold, Ulf Desselberger,
Frank Garlipp, Wolfgang Gränitz,
Gerhard Jost, Peter Poschwald,
Uwe Schaar & Anja Weidenmüller[2]

2.1.1 Dezernat 11 – Grundsatzangelegenheiten, Umwelt sowie Projektgruppe Nachterstedt

Am Morgen des 18. Juli 2009 ereignete sich an der Südböschung des in der bergrechtlichen Verantwortung der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) stehenden und teilgefluteten Braunkohlentagebaues Nachterstedt/Schadeleben (Salzlandkreis) eine Böschungsbewegung erheblichen Ausmaßes. Es wurde ein Böschungsbereich von etwa 1,1 km Länge erfasst. Das Volumen der Massenbewegung lag bei circa 3,5 bis 4 Mio. m³. Die Ausbruchsmassen haben sich ausgehend von der ehemaligen Uferlinie bei etwa +82 m NHN bis zu 1 800 m in den See bewegt und größtenteils unter Wasser abgelagert. Die Abbruchkanten weisen Rückgriffweiten bis zu 85 m in das Hinterland auf und besitzen Höhen von bis zu 40 m bei steilen Neigungen.

Durch die Böschungsbewegung kam es zu folgenden schweren Schäden:
- drei getötete Personen,
- Totalverlust eines Doppelhauses und einer Doppelhaushälfte nebst zugehöriger Infrastruktur,
- Eintritt einer unmittelbaren Gefährdungslage und damit Unbewohnbarkeit für weitere sechs Doppelhäuser, eine Doppelhaushälfte und ein Einfamilienhaus mit insgesamt 48 betroffenen Bewohnern sowie
- Totalverlust eines Aussichtspunktes mit Ausstellungsstücken sowie je mehreren hundert laufenden Metern Straße, Rad- und Wirtschaftswegen.

Das Gelände des Tagebaues Nachterstedt/Schadeleben und der infolge der Flutung des Restloches im Entstehen befindliche Concordiasee mussten aufgrund der eingetretenen Schäden und der Tatsache, dass weitere Böschungsbewegungen nicht auszuschließen waren, für die Öffentlichkeit gesperrt werden. Angesichts des angetroffenen Schadensbildes und insbesondere der mit einer akuten Gefährdungslage einhergehenden schwierigen geotechnischen Situation erfolgte sowohl von Seiten des Bergbauunternehmens wie auch von Seiten der Bergbehörde die sofortige Einbeziehung von Gutachtern. Im Rahmen der Ursachenermittlung wurde durch die LMBV ein umfängliches Erkundungsprogramm zur Überprüfung der geologischen, hydrologischen, geotechnischen und bergbaulichen Verhältnisse im Rutschungsbereich aufgestellt und bis zum Jahresende 2012 in weiten Teilen realisiert (Abb. 2). Weiterhin erfolgte die Sichtung umfangreicher Unterlagenbestände zum über- und untertägigen Braunkohlenbergbau im Raum Nachterstedt.

Abb. 2 Befahrung einer Pegelbohrung in Nachterstedt.

Die Arbeiten der Gutachter beider Seiten dauerten zum Jahresende 2012 noch an. Nach dem derzeitigem Erkenntnisstand im Ergebnis der bisher durchgeführten Recherchen, Untersuchungen und Berechnungen ist festzustellen, dass sich durch die ermittelten potenziellen Schadensursachen und deren möglichen Wechselwirkungen für den Tagebau Nachterstedt/Schadeleben eine sehr komplexe geotechnische Situation ergibt. Es ist als wahrscheinlich anzusehen, dass die Böschungsbewegung vom 18.07.2009 durch das gleichzeitige Zusammenwirken verschiedener Faktoren verursacht wurde. Die gutachterlichen Arbeiten zur Ursachenermittlung der Böschungsbewegung sollen bis zur Jahresmitte 2013 abgeschlossen werden.

---

2 Dipl.-Ing. Susanne Bauer, Dr.-Ing. Michael Brandt, Dipl.-Ing. Uwe Berthold, Dipl.-Ing. Ulf Desselberger, Dipl.-Ing. Frank Garlipp, Dr.-Ing. Wolfgang Gränitz, Dipl.-Ing. Gerhard Jost, Dipl.-Ing. Peter Poschwald, Dipl.-Ing. Uwe Schaar & Dipl.-Ing. Anja Weidenmüller: Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

2.1.2 Dezernat 12 – Kali-, Salz-, Erz- und Spatbergbau

2.1.2.1 Aktiver Bergbau

Der aktive untertägige Bergbau in Sachsen-Anhalt stellt auch in diesem Berichtszeitraum einen wichtigen Bestandteil der Wirtschaftskraft des Landes dar. Die beiden großen Gewinnungsbetriebe in Sachsen-Anhalt – das Kalibergwerk in Zielitz und das Steinsalzbergwerk in Bernburg – sind bedeutende Wirtschaftsfaktoren in den Regionen. Neben den direkt in den Werken bestehenden ca. 2 300 Arbeitsplätzen stellen die Werke durch Auftragsvergabe für Zulieferungen und Dienstleistungen an Betriebe des Umlandes die wirtschaftliche Basis für weitere ca. 7 500 Arbeitsplätze im Umland dar. Im Berichtszeitraum gelang es den hochmotivierten Belegschaften auch in Extremsituationen die anstehenden Salze stabil und kontinuierlich zu fördern. Dies gilt besonders für die Winter 2009/2010 und 2010/2011, in denen das Steinsalzwerk Bernburg der esco - european salt company GmbH & Co. KG die außerordentlichen Anforderungen an die Streusalzproduktion zuverlässig erfüllen konnte. Hiermit wurde von diesem Werk ein nicht unerheblicher Beitrag zur Verkehrssicherheit geleistet.

Abb. 3 Continuous Miner MB 770 (Foto: K+S KALI GmbH).

Abb. 4 Teilschnittmaschine MT 520 der Fa. Sandvik (Foto: K+S KALI GmbH).

Im Kaliwerk Zielitz der K+S KALI GmbH werden täglich mehr als 40 000 t Rohsalz gefördert. Um dieses anspruchsvolle Ziel auch in Zukunft weiter aufrecht halten zu können, ist es erforderlich, neue Lagerstättenteile in weiterer Entfernung zum Schacht zu erschließen. Daher wird seit dem Sommer 2011 im Kaliwerk neben der herkömmlichen Aus- und Vorrichtungstechnik, der Gewinnung des Salzes mittels Bohren und Sprengen, auch die maschinelle, schneidende Salzgewinnungstechnik eingesetzt (Abb. 3 und 4).

Ziel ist es, die Vortriebsgeschwindigkeit in der Aus- und Vorrichtung der einzelnen Lagerstättenteile zu erhöhen. Deutlich höhere Auffahrungsleistungen sollen mit den dafür neu eingesetzten Maschinen – Continuous Miner MB 770 und der Teilschnittmaschine MT 520 der Fa. Sandvik – erreicht werden. Diese für den Steinkohlebergbau entwickelten Maschinen wurden für die Belange des Werkes Zielitz modifiziert. Es ist geplant, dass die MB 770 ein Streckenrechteckprofil von ca. 7 m Breite und 5 m Höhe auffährt. Die MT 520 erstellt ein Gewölbeprofil von 10 m Breite und 6,50 m Höhe.

Das gewonnene Schnittsalz wird mit ebenfalls neu angeschafften Schiebekastenfahrzeugen zur Kippstelle der Bandanlagen transportiert. Insgesamt wurden in Zielitz 14 Mio. € in dieses Projekt investiert und 49 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen. Die Investition hat sich gelohnt, denn durch den Einsatz der schneidenden Gewinnung kann die Erschließung zukünftiger Abbaufelder schneller und effektiver realisiert werden.

2.1.2.2 Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (Abb. 5) wurden im Berichtszeitraum die bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahmen im Zentralteil (bGZ) fortgeführt und Anfang 2011 erfolgreich abgeschlossen.
Im Rahmen der bGZ wurden von Oktober 2003 bis

Abb. 5 Schacht Bartensleben und Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM).

Februar 2011 insgesamt 27 Abbaue, in denen keine radioaktiven Abfälle lagern, mit rund 1 Mio. m³ Salzbeton verfüllt (Abb. 6). Die Maßnahme war erforderlich, um dem fortschreitenden Sicherheitsverzehr im Zentralteil der Grube zu begegnen und auch für die noch zu genehmigenden Stilllegungsmaßnahmen die erforderliche Arbeits- und Betriebssicherheit gewährleisten zu können. Besonders hervorzuheben ist die überaus positive Unfallbilanz während dieser Maßnahme.

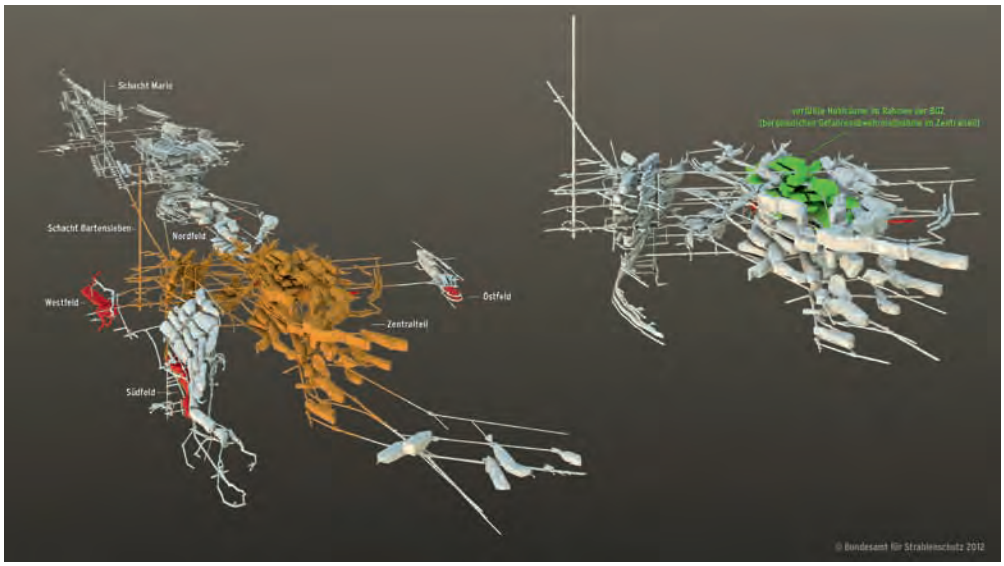


Abb. 6 Räumliche Darstellung der im Zuge der bergbaulichen Gefahrenabwehrmaßnahmen im Zentralteil verfüllten Abbaue (Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz 2012).

2.1.2.3 Untertägige Abfallentsorgung

Schon in der EU-Deponierichtlinie von 1999 wird die Reduzierung von klimaschädlichen Emissionen gefordert, welche durch oberirdische Deponierung von Abfällen, z.B. durch Methanemissionen, entstehen. Als Folge dieser Forderungen kommt der thermischen Behandlung bzw. energetischen Verwertung von Siedlungs- und Gewerbeabfällen, möglichst nach mechanischer Vorbehandlung, eine ständig wachsende Bedeutung in Europa zu. Die dabei anfallenden Rückstände aus der Abgasreinigung sind aber, abhängig vom angewendeten Reinigungsverfahren und den eingesetzten Inputstoffen, i.d.R. erheblich mit Schadstoffen (wie Schwermetallen, Dioxinen usw.) belastet, so dass die untertägige Entsorgung das am Besten geeignete Verfahren ist.

Nach der Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) gilt der Versatz als Verwertung und ist gegenüber der Deponierung (Beseitigung) als höherwertig einzustufen. In der Veratzverordnung (VersatzV) und der Deponierverordnung (DepV) und bergrechtlicher Normen, wie die Gesundheitsschutz-Bergverordnung (GesBergV), ist die untertägige Entsorgung geregelt. Eine unabdingbare Voraussetzung zur untertägigen Einlagerung ist die Führung eines Langzeitsicherheitsnachweises, um sicherzustellen, dass ein dauerhafter Abschluss der eingelagerten Abfälle von der Biosphäre gewährleistet ist.

Im Bereich des LAGB, Dezernat 12 sind zwei Untertageversatzanlagen (UTVA) (GTS, esco) und eine Untertagedeponie (UTD) der Deponieklasse IV mit integriertem Untertageversatz (UTV) (Zielitz) angesiedelt (Abb. 7). In diesen genannten Anlagen werden Abfälle aus Sachsen-Anhalt selbst, aber auch aus anderen Bundesländern bzw. dem EU-Ausland entsorgt. Dabei wurde mit ca. 25 % an der Gesamtmenge der größte Anteil der in Sachsen-Anhalt entsorgten gefährlichen Abfälle durch die UTVA verwertet. Auch der Hauptteil der in Sachsen-Anhalt selbst erzeugten gefährlichen Abfälle wurde über den UTV entsorgt. Im Jahr 2010 beliefen sich die verwerteten Mengen in den UTVA auf ca. 465 kt (zum Vergleich 2000: ca. 55 kt). Die UTD spielt mit einem ca. 3 %-igen Anteil (2010) da-

Abb. 7 Eingelagerte Big-Bags in der Grube Teutschenthal (GTS).

gegen nur eine untergeordnete Rolle, auch wenn sich die Menge an beseitigten gefährlichen Abfällen von ca. 20 kt (2007 als Tiefpunkt) auf ca. 61 kt (2010) erhöht hat. In den Angaben zu den UTVA ist die UTV-Kaverne (s. Kap. 2.3) mit enthalten.
Sicherlich spielen auch die unterschiedlichen Kosten zwischen den beiden Entsorgungswegen eine entscheidende Rolle. Aufgrund der sich wandelnden gesetzlichen Regelungen und der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung ist mit einem weiteren Anstieg der zu entsorgenden Mengen zu rechnen. Interessanter Weise werden in der UTD Zielitz so gut wie keine gefährlichen Abfälle aus Sachsen-Anhalt und dem EU-Ausland beseitigt, sondern vorwiegend aus anderen Bundesländern.

2.1.3 Dezernat 13 – Bohrlochbergbau, Untergrundspeicher

Dem Dezernat obliegt landesweit die Bergaufsicht über den Bohrlochbergbau sowie die unterirdische behälterlose Speicherung von Gasen und Flüssigkeiten. Die Bergaufsicht erstreckt sich auf die

Abb. 8 Niederbringen einer Bohrung im Solfeld Teutschenthal/Bad Lauchstädt.

- Aufsuchung, Gewinnung, Aufbereitung gasförmiger und flüssiger mineralischer Rohstoffe einschließlich der Wiedernutzbarmachung der in Anspruch genommenen Flächen,
- Errichtung und das Betreiben von Untergrundspeichern (Abb. 8) sowie
- Nutzung geothermischer Ressourcen.

Standorte von überregionaler Bedeutung sind die Erdgasförderung in der Altmark, die Kavernenfelder zur Gewinnung von Sole und Speicherung von Erdgas und anderen Produkten in Staßfurt, Bernburg, Teutschenthal/Bad Lauchstädt. Schwerpunkt der Tätigkeit des Dezernates war die Erweiterung der bestehenden Untergrundspeicher, hier vor allem die Erweiterung der Tagesanlagen an den Standorten Staßfurt und Peckensen.

2.1.3.1 Erdgasgewinnung und Förderfeldrückbau

Auf den Erdgasfeldern der Altmark sind heute noch ca.130 Sonden produktiv. Die aktuelle Jahresproduktion beträgt noch ca. 0,5 Milliarden Kubikmeter. Die Erdgaslagerstätte in der Altmark befindet sich in der Endphase der Erdgasgewinnung. Die GDF SUEZ E & P Deutschland GmbH beabsichtigt die Erdgasförderung bis zur Erschöpfung der Lagerstätte fortzuführen. Der bergbauliche Rückbau umfasste im Wesentlichen die Verfüllung von Erdgasbohrungen und -sonden, die Sicherung und Sanierung von Bohrschlammgruben sowie den Rückbau von Bohr- und Sondenplätzen mit der Zielstellung der Wiedernutzbarmachung der jeweiligen Flächen und dem Erreichen des Endes der Bergaufsicht.

2.1.3.2 Solbetriebe

Von vier Solbetrieben wird die geförderte Sole in der chemischen Industrie insbesondere in den beiden Sodawerken in Staßfurt und Bernburg sowie im Werk Schkopau zur Chlorerzeugung weiterverarbeitet. Der dabei entstehende Hohlraum wird für die unterirdische behälterlose Speicherung vorbereitet bzw. genutzt.

In den Kurbetrieben Bad Salzelmen, Bad Dürrenberg und Bad Kösen wird die gewonnene Sole balneologisch genutzt (Abb. 9).

Sonstiges
Auf der Kaverne Staßfurt S 1 wurden die Arbeiten zur Verwertung von bergbaulichen Abfällen fortgeführt. In den Kavernen S 2 und S 4 wird die Verwertung von Abfällen aus bergsicherheitlichen Gründen durch Dickstoffversatz erprobt.

Abb. 9 Gradierwerk und Kureinrichtung in Bad Salzelmen

2.1.4 Dezernat 14 – Markscheide- und Berechtsamswesen, Altbergbau

Das Dezernat 14 Markscheide- und Berechtsamswesen, Altbergbau ist zuständig im Hinblick auf raumbezogene Fragen bergbaulicher Art und für die Genehmigungsverfahren im Zusammenhang mit Bergbauberechtigungen nach den §§ 6 ff BBergG. Weitere gesetzliche Aufgabenschwerpunkte sind die Überwachung der markscheiderischen Tätigkeiten im Rahmen der Bergaufsicht nach § 69 Abs. 3 BBergG und die Aufsicht über die ordnungsgemäße Durchführung von Messungen zur Beobachtung der Tagesoberfläche i.S. des § 125 BBergG.

Das Dezernat 14 veranlasst unter Wahrung des Grundsatzes der Subsidiarität Maßnahmen zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit in stillgelegten Anlagen von bergbaulichen Gewinnungsbetrieben, für die ein Rechtsnachfolger nicht vorhanden oder nicht feststellbar ist und berät Behörden, Planungsingenieure und Bürger bei geotechnisch-bergbaulichen Fragestellungen.

2.1.4.1 Markscheidewesen

Bergbaubetriebe haben nach den §§ 63 und 64 BBergG ein Risswerk durch einen von der Bergbehörde anerkannten Markscheider oder durch eine andere als fachkundig anerkannte Person anfertigen und nachtragen zu lassen. Form und Inhalt der Karten und Risse, die Bestandteile des Risswerkes sind, ergeben sich aus der Markscheider-Bergverordnung und den DIN-Normen 21901 ff „Bergmännisches Risswerk“. Von den aktiven Gewinnungsbetrieben liegen 184 bergmännische Risswerke als Behördenexemplar vor. Sie unterliegen den regelmäßigen Nachtragungsfristen der Markscheider-Bergverordnung. Davon entfallen 138 auf Betriebe der Steine- und Erden- Industrie, 11 auf Braunkohlentagebaue und 35 auf Untertagebetriebe und den Bohrlochbergbau/Speicherbetriebe.

Markscheider und anerkannte Personen

Zum Stichtag 31. Dezember 2011 waren in Sachsen-Anhalt 14 anerkannte Markscheider, 24 Markscheider mit vorläufiger Anerkennung und 19 anerkannte Personen i.S. des § 13 Markscheider-Bergverordnung registriert. Im Berichtszeitraum wurden 6 vorläufige Anerkennungen als Markscheider und 4 Anerkennungen als „sonstige Person“ i.S.d. § 13 Markscheider-Bergverordnung ausgesprochen. Die „vorläufige“ Anerkennung resultiert aus der Tatsache, dass das Land Sachsen-Anhalt bisher kein eigenes Markscheidergesetz erlassen hat.

Bergbauliche Stellungnahmen

Im Berichtszeitraum ergingen durch das Dezernat 14 insgesamt 6 399 Stellungnahmen insbesondere zu privaten Bauvorhaben, Bebauungsplänen, Windkraftanlagen sowie zu Bauvorhaben des öffentlichen Verkehrs und des Leitungsbaus.

2.1.4.2 Berechtsamswesen

Das Berechtsamswesen regelt und ordnet das Bergrecht mit bergrechtlichen Genehmigungsverfahren (Konzessionen) nach den §§ 6 ff des Bundesberggesetzes. (BBergG) und ist die Grundlage für nachfolgende bergrechtliche Verfahren. Sie stellt die Schnittstelle zwischen verschieden bergbaulichen Bereichen dar. Tätigkeitsschwerpunkte waren im Berichtszeitraum die Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen. Zu benennen sind die Erlaubnisfelder „Köthen“ und „Ostharz“ zur Aufsuchung der bergfreien Bodenschätze „Erze, Salze, Spate für die Gewinnung von chem. Elementen und Verbindungen“, „Halle – Süd” zur Aufsuchung der bergfreien Bodenschätze „Sole und Erdwärme“ sowie „Harz – Börde“ zur Aufsuchung des bergfreien Bodenschatzes „Kohlenwasserstoffe nebst den bei ihrer Gewinnung anfallenden Gasen“. Die Bewilligungen „Zielitz–Nordost“ zur Gewinnung der bergfreien Bodenschätze „Stein-, Kali-, Magnesia- und Borsalze nebst den mit diesen Salzen in der gleichen Lagerstätte auftretenden Salzen“ und „Profen–RPF“ zur Gewinnung des bergfreien Bodenschatzes „Braunkohle“ wurden ebenfalls im Berichtszeitraum erteilt. Hervorzuheben ist die Erteilung der Erlaubnis für das Feld „Harz – Börde“, da die Aufsuchung der bergfreien Bodenschätze mit unkonventioneller Gewinnungsmethode (Fracken) erfolgen soll und daher im besonderen Fokus der Öffentlichkeit steht.
Im Jahr 2011 sind weitere Anträge auf Erteilung von Bergbauberechtigungen beim LAGB, Dezernat 14 ein-

gegangen, was ein fortbestehendes Interesse an der Aufsuchung und Gewinnung von Rohstoffen aufgrund der verschärften Situation der Rohstoffmärkte erkennen lässt. Des Weiteren wurden 5 Teilungen von Bergwerkseigentumen und die daraus resultierenden Veräußerungen und Vereinigungen vorgenommen. Zu teilende Bergwerkseigentumsfelder waren „Staßfurter Salzsattel“, „Bernburger Hauptsattel“, „Gnetscher Salzsattel“ und „Teutschenthal–West“. Mit hoher Intensität wurde im Berichtszeitraum das Bereinigungsverfahren im Berechtsamswesen durchgeführt. Hier wird der aktuelle Stand der Bergbauberechtigungen hinsichtlich des Widerrufes, Aufhebung, Fristablauf von Bergbauberechtigungen überprüft. Im Ergebnis des Bereinigungsverfahrens wurden 30 Bergbauberechtigungen aufgehoben und 2 Bewilligungen widerrufen. Zum Tätigkeitsfeld gehören auch Verlängerungen und Übertragungen von Bergbauberechtigungen sowie Einstufungen der Rohstoffe aus vorhandenen Lagerstätten als grundeigene Bodenschätze im Sinne des BBergG, deren Zuständigkeit für nachfolgende Verfahren auch dem LAGB obliegt. Ein weiterer Teilbereich im Berechtsamswesen ist das Auskunftswesen. Insgesamt ist in den vergangenen Jahren eine Zunahme an Nachfragen von Behörden und juristischen und privaten Personen im Berechtsamswesen zu verzeichnen.

Abb. 10 Erkundung des Kupferschiefer-Altbergbaus im Stadtgebiet von Hettstedt (Jacob-Adolph-Stollen).

2.1.4.3 Altbergbau

Das LAGB ist nach Maßgabe der Verordnung zur Übertragung von Zuständigkeiten im Altbergbau vom 19. Dezember 2007 zuständig für die Gefahrenabwehr im Altbergbau. Die damit verbundenen Aufgaben werden durch das Dezernat 14 Markscheide- und Berechtsamswesen, Altbergbau wahrgenommen. Neben der Durchführung von Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen werden auch jährlich ca. 200-400 Tagesbrüche aufgenommen, die über dem ehemaligen Braunkohlentiefbau und Kupferschieferbergbau (Abb. 10) als auch über tagesnahen Werksteintiefbauen fallen und gesichert werden müssen.

Altbergbau-Gefahrenabwehr-Kataster

Hinsichtlich der Vielzahl der vorhandenen Informationen zum Altbergbau im Land Sachsen-Anhalt bestand die Notwendigkeit zur zentralen Datenhaltung und -auswertung. Mit dem Aufbau eines „Altbergbau-Gefahrenabwehr-Kataster“ (AGK) in Form eines Geoinformatiossystems (GIS) soll zum einen dieses Ziel erreicht werden. Zum anderen ist mit dem Aufbau des AGK ein Überwachungs-, Warn- und Steuerungssystem initiiert, das auf auftretende Risiken in Gebieten mit umgegangenem Altbergbau frühestmöglich verweisen soll. Nachdem dazu im Jahr 2010 ein Grobkonzept aufgestellt wurde, konnten zwischenzeitlich die IT-Voraussetzungen für die Datenerfassung und die Datenerstbewertung fertig gestellt werden. In den Jahren 2010 und 2011 wurden u.a. die Unterwasserbereiche von ca. 150 wassererfüllten Tagebaurestlöchern vermessen. Im Rahmen dieses Projektes sind grundlegende Geometrien der übertägigen Altbergbauobjekte digital zu erfassen und in ein im LAGB vorhandenes GIS zu integrieren. Ziel ist eine vollständige und aktuelle 3D- Abbildung der Halden und Restlöcher, insbesondere der Unterwasserbereiche als Grundlage künftiger Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen. Im Ergebnis sollen im AGK die derzeit in verschiedenen Datenbeständen vorhandenen digitalen graphischen und Sachinformationen sowie analoge Informationen (Texte, Karten, Risse) zusammengeführt und durch die neu zu erfassenden Objekte des übertägigen Altbergbaus erweitert werden.

Fallbeispiele

Tagesnaher Braunkohlentiefbau in Theißen

Im September 2010 wurde dem LAGB ein Tagesbruch in der Ortslage Theißen gemeldet. Im Schadensbereich ging in den Jahren 1856 bis 1882 tagesnaher Braunkohlentiefbau (Privatgrube Nr. 241) um. Der Abbau fand in einer Teufe von ca. 10-20 m einsöhlig statt. Die Abbaukante verlief nach erster Einpassung von Altunterlagen unmittelbar unter einem Wohnhaus. Unverzügliches Handeln war geboten, um erhebliche Schäden an der

Abb. 11 Gebäudesicherung in Theißen.

Bausubstanz abzuwenden (Abb. 11). Nach Durchführung von Erkundungs-, Verwahr-, und speziellen baulichen Sicherungsmaßnahmen konnte die vollständige Nutzung des Gebäudes wieder hergestellt werden.

Braunkohlentagebau Bruckdorf (Halle/Osendorf-Kanurennstrecke)

Der Osendorfer See ist ein Restloch des Braunkohlentagebaus Bruckdorf. Der See unterliegt einer intensiven wassersportlichen Nutzung als Trainings- und Wettkampfstrecke. Geplante bauliche Veränderungen an den im südöstlichen Uferbereich befindlichen Gebäuden bzw. Planungen zur Neubebauung machten eine geotechnische Neubewertung von Teilen der Uferböschungen erforderlich. Notwendig wurde diese Bewertung auch durch die Hochwassersituation der Reide verbunden mit einem kurzzeitigen unkontrollierten Einströmen der Wassermassen in das Restloch. Damit verbunden waren eine unkontrollierte Erhöhung des Wasserstandes und Schäden an den Sportanlagen. Im Ergebnis der geotechnischen Neubewertung konnten Handlungsempfehlungen für die weitere Nutzung des Geländes sowie Hinweise zur geplanten Bebauung gegeben werden.

Braunkohlentiefbaustrecke in Spora (Kettenbahntunnel Tiefbaugrube Leonhard II)

Vom Ordnungsamt der Gemeinde Elsteraue wurde dem Dezernat 14 ein ungesichertes Mundloch an einer Tagesstrecke sowie zwei weitgehend ungesicherte Lichtlöcher über dieser Strecke im Raum Spora gemeldet. Diese bergbaulichen Anlagen sind der Grube Leonhard II (z.T. Vereinsglück III bei Spora) zuzuordnen. Hier wurde Braunkohle im Zeitraum 1899 -1923 im Tiefbau gewonnen. Im Zuge der amtlichen Befahrung des Bereiches wurde ein Gefahrenpotential erkannt, welches durch geeignete bauliche Sicherungsmaßnahmen beseitigt werden konnte. Die Gefahr bestand hier in der Möglichkeit die Strecke auf ca. 50 m Länge zu begehen. Eindringendes Wasser, Stahleinbauten, Reste früherer Wettertüren und möglicherweise Schadgase bergen erhebliche Risiken. Des Weiteren waren die an der Oberfläche auffindbaren Lichtlöcher (12-15 m Teufe; Rohrschacht, Durchmesser ca. 1,0 m bzw. defekte Abdeckplatte aus Beton) dringend zu sichern. Hier bestand eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit. Der Zugang sowie die genannten Lichtlöcher wurden unter Berücksichtigung des Naturschutzes gesichert (Abb. 12).

Kaliabbau Solvayhall/Friedenshall bei Bernburg

Am 31.03.2010 wurde über dem abgesoffenen Carnallitit-Baufeld der Grube Solvayhall/Friedenshall ein neuer Großtagesbruch festgestellt (Abb. 13). Dieser Tagesbruch befindet sich westlich der drei bereits Ende der 1960er und Anfang der 1970er Jahre gefallenen älteren Brüche, in unmittelbarer Nähe zur Landstraße 50. Da eine Gefährdung der Landstraße und der landwirtschaftlich genutzten Flächen im unmittelbaren Umfeld nicht auszuschließen waren, wurde ein 64 ha großes Sperrgebiet ausgewiesen.

Um eine Einschätzung der von der abgesoffenen Grube Solvayhall/Friedenshall heute noch ausgehenden Gefährdungen vornehmen zu können, wurden durch das LAGB verschiedene Untersuchungen beauftragt. Die-

Abb. 12 Mundloch vor (links) und nach der Sicherung (rechts).

Abb. 13 Großtagesbruch über der Grube Solvayhall/Friedenshall.

se umfassen Untersuchungen am vierten Tagesbruch sowie im Schacht Solvayhall/Friedenshall II, geophysikalische Messungen über dem ehemaligen Bergwerk Solvayhall/Friedenshall als auch die Ursachenanalyse für das Entstehen des neuen Tagesbruchs. Im Rahmen der Ursachenanalyse wurde ein vollständiges 3D-Modell der Grubenbaue erstellt, welches die Grundlage für das daraus abgeleitete Flutungsmodell bildet. Des Weiteren wurden ein flächendeckendes Nivellementnetz und eine Testanordnung für radarinterferometrische Auswertungen über dem gesamten Grubenfeld angelegt. Damit soll künftig das Senkungsgeschehen über dem Grubenfeld überwacht werden. Die Nullmessung erfolgte im Frühjahr 2012.

Anhand der bisher gewonnenen Ergebnisse konnte das Grubenfeld Solvayhall/Friedenshall in drei Bereiche unterschiedlichen Gefährdungspotentials unterteilt werden. Die nördlichen Abbaufelder wurden mit einem geringen Potential zur Gefährdung der Tagesoberfläche eingestuft. Für das gesamte südliche Baufeld des Bergwerks Solvayhall/Friedenshall wird unter anderem aufgrund der fehlenden Steinsalzüberdeckung eingeschätzt, dass ein Tagesbruchereignis nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Ein erhöhtes Gefährdungspotential für die Tagesoberfläche musste für einen Bereich im südwestlichen Anschluss an den aktuellen, vierten Tagesbruch ausgewiesen werden.

Kalischächte Leopoldshall I und II

Des Weiteren werden vom Dezernat 14 Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen an Altkalischächten veranlasst. So wurden im Berichtszeitraum die Doppelschachtanlage Leopoldshall I und II im Stadtgebiet von Staßfurt nach umfangreichen Erkundungsmaßnahmen dauerstandsicher verwahrt. Die ca. 400 m tiefen lösungserfüllten Schächte befanden sich nach heutigem Stand der Technik in einem nicht dauerhaft gesicherten Zustand, weil ein vollständiger Verbruch der Schachtsäulen wegen der Lösungsprozesse im salinaren Gestein und des desolaten Zustandes des hölzernen Schachtausbaus nicht ausgeschlossen werden konnte. Damit gingen von den ungesicherten Schachtröhren Gefährdungen aus, die die öffentliche Sicherheit und das Gemeinwohl beeinträchtigten. So wurden die Schächte mit 17 000 t Kies- und 2 300 t Hartgesteinsschotter verfüllt. Die Verfüllung der letzten 75 m bzw. 100 m erfolgte über eine Kohäsiv-Verfüllung mittels 1 600 t Doroflow H. Letztlich wurden beide Schächte mit einem betonähnlichen Pfropfen verschlossen. Mit der dauerstandsicheren Verwahrung konnte am 13.04.2010 die nachsorgefreie Sicherungsmaßnahme abgeschlossen werden. Das Ziel, die öffentliche Sicherheit dauerhaft zu gewährleisten, war somit erfüllt worden. Der finanzielle Umfang der Maßnahme betrug 1,2 Mio. €.

Weitere Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen

Das Dezernat 14 ist auch als fachtechnische Aufsicht an einer Reihe von Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen beteiligt, die von den Kommunen im Land Sachsen-Anhalt durchgeführt und mittels der Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen im Rahmen der Bergbausanierung teil- oder vollfinanziert werden. Hierbei können Kommunen, in deren Gebiet sich ein zu sanierendes Altbergbauobjekt befindet, Mittel aus dem Europäischen Fond zur Regionalen Entwicklung (EFRE) beantragen. Beispielhaft sind die Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen im Werksteintiefbau Schraplau zu nennen, wo öffentliche Mittel in Höhe von ca. 7 Mio. € beansprucht wurden. Ebenfalls fallen die Sanierungsmaßnahmen der Entwässerungsstollen im Mansfelder Revier unter die Sanierungsrichtlinie. Hierbei sind vor allem die Erkundungsmaßnahmen bei Strenznaundorf zu nennen. Weiterhin wurden mittels EFRE-Projekten im Berichtszeitraum u.a. die Schachtverwahrung der Altkalischachtanlage Achenbach in Staßfurt und umfangreiche Sanierungsarbeiten im Kupferschieferbergbau sowie Werksteintiefbau in Hettstedt durchgeführt.

2.1.5 Dezernat 15 – Steine- und Erdenbergbau

Vor dem Hintergrund der Inanspruchnahme hochwertiger Böden (s. Kap. 3.1) im Vorfeld der Rohstoffgewinnung erlangt die bergaufsichtliche Tätigkeit des LAGB bei der Planung von Maßnahmen nach Beendigung der Gewinnungsarbeiten (Wiedernutzbarmachung) zunehmend an Bedeutung.

Im Allgemeinen entsteht in den Steine- Erden-Tagebauen ein Massendefizit, welches durch das Verbringen von tagebaueigenem Abraum und/oder nicht verwertbaren

Abb. 14 Kalksteintagebau Karsdorf, verkippte Aushubmassen aus dem Bauvorhaben ICE-Neubaustrecke Erfurt-Halle/Leipzig.

Anteilen nicht ausgeglichen werden kann. Im Interesse einer Flächenrückführung für eine land- und forstwirtschaftliche Folgenutzung wurden in der Vergangenheit deshalb auch tagebaufremde Bodenmaterialien und Abfälle aus der Bauwirtschaft im Rahmen der Verfüllung verwertet. Gegenwärtig wird von den 184 unter Bergaufsicht stehenden Tagebauen des Steine- und Erden-Bergbaus, in denen aktiv Rohstoffe gewonnen werden bzw. die sich in Stilllegung befinden, in ca. 80 Betrieben mineralisches Fremdmaterial zum Zwecke der Wiedernutzbarmachung verwertet (Abb. 14). Im Jahr 2011 betrug die Gesamtmenge der Verkippung 2,56 Mio. t, davon 0,12 Mio. t Bauschutt.

Im sog. Tongrubenurteil des Bundesverwaltungsgerichtes (Az. BVerG 7 C vom 14.04.2005) wurde festgestellt, dass die materiellen Maßstäbe des Bundesbodenschutzgesetzes bei der Verfüllung von Bodenabbauvorhaben – auch unter dem Bergrecht – voll anwendbar sind. Damit gelten auch die entsprechenden Vorsorgewerte des Bodenschutzrechts. Bis zur Festlegung bundeseinheitlicher rechtsverbindlicher Regelungen (Mantelverordnung für die Bereiche Grundwasserschutz, Ersatzbaustoffe und Bodenschutz noch nicht in Kraft) wurde zur Überwachung der Abfallverwertung ein gemeinsamer Runderlass des MLU und MW vom 19.05.2009 verfasst und die Anhänge zur Anwendung in der Landesverwaltung (LVwA und LAGB) in den bergrechtlichen, abfall- und bodenschutzrechtlichen Vollzug eingeführt. Im Hinblick auf den Boden- und Grundwasserschutz resultieren daraus erhöhte Anforderungen an die Bergaufsicht bei der Abfallverwertung in Tagebauen, die sowohl die Durchführung bergrechtlicher Genehmigungsverfahren (Betriebsplananpassungen) als auch die Stoffstromüberwachung gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz betreffen.

Grundlage der Verwertung von Abfällen im Bergbau bilden die Technischen Regeln der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA-Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Allgemeiner Teil 2003, Technische Regeln Boden 2004). Daraus resultieren Einschränkungen hinsichtlich der zugelassenen Abfallarten und strengere Zuordnungskriterien. Gemäß Aussagen der Tagebauunternehmer stehen geeignete mineralische Materialien auf dem Markt nur begrenzt zur Verfügung.

Für eine Folgenutzung zeichnen sich daher folgende Konsequenzen ab:
- Vergrößerung der zeitlichen Differenz zwischen Flächeninanspruchnahme und Rückführung,
- Änderung des Nutzungszieles für wiedernutzbar zu machende Flächen der von Bergbau in Anspruch genommenen Grundstücke.

2.1.6 Dezernat 16 - Braunkohlenbergbau

Im Braunkohlenbergbau des Landes Sachsen-Anhalt standen im Berichtszeitraum 12 Braunkohlentagebaue, 11 Braunkohlenveredlungsbetriebe und vier Braunkohlengruben-Kraftwerke unter Aufsicht des LAGB.
Hiervon sind noch zwei Bergbauunternehmen im Bereich des aktiven Gewinnungsbergbaus tätig. Die MIBRAG mbH (Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH mit Sitz in Zeitz) betreibt im südlichen Sachsen-Anhalt den Tagebau Profen. Die ROMONTA GmbH gewinnt in Amsdorf westlich der Stadt Halle im Tagebau Amsdorf bitumenhaltige Braunkohle, aus der mit einem Extraktionsverfahren sogenanntes Rohmontanwachs hergestellt wird (s. Kap. 5.1).

Für den Bereich des Sanierungsbergbaus ist in Sachsen-Anhalt die LMBV (Lausitzer und Mitteldeutsche Braunkohlen-Verwaltungsgesellschaft mbH) zuständig und hat insbesondere die stillgelegten Braunkohlentagebaue gemäß der im Bundesberggesetz festgelegten Pflichten zu gestalten und gefahrlos zu stellen. Die LMBV ist somit für die Sanierung der nicht privatisierten Bereiche der bergrechtlich verantwortliche Bergbauunternehmer und Projektträger.

Einen besonderen Arbeitsschwerpunkt im Bereich des Sanierungsbergbaues stellte das Zulassungsverfahren für eine teilweise vorzeitige Nutzung des Geiseltalsees dar. Nach der Böschungsbewegung am Concordiasee 2009 (s.o.) galten bzw. gelten im Land Sachsen-Anhalt für alle noch unter Bergaufsicht stehenden Bergbaufolgeseen des Braunkohlenbergbaues Nutzungsverbote bzw. -einschränkungen. Mit dem Erreichen des planfestgestellten Wasserstandes und dem damit verbundenen Ende der Fremdflutung des Geiseltalsees war aus Sicht der LMBV der grundsätzliche Ausschluss der öffentlichen Nutzung des Gewässers nicht mehr gegeben.

Auf dieser Grundlage aufbauend beantragte die LMBV beim LAGB ein mit dem Sachverständigen abgestimmtes Monitoringprogramm, um die für eine Folgenutzung vorgesehenen räumlich definierten Bereiche überwachen und mögliche Restgefährdungen rechtzeitig erkennen zu können.
Im Rahmen einer Plausibilitätsprüfung wurden die eingereichten Unterlagen von den Behördengutachtern des LAGB - im Zusammenwirken mit der LMBV und deren Gutachtern - einer Bewertung unterzogen. Erkenntnisse, die bei den aktuellen Untersuchungen zur Ursache der Böschungsbewegung in Nachterstedt gewonnen wurden, wurden dabei von den Behördengutachtern berücksichtigt. Das LAGB erteilte daraufhin am 10.08.2012 die dafür notwendige Zulassung. Der Landkreis Saalekreis erließ daraufhin die erforderliche Allgemeinverfügung zur Regelung des Gemeingebrauches auf dem Südfeld des Geiseltalsees. Damit ist etwa ein Viertel der Gesamtfläche nutzbar (Abb. 15). Die feierliche Eröffnung folgte am 01.09.2012 im Beisein des Landrates des Saalekreises Frank Bannert und der Ministerin für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, Frau Prof. Dr. Birgitta Wolff.

Für den Bereich des aktiven Bergbaues soll an dieser Stelle auf das Innovationsvorhaben „ibi“ (Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland) verwiesen werden (s. Kap. 5.1). Die Entwicklung neuer Strategien der stofflichen Verwertung von Braunkohle stellt den Kern von „ibi“ dar, da die in Mitteldeutschland lagernde, stofflich hochwertige bitumenreiche Braunkohle „nur“ für eine energetische Nutzung zu wertvoll ist. Ziel ist es dabei, eine nachhaltige Rohstoff- und Energiewirtschaft zu sichern. Es sollen neue Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken zur Rohstoffgewinnung und -verwertung der Braunkohle entwickelt werden. Die Umweltverträglichkeit der Technologien und damit die Nachhaltigkeit spielen eine herausragende Rolle. Dazu haben sich im Rahmen des Innovationsforums regional verwurzelte Unternehmen zusammengefunden. Dazu gehören u.a. die ROMONTA GmbH und die MIBRAG mbH.

2.1.7 Dezernat 17 – Besondere Verfahrensarten sowie Projektgruppe Gefahrenabwehr Möckern/Vehlitz

Dem Dezernat 17 obliegt die Durchführung von bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung und Öffentlichkeitsbeteiligung, die Durchführung von förmlichen Verwaltungsverfahren nach Umweltrecht einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung und Öffentlichkeitsbeteiligung, die Führung von Grundabtretungsverfahren in Zusammenarbeit mit dem Dezernat D1, die Durchsetzung der Verordnung über Feldes- und Förderabgabe (FörderAVO), die Führung der Bergbaustatistik insbesondere nach Unterlagen-Bergverordnung (UnterlagenBergV) sowie

Abb. 15 Blick auf die Marina Mücheln nach der Teilfreigabe des Geiseltalsees (Aufnahme 02. September 2012).

die Beratung von Industrieverbänden, der Wirtschaft und Privatpersonen zu Fragen des Bergrechts in Sachsen-Anhalt. Darüber hinaus liegt die Leitung der 2009 gegründeten dezernatsübergreifenden Projektgruppe Möckern/Vehlitz in den Händen des Dezernatsleiters des Dezernates 17. Aufgabe dieser Projektgruppe ist es, die Gefahrenabwehrmaßnahmen in diesen beiden Tontagebauen zu organisieren. Hierbei wird die Projektgruppe seit 2010 auf Grundlage eines Amtshilfeersuchens maßgeblich von der Landesanstalt für Altlastenfreistellung des Landes Sachsen-Anhalt unterstützt.

Abb. 16 Die im Bau befindliche Pyrolyseanlage (ecoloop) im Kalkwerk Kaltes Tal (Elbingerode/Harz, Aufnahme 01. März 2012).

2.1.7.1 Planfeststellungsverfahren

Der Schwerpunkt im Arbeitsbereich Planfeststellungsverfahren lag im Berichtszeitraum bei dem Planfeststellungsverfahren zur Erweiterung des Industriekraftwerkes Amsdorf um den Dampferzeuger 6, das im Juli 2009 mit Planfeststellungsbeschluss abgeschlossen werden konnte, sowie bei dem Planfeststellungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb einer Pyrolyseanlage am Standort Kalkwerk Kaltes Tal (Abb. 16). Dieses Verfahren wurde Anfang 2012 ebenfalls mit Planfeststellungsbeschluss abgeschlossen. Darüber hinaus ergingen im Zeitraum 2007 bis 2011 für neun Steine und Erden - Vorhaben (alle Lockergestein) Planfeststellungsbeschlüsse. Neben diesen o.g. Verfahren wurden parallel zahlreiche weitere Verfahren für Änderungen bereits planfestgestellter Vorhaben geführt und abgeschlossen.

Im Weiteren wurden im Berichtszeitraum zwei Planfeststellungsbeschlüsse aufgehoben (§ 77 VwVfG) und vier Planfeststellungsverfahren auf Antrag bzw. von Amts wegen eingestellt. Infolge der 2005 erfolgten Erweiterung des Katalogs UVP-pflichtiger Vorhaben in der UVP-V Bergbau hat die sog. Vorprüfung des Einzelfalls nach § 3c UVPG an Bedeutung gewonnen. Im Berichtszeitraum erfolgte für sechs Vorhaben, beispielsweise für Soleleitungen und gastechnische Feldleitungen, eine derartige Prüfung, in deren Ergebnis jedoch die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung nich erforderlich war.

2.1.7.2 Förmliche Verfahren nach sonstigen umweltrechtlichen Vorschriften

Darunter fallen z.B. förmliche Verfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz und dem Wasserhaushaltsgesetz bzw. dem Wassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt. Danach waren im Berichtszeitraum zwei förmliche Verfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz anhängig. Es handelt sich zum Einen um das Verfahren zur Genehmigung nach § 4 BImSchG für die Errichtung und den Betrieb eines neuen GGR-Kalkbrennofens im Kalkwerk Kaltes Tal der Fels-Werke GmbH und zum Anderen um das Verfahren für die Erteilung einer Genehmigung nach § 16 Abs. 1 BImSchG zur wesentlichen Änderung der von der GTS am Standort Teutschenthal betriebenen Anlage zum Umschlagen, Lagern und Behandeln von Abfällen (Ausgangsbescheid nach dem BImSchG vom 22.09.2004). Die wesentliche Änderung besteht hierbei insbesondere darin, dass die bereits gebaute sog. Dickstoffversatzanlage in den Regelbetrieb gehen und eine Anlage zum Mischen und Kühlen von temperaturungeeigneten Stoffen errichtet und betrieben werden soll. Beide Verfahren richten sich nach den Vorschriften für ein förmliches Verfahren (§ 10 BImSchG) und wurden im Rahmen der Anhörung öffentlich bekannt gemacht. Die Verfahren wurden 2010 (Kaltes Tal) bzw. 2008 (Teutschenthal) zum Abschluss gebracht.

Neben förmlichen Verfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz wurde im Berichtszeitraum auch ein förmliches Verfahren nach dem Wasserrecht (hier Plangenehmigungsverfahren) geführt, und zwar für das Vorhaben der Solvay Chemicals GmbH Bernburg zur Errichtung und zum Betrieb einer Rohrleitungsanlage zum Transport wassergefährdender Stoffe (Soleleitung Bernburg). Nach Durchführung einer allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls gem. § 3c UVPG konnte das Verfahren im September 2007 mit der Erteilung der Plangenehmigung nach § 158 WG LSA abgeschlossen werden.

2.1.7.3 Grundabtretungsverfahren

Im Berichtszeitraum wurden sieben Grundabtretungsverfahren mit Grundabtretungsbeschluss abgeschlossen. Für fünf der Verfahren erging eine Ausführungsanordnung. Hauptschwerpunkt bildete dabei zweifellos das Grundabtretungsverfahren bzgl. zweier im nordwestlichen Tagebauvorfeld des Braunkohletagebaus Amsdorf gelegenen Flurstücke, die zum Teil bebaut sind. Im Übrigen konnten sechs Grundabtretungsverfahren nach einer gütlichen Einigung zwischen Antragstellerin und Grundstückseigentümer eingestellt werden. In einem weiteren Verfahren wurde ein Entschädigungsfestsetzungsbeschluss erteilt.

2.1.7.4 Feldes- und Förderabgabe

Feldes- und Förderabgaben wurden in Sachsen-Anhalt seit 01.01.2002 durch die Befreiung nach § 15 FörderA-VO für den Zeitraum bis 31.12.2012 nicht erhoben. Die Tätigkeit konzentrierte sich – da die Überprüfung der feldesabgabepflichtigen Betriebe bereits 2004 abgeschlossen wurde – somit weiterhin auf die Überprüfung der im Rahmen der Entrichtung der Förderabgabe bis Ende 2001 angefallenen Unterlagen. Hierbei wurden zahlreiche bisher nicht abgeschlossene Vorgänge abgearbeitet. Die Prüfung der Förderabgabeakten kam damit in 2007 im Wesentlichen zum Abschluss. Offen bleiben verschiede Vorgänge infolge Unternehmensinsolvenzen, anhängigen Klageverfahren und einer Vielzahl gestellter Stundungs-, Erlass- bzw. Niederschlagungsanträge. In einem weiteren Schritt konnte inzwischen auch die Überprüfung der erforderlichen Zahlungseingänge abgeschlossen werden.

2.1.7.5 Bergbauliche Statistik

Durch Zusammenführung der Steine- und Erden-Datenbank mit der Förderstatistik-Datenbank (Einführung Cardo-System für Bergbaudaten) konnte 2007 eine gewisse Erleichterung erzielt werden, da diverse Adressredundanzen bzw. -abweichungen entfielen und die zur Ermittlung der für die Zusammenstellung der Bundesstatistik erforderlichen Abfragen nunmehr anwenderfreundlicher organisiert sind (Kap. 2.2). Die bereits 2006 erfolgte Bereitstellung der entsprechenden Meldeformulare auf der Homepage des LAGB wurde durch die meldepflichtigen Betriebe angenommen. Der Aufwand zum Versenden derartiger Formulare entfiel damit nahezu. Gleichwohl war es auch in allen Jahren des Berichtszeitraumes erforderlich, fehlende Meldungen mit erheblichem Aufwand mittels Mahnung, ggf. auch Mehrfachmahnung der meldepflichtigen Unternehmen bzw. auch durch telefonische Nachfragen einzuholen. Denn nach wie vor kommt eine Vielzahl von Unternehmen, hier insbesondere im Steine- und Erden-Bereich, ihren Berichtspflichten nicht oder nur unvollständig nach.

Neben den Angaben zur Förderung und Belegschaftsstärke sowie Flächeninanspruchnahme (s. Kap. 3.1) wurden im Dezernat auch Angaben zur Unfallstatistik verarbeitet und ausgewertet, hier insbesondere

- Anzahl der Unfälle,
- Informationen zum Unfallhergang,
- zur Schwere des Unfalls und nicht zuletzt
- zur Art und Schwere der Verletzung.

2.1.7.6 Projektgruppe Möckern/Vehlitz

Schwerpunkt der Tätigkeit des Dezernatsleiters bildete die Leitung der Projektgruppe Möckern/Vehlitz, die einzig zum Zweck der Organisation der Gefahrenabwehrmaßnahmen die Tontagebaue Möckern und Vehlitz betreffend gegründet wurde, nachdem das Bergbauunternehmen zum Jahreswechsel 2008/2009 in Insolvenz geraten war.

Die Gefahrenabwehrmaßnahmen waren erforderlich, da in die Tontagebaue Abfälle mit einem hohen Anteil or-

Abb. 17 Bürgerinformation in Vehlitz.

ganischen Materials verbracht wurden und in der Folge Gefahren geotechnischer Natur auftraten. So waren z.B. diverse Böschungsbereiche in ihrer Standsicherheit akut gefährdet. Darüber hinaus bildeten sich durch den deponietypischen Verrottungsprozess Gase und Sickerwässer, die bei Austreten in die Biosphäre Umweltschutzgüter hätten gefährden können. Zur Gefahrenabwehr wurden daher ab 2009 zunächst die in ihrer Standsicherheit gefährdeten Böschungsbereiche in Möckern (Nordböschung des Abfallkörpers sowie Westböschung des offenen Tagebaus) und Vehlitz (Tagebausüd- und -ostböschung) gesichert und die bestehenden Gasfassungs- und -verbrennungsanlagen weiter betrieben bzw. in Vehlitz 2010/2011 ausgebaut. Zur Vermeidung von Sickerwasseraustritten wurde in Möckern 2010/2011 eine Dichtwand um den Abfallkörper errichtet und die Oberfläche des Abfallkörpers in einem ersten Schritt provisorisch profiliert, damit Niederschläge in die Vorflut abfließen und nicht in den Abfallkörper gelangen können. Parallel wurden die Maßnahmen durch ein breit angelegtes Monitoring begleitet, mit dem der Erfolg der Maßnahmen belegt werden soll. Neben Bodenluftmessungen wurden regelmäßig u.a. auch Grund- und Sickerwasserstände erfasst und die Gewässerqualitäten analysiert.

Es ist absehbar, dass die Gefahrenabwehrmaßnahmen einen Zeitraum von mehreren Jahren in Anspruch nehmen werden. Wegen der weiteren Einzelheiten sei an dieser Stelle auf die Veröffentlichungen diverser Vorträge auf der LAGB-Homepage verwiesen, die zur Information der Öffentlichkeit in Möckern und Vehlitz gehalten wurden (Abb. 17).

2.2 Statistische Übersicht der bergamtlichen Tätigkeiten im Berichtszeitraum 2007 bis 2011

2.2.1 Bergbauberechtigungen

2.2.1.1 Veränderungen an Bergbauberechtigungen

Verfahren	Entscheidungen				
	2007	2008	2009	2010	2011
Verlängerung von Bergbauberechtigungen nach § 16 BBergG	0	2	0	1	3
Widerruf nach § 18 Abs. 3 BBergG	0	0	0	2	2
Aufhebungen nach § 19 BBergG (Erlaubnis, Bewilligung)	3	3	5	3	8
Aufhebungen nach § 20 BBergG (Bergwerkseigentum)	1	2	0	0	0
Zustimmungen nach § 22 BBergG (Übertragung ERL, BEW)	4	3	6	2	1
Genehmigung nach § 23 BBergG (Veräußerung BWE)	3	1	3	2	2
Teilung nach § 26, 28 BBergG	1	1	2	2	0
Genehmigung der Vereinigung nach § 26 BBergG	0	1	0	2	1
Klagen gegen Bergbauberechtigungen	0	1	0	0	1

2.2.1.2 Bestand an Bergbauberechtigungen

2.2.1.2.1 Bergbauberechtigungen in den Jahren 2007, 2008 und 2009

Bodenschatz	Erlaubnisse			Bewilligungen			Bergwerks-eigentume			Alte Rechte			Summe		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Lockergestein				112	88	88	89	94	94	15	10	10	**216**	**192**	**192**
Ton				15	15	15	38	32	32				**53**	**47**	**47**
Hartgestein				30	24	27	19	19	19				**49**	**43**	**46**
Kalkstein				8	7	6	17	17	17				**25**	**24**	**23**
Braunkohle	1	1	1	13	16	16	16	17	17			1	**30**	**34**	**35**
Salze/Sole/UGS	1		1	12	12	13	22	17	19				**35**	**29**	**33**
Erz / Spat	1	1	1	1	1	1	2	2	2				**4**	**4**	**4**
Erdöl/Erdgas							4	4	4	1			**5**	**4**	**4**
Geothermie															
Sonstige															
Gesamt	**3**	**2**	**3**	**191**	**163**	**166**	**207**	**202**	**204**	**16**	**10**	**11**	**417**	**377**	**384**

2.2.1.2.2 Bergbauberechtigungen in den Jahren 2010 und 2011

Bodenschatz	Erlaubnisse		Bewilligungen		Bergwerks-eigentume		Alte Rechte		Summe	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Lockergestein			90	90	94	94	10	10	**194**	**194**
Ton			14	14	32	32			**46**	**46**
Hartgestein			25	25	19	19			**44**	**44**
Kalkstein			6	7	17	17			**23**	**24**
Braunkohle	1	1	17	17	17	17			**35**	**35**
Salze/Sole/UGS	2		13	13	23	23			**38**	**36**
Erz / Spat	1	1	1	1	2	2			**4**	**4**
Erdöl/Erdgas	1	1			4	4			**5**	**5**
Goethermie	1	1								**1**
Sonstige										
Gesamt	**5***	**4**	**166**	**167**	**208**	**208**	**10**	**10**	**389**	**389**

* Erlaubnis für Sole und Geothermie erteilt

2.2.1.3 Sonstige Verfahren aus dem Bereich des Berechtsamswesens/Markscheidewesens

Verfahren	Anzahl				
	2007	2008	2009	2010	2011
Amtliche Probenahmen (§ 3 Abs. 4 BBergG)	4	3	2	3	2
Feststellungen nach § 3 Abs. 4 BBergG	5	3	6	4	3
Feststellungen nach § 3 Abs. 4 BBergG / lfd. Verfahren	4	4	1	3	3
Auskünfte in Berechtsamsangelegenheiten	38	10	4	19	16
Stellungnahmen zu Abbauanträgen beim Landkreis	0	3	1	5	4
Anordnungen gemäß § 2 Abs. 2 BodSchAG LSA	0	0	0	0	0

2.2.1.4 Bestand an Risswerken

Bezeichnung	Anzahl der Risswerke / Blattanzahl				
	2007	2008	2009	2010	2011
Risswerke nach § 63 BBergG	328 / 6550	323 / 6510	319 / 6460	316 / 6450	311 / 6420
Berechtsamskarten	2 / 231	2 / 231	2 / 231	2 / 231	2 / 231
Übersichtskarten	2 / 19	2 / 19	2 / 19	2 / 19	2 / 19
Übersichtskarte	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2
Orthophotos (analog/digital)	1 / 249	1 / 249	1 / 249	1 / 249	1 / 249
Summe	**335 / 7051**	**330 / 7011**	**326 / 6961**	**323 / 6951**	**318 / 6921**

2.2.2 Betriebsaufsicht/Betriebsplanverfahren/Besondere Verfahrensarten

2.2.2.1 Betriebe unter Bergaufsicht 2007 bis 2011

Art/Bodenschatz	Anzahl
Steine- und Erden-Betriebe in Gewinnung	143
davon: Lockergestein	99
Tone	14
Hartgesteine	15
Kalksteine	13
Sonstige (Kieselgur, Gips/Anhydrit, Torf)	2
Steine und Erden - Betriebe in Aufsuchung, Unterbrechung oder Einstellung	52
Braunkohlentagebaue	12
Braunkohlenveredlungsbetriebe	11
Braunkohlengrubenkraftwerke	4
Kalisalz	1
Steinsalz	2
Endlager für radioaktive Abfälle (ERAM)	1
Versatzbergwerke	2
Versatzmaterialherstellung	1
Untertagedeponie (UTD)	1
Haldenrückgewinnung	3
Tiefbaubetriebe in Einstellung	5
Besucherbergwerke	5
Besucherhöhlen	3
Erdgasförderung	1
Solegewinnung	8
davon: Betriebe zur Aussolung von Kavernen	5 (27 Kavernen in Solung)
Betriebe zur Nutzung der Sole für balneologische Zwecke (Kurbetriebe)	3
Geothermie	
Untergrundspeicher	8
davon: Kavernenspeicher für Erdgas	5 (54 Kavernen)
Bergwerksspeicher für Erdgas	1
Porenspeicher für Erdgas	1
Kavernenspeicher für Produkte	2 (5 Kavernen)
Summe	**263**

2.2.2.2 Betriebsbefahrungen

Jahr	in Tagebauen	über Tage/ inkl. Bef. Altbergbau	unter Tage	Summe
2007	237	396	127	**760**
2008	205	520	156	**881**
2009	232	505	161	**898**
2010	350	667	148	**1165**
2011	348	655	143	**1146**

2.2.2.3 Betriebsplanzulassungen incl. Änderungen, Ergänzungen und Verlängerungen

2.2.2.3.1 Betriebsplanzulassungen 2007

Bodenschatz	HBP[1]-Aufs.	HBP-Gew.	fakult. RBP[2]	obligat. RBP	SBP[3]	ABP[4]	Summe
Lockergestein	k.A.	k.A.	k.A.	3	k.A.	k.A.	**3**
Ton/Kaolin	k.A.	k.A.	k.A.	0	k.A.	k.A.	**0**
Hartgestein	k.A.	k.A.	k.A.	0	k.A.	k.A.	**0**
Kalkstein	k.A.	k.A.	k.A.	0	k.A.	k.A.	**0**
Kieselgur	k.A.	k.A.	k.A.	0	k.A.	k.A.	**0**
Torf	k.A.	k.A.	k.A.	0	k.A.	k.A.	**0**
Gips/Anhydrit	k.A.	k.A.	k.A.	0	k.A.	k.A.	**0**
Braunkohle	1	3	0	0	9	18	**31**
Kalisalz	0	1	0	0	14	0	**15**
Steinsalz	0	2	0	0	5	0	**7**
ERAM	0	0	0	0	10	0	**10**
Versatz/UTD	0	1	0	0	4	1	**6**
Haldenrückbau	0	2	0	0	0	0	**2**
Tiefbau in Einstellung	0	0	0	0	0	3	**3**
Besucherbergwerke	0	1	0	0	0	0	**1**
Besucherhöhlen	0	2	0	0	0	0	**2**
Bohrlochbergbau	0	14	1	0	66	33	**114**
Summe	**1**	**26**	**1**	**3**	**108**	**55**	**194**

[1] HBP = Hauptbetriebsplan
[2] RBP = Rahmenbetriebsplan
[3] SBP = Sonderbetriebsplan
[4] ABP = Abschlussbetriebsplan

2.2.2.3.2 Betriebsplanzulassungen 2008

Bodenschatz	HBP-Aufs.	HBP-Gew.	fakult. RBP	obligat. RBP	SBP	ABP	Summe
Lockergestein	0	38	0	7	13	1	**59**
Ton/Kaolin	0	8	0	0	0	0	**8**
Hartgestein	0	11	1	0	4	0	**16**
Kalkstein	0	4	2	0	3	0	**9**
Kieselgur	0	0	0	0	0	0	**0**
Torf	0	0	0	0	0	0	**0**
Gips/Anhydrit	0	0	0	0	0	0	**0**
Braunkohle	0	4	0	1	12	18	**35**
Kalisalz	1	0	0	1	13	2	**17**
Steinsalz	4	0	0	0	2	0	**6**
ERAM	2	0	0	0	4	0	**6**
Versatz/UTD	4	0	0	0	4	2	**10**
Haldenrückbau	4	0	0	0	0	2	**6**
Tiefbau in Einstellung	0	0	0	0	2	6	**8**
Besucherbergwerke	1	0	0	0	1	0	**2**
Besucherhöhlen	1	0	0	0	0	0	**1**
Bohrlochbergbau	0	19	0	0	57	30	**106**
Versatz im BL-Bergbau	0	3	0	0	6	0	**9**
Summe	**17**	**87**	**3**	**9**	**121**	**61**	**298**

2.2.2.3.3 Betriebsplanzulassungen 2009

Bodenschatz	HBP-Aufs.	HBP-Gew.	fakult. RBP	obligat. RBP	SBP	ABP	Summe
Lockergestein	0	41	6	9	15	2	**73**
Ton/Kaolin	0	4	0	0	0	0	**4**
Hartgestein	0	5	0	0	3	1	**9**
Kalkstein	0	8	0	0	2	0	**10**
Kieselgur	0	0	0	0	0	0	**0**
Torf	0	1	0	0	0	0	**1**
Gips/Anhydrit	0	0	0	0	0	0	**0**
Braunkohle	0	3	0	1	4	10	**18**
Kalisalz	1	0	0	0	13	0	**14**
Steinsalz	2	0	0	0	5	0	**7**
ERAM	0	0	0	0	15	0	**15**
Versatz/UTD	1	0	0	0	5	0	**6**
Haldenrückbau	0	0	0	0	0	0	**0**
Tiefbau in Einstellung	0	0	0	0	2	1	**3**
Besucherbergwerke	2	0	0	0	1	0	**3**
Besucherhöhlen	1	0	0	0	0	0	**1**
Bohrlochbergbau	0	25	0	0	69	29	**123**
Versatz im BL-Bergbau	0	1	0	0	1	0	**2**
Summe	**7**	**88**	**6**	**10**	**135**	**43**	**289**

2.2.2.3.4 Betriebsplanzulassungen 2010

Bodenschatz	HBP-Aufs.	HBP-Gew.	fakult. RBP	obligat. RBP	SBP	ABP	Summe
Lockergestein	0	28	3	3	8	0	**42**
Ton/Kaolin	0	4	0	0	0	0	**4**
Hartgestein	0	8	0	0	4	0	**12**
Kalkstein	0	2	1	0	3	0	**6**
Kieselgur	0	1	0	0	0	0	**1**
Torf	0	0	0	0	0	0	**0**
Gips/Anhydrit	0	0	0	0	0	0	**0**
Braunkohle	0	8	0	5	7	23	**43**
Kalisalz	1	0	0	0	16	0	**17**
Steinsalz	4	0	0	0	10	0	**14**
ERAM	2	0	0	0	18	0	**20**
Versatz/UTD	4	0	0	0	5	0	**9**
Haldenrückbau	0	0	0	0	0	0	**0**
Tiefbau in Einstellung	0	0	0	0	0	2	**2**
Besucherbergwerke	3	0	0	0	1	0	**4**
Besucherhöhlen	0	0	0	0	0	0	**0**
Bohrlochbergbau	0	31	0	0	43	0	**74**
Versatz im BL-Bergbau	0	0	0	0	4	0	**4**
Summe	**14**	**82**	**4**	**8**	**119**	**25**	**252**

2.2.2.3.5 Betriebsplanzulassungen 2011

Bodenschatz	HBP-Aufs.	HBP-Gew.	fakult. RBP	obligat. RBP	SBP	ABP	Summe
Lockergestein	0	19	0	11	11	1	**42**
Ton/Kaolin	0	2	0	0	0	0	**2**
Hartgestein	0	3	0	0	3	0	**6**
Kalkstein	0	6	2	0	5	0	**13**
Kieselgur	0	0	0	0	0	0	**0**
Torf	0	0	0	0	0	0	**0**
Gips/Anhydrit	0	0	0	0	0	0	**0**
Braunkohle	0	4	0	0	3	13	**20**
Kalisalz	1	0	0	0	11	0	**12**
Steinsalz	2	0	0	0	4	0	**6**
ERAM	0	0	0	0	12	0	**12**
Versatz/UTD	1	0	0	0	6	0	**7**
Haldenrückbau	0	0	0	0	0	0	**0**
Tiefbau in Einstellung	0	0	0	0	1	3	**4**
Besucherbergwerke	1	0	0	0	1	0	**2**
Besucherhöhlen	1	0	0	0	0	0	**1**
Bohrlochbergbau	1	38	0	0	50	21	**110**
Versatz im BL-Bergbau	0	0	0	0	4	0	**4**
Summe	**7**	**72**	**2**	**11**	**111**	**38**	**241**

2.2.2.4 Planfeststellungsverfahren (PFV)

Art der Entscheidungen	2007	2008	2009	2010	2011
Verfahrenseinstellungen	0	0	0	0	4
Planfeststellungsbeschlüsse	3	2	4	1	0
Vorprüfung des Einzelfalls (§ 3c UVPG)	1	0	0	1	2
Zulassungen vorzeitiger Beginn (§ 57b BBergG)	0	5	3	1	0
Planänderungen/Planergänzungen (§ 76 VwVfG)	1	6	6	7	6
Aufhebungen (§ 77 VwVfG)	0	1	0	0	0
Außerkrafttreten (§ 75 Abs. 4 VwVfG)	1	0	0	1	1
Summe	**6**	**14**	**13**	**11**	**13**

2.2.2.5 Grundabtretungsverfahren (GAV)

Art der Entscheidungen	2007	2008	2009	2010	2011
Verfahrenseinstellungen	2	2	0	0	2
Vorzeitige Besitzeinweisungen (§§ 97ff BBergG)	0	0	0	0	0
Grundabtretungsbeschlüsse (§§ 77ff BBergG)	3	3	1	0	1
Ausführungsanordnungen (§ 92 BBergG)	0	3	1	0	1
Summe	**5**	**8**	**2**	**0**	**4**

2.2.2.6 Feldes- und Förderabgabe

Feldes- und Förderabgabe wurde in Sachsen-Anhalt im Berichtszeitraum nicht erhoben. Die Tätigkeit konzentriert sich daher auf die Überprüfung der im Rahmen der Entrichtung der Feldes- und Förderabgabe bis Ende 2001 angefallenen Unterlagen hinsichtlich Festsetzung und Zahlungseingänge.
Die Überprüfung der Unterlagen konnte hierbei 2007 abgeschlossen werden.

2.2.2.7 Sonstige Entscheidungen

Art der Entscheidung	2007	2008	2009	2010	2011
Anzeigen nach § 50 BBergG	k. A.	168	161	174	137
Befreiung von Betriebsplanpflicht, § 51(3) 3 BBergG	0	0	0	0	2
Genehmigungen nach GesBergV	3	22	12	91	8
Ausnahmegenehmigung nach ArbZG vom Verbot der Sonntagsarbeit	32	33	32	26	40
Befähigungsscheine nach § 20 SprengG	7	18	19	17	13
Erlaubnisse nach § 7 SprengG	0	1	3	1	2
Unbedenklichkeitsbescheinigung, § 37 1. SprengV	111	77	78	71	65
Auskunftsersuchen	0	6	3	2	5
Anzeigen nach § 14 SprengG	2	1	1	1	1
Sprengberechtigungen für Untertage	102	58	46	40	49
Einvernehmen nach § 36 SprengG	2	1	2	2	0
Prüfung und Abnahme von Seilfahrtsanlagen	5	8	9	10	8
Genehmigung von Schachtförderanlagen, § 4 BVOS	3	4	2	4	2
Wasserrechtliche Erlaubnisse	14	19	13	20	25
Anzeigen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nach VAwS LSA	0	9	17	13	10
Plangenehmigung nach § 158 WG LSA	1	0	1	0	0
Naturschutzrechtliche Eingriffsgenehmigungen		4	3	5	4
Anzeigen nach § 15 BImSchG	7	10	4	9	15
Genehmigung nach § 4/19 BImSchG	0	5	2	6	0
Vorzeitiger Beginn, § 8a BImSchG	0	0	1	1	0
Wesentliche Änderungen, § 16 BImSchG	2	1	1	3	2
Änderungen gemäß § 16 (4) BImSchG	4	1	0	2	3
Ausnahmegenehmigung, § 12 13. BImSchV	0	0	0	0	0
Genehmigung von Monitoringkonzepten TEHG	0	0	4	0	15
Prüfung Emissionsberichte § 5 Abs. 4 TEHG	0	0	0	0	15
Anzeigen/Genehmigungen nach StrlSchV/RöV	8	10	15	29	47
Dichtheitsprüfung umschlossener Strahler	0	7	7	5	6
Anzahl geprüfter Strahler	0	118	80	78	81
Gammaradiografieanzeigen	16	13	38	19	16
Entsorgungsnachweise nach § 5 NachwV	50	33	42	16	60
Bergrechtliche Zulassung für Versatz – BZV (Aurec BBG)	31	51	0	0	0
EVN im privilegierten Verfahren (UTD Zielitz)	50	49	31	17	72
Notifizierung nach Art. 6 ff EG AbfallverbringungsVO	30	27	21	23	26
Anzeigen nach § 31 (4) KrW-/AbfG	1	5	2	5	3
Entscheidungen nach § 5 Gashochdruckleitungsverordnung	5	7	9	5	10
Anordnungen nach BodSchAG LSA	1	0	0	2	5
Anerkennung von Sachverständigen	0	1	3	3	4
Anträge nach UIG und IZG	0	0	0	1	4
Summe	**487**	**767**	**662**	**701**	**755**

2.2.2.8 Widersprüche/Verwaltungsstreitverfahren/Anordnungen/Ordnungswidrigkeitsverfahren

Art der Entscheidung	2007	2008	2009	2010	2011
Widersprüche	k. A.	5	6	8	11
Verwaltungsstreitverfahren	k. A.	48	41	30	36
Anordnungen	k. A.	0	2	2	2
Ordnungswidrigkeitsverfahren	k. A.	24	20	15	12
Strafverfahren	k. A.	9	16	24	22

2.2.3 Altbergbau

2.2.3.1 Bergbauliche Stellungnahmen

Verfahren	Anzahl				
	2007	2008	2009	2010	2011
Bergbauliche Stellungnahmen (Bauvorhaben, Bergschäden, Tagesbrüche, Halden und Restlöcher)	175	312	348	327	335
Geologisch-bergbauliche Stellungnahmen (Leitungen aller Art, Bauvorhaben, Windenergie, Bahnbau, Autobahnbau)	171	189	254	205	227
Ingenieurgeologisch-bergbauliche Stellungnahmen (Bauvorhaben, Gutachten, Zwangsversteigerungen)	250	199	295	242	250
Stellungnahmen zu raumordnerischen Belangen (REP/ TEP, LSG/NSG, FNP, V.-E.Pl., Dorferneuerung, Bahnbau, Straßenbau)	703	483	480	467	452
Löschung von Dienstbarkeiten	15	5	8	1	6
Summe	**1314**	**1188**	**1385**	**1242**	**1270**

2.2.3.2 Bestand an Rissen und Karten des Altbergbaus (2007 bis 2011)

Art	Anzahl
Anzahl Rissplatten/Rollrisse/Karten	8586
Mutungskarten	105
Geologische Übersichtskarten	376
Bohrkarten Prätertiär	58
Beeinflussungsbereiche Altbergbau – Tief- und Tagebau	183
Beeinflussungsbereiche Altbergbau – Halden u. Restlöcher	15
Summe	**9323**

Haldenrückbau bei Badeleben/Sommerschenburg. Hier werden Eisenerzkonzentrate der ehemaligen Tagebaue als Zuschlagstoff für die Zementindustrie gewonnen.

2.2.4 Unfallgeschehen
2.2.4.1 Meldepflichtige Arbeits- und Wegeunfälle

	Bergbauunternehmen					Subunternehmen				
	Arbeitsunfälle/Wegeunfälle					Arbeitsunfälle/Wegeunfälle				
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
Steine- und Erden-Bergbau	k. A.	29/0	31/0	35/0	31/4	k. A.	4/0	0/0	5/0	2/0
Braunkohlen-bergbau	6/1	2/0	3/0	11/0	6/3	4/0	6/0	0/0	6/0	3/0
Salzbergbau	22/10	14/0	13/12	16/8	16/7	4/0	3/0	8/0	4/0	5/0
Erdöl-Erdgas-Bergbau	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	1/0	0/0	0/0	0/0
Versatz-bergbau	s. Salz bergb.	6/0	6/0	1/0	s. Salz bergb.	s. Salz bergb.	0/0	0/0	0/0	s. Salz bergb.
Besucher-bergwerke	s. Salz bergb.	0/0	0/0	0/0	s. Salz bergb.	s. Salz bergb.	0/0	0/0	0/0	s. Salz bergb.

Der Wallendorfer See und sein rekultiviertes Umfeld entstanden im Zuge der Sanierung des Braunkohlentagebaus Merseburg-Ost. Hier finden zahlreiche Wasservögel optimale Lebensbedingungen. Im Hintergrund das Braunkohlenkraftwerk Schkopau.

2.2.4.2 Unfalluntersuchungen

	2007	2008	2009	2010	2011
Steine- und Erdenbergbau	k. A.	0	0	1	0
Braunkohlenbergbau	0	2	1	3	0
Salzbergbau, Versatz, Bohrlochbergbau, Besucherbergwerke	1	4	4	5	4

Inspektion der modernen Grubenwasser-Reinigungsanlage im Uhlenbachtal bei Siptenfelde (Unterharz).

3. Gewinnung von Steine- und Erden-Bodenschätzen und Industriemineralen in Sachsen-Anhalt

Klaus Stedingk, Regine Präger & Grit Balzer unter Mitarbeit von Ulf Desselberger und Norbert Rudolph[1]

Die regionale Verbreitung von Steine- und Erden-Rohstoffen stellt in Sachsen-Anhalt einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor dar. Hierbei bilden die Gewinnung von Kies und Sand, Hartgestein (gebrochener Naturstein) und Kalkstein sowie Tonen und Quarzsanden die Basis für eine leistungsfähige Industrie (insbesondere Bau- und Glasindustrie sowie Keramik). Die derzeitige und künftige Verfügbarkeit von Rohstoffen ist zugleich eine unverzichtbare Voraussetzung für die weitere industrielle Entwicklung sowie den Ausbau der Infrastruktur in unserem Bundesland (Stedingk et al. 1998, 2002, 2005, 2008).
Im Jahr 2011 erreichte die Förderung von Steine- und Erden-Rohstoffen rund 40,46 Mio. t. Dies bedeutet einen Spitzenplatz in den östlichen Bundesländern. Der stabile Bedarf an hochqualitativen Steine- und Erden-Rohstoffen in Sachsen-Anhalt wird auch an der jährlichen pro-Kopf-Erzeugung von etwa 17,5 t über den Berichtszeitraum 2008-2011 deutlich.

Eine Übersicht der landesweiten Steine- und Erden-Rohstoffpotenziale vermittelt Abb. 1.

3.1 Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen (Genehmigungen, Datenerhebung, Förderstatistik, Flächenbilanz)

3.1.1 Bergbauobjekte der Steine- und Erdenindustrie

Im Berichtszeitraum hat sich der Bestand an Objekten des Steine- und Erdenbergbaus in Sachsen-Anhalt gegenüber den vorangegangenen Jahren nur unwesentlich verändert. Mit Stand vom 01.10.2012 sind 338 Objekte des Steine- und Erdenbergbaus im LAGB erfasst, von denen 224 der Bergaufsicht unterliegen und 114 in die Zuständigkeit der Landkreise fallen (Tab. 1 und Abb. 3). Bei der Erhebung wurden alle Objekte mit dem Betriebsstatus „Gewinnung“, „Unterbrechung“, „in Liquidation“ oder „Vorhaben“ berücksichtigt. Bereits eingestellte Objekte sind aktuell nicht erfasst. Es muss darauf hingewiesen werden, dass der Betriebsstatus „Gewinnung“ sich auf alle zugelassenen Gewinnungsstellen be-

Tab. 1 Objekte des Steine- und Erdenbergbaus in Sachsen-Anhalt (Stand: 01.10.2012).

Betriebsstatus	Rohstoff	Bergrecht	Grundeigentümer (GE)	gesamt
Gewinnung*	Kies/Sand/Quarzsand	96	97	193
	Hartgestein (gebrochener Naturstein)/Naturwerkstein	14	4	18
	Ton/Kaolin	14	2	16
	Kalkstein	12	0	12
	Sonstige (Torf/Kieselgur)	2	0	2
	gesamt	**138**	**103**	**241**
Vorhaben	gesamt	56	6	62
Unterbrechung	gesamt	23	5	28
in Liquidation	gesamt	7	0	7
	Summe	**224**	**114**	**338**

* Gewinnung = zugelassene Gewinnungsstelle, unabhängig davon, ob Förderung stattfindet oder nicht.

1 Dr. Klaus Stedingk, Dipl.-Geoln. Regine Präger, Dipl.-Geoln. Grit Balzer, Dipl.-Ing. Ulf Desselberger, Norbert Rudolph, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

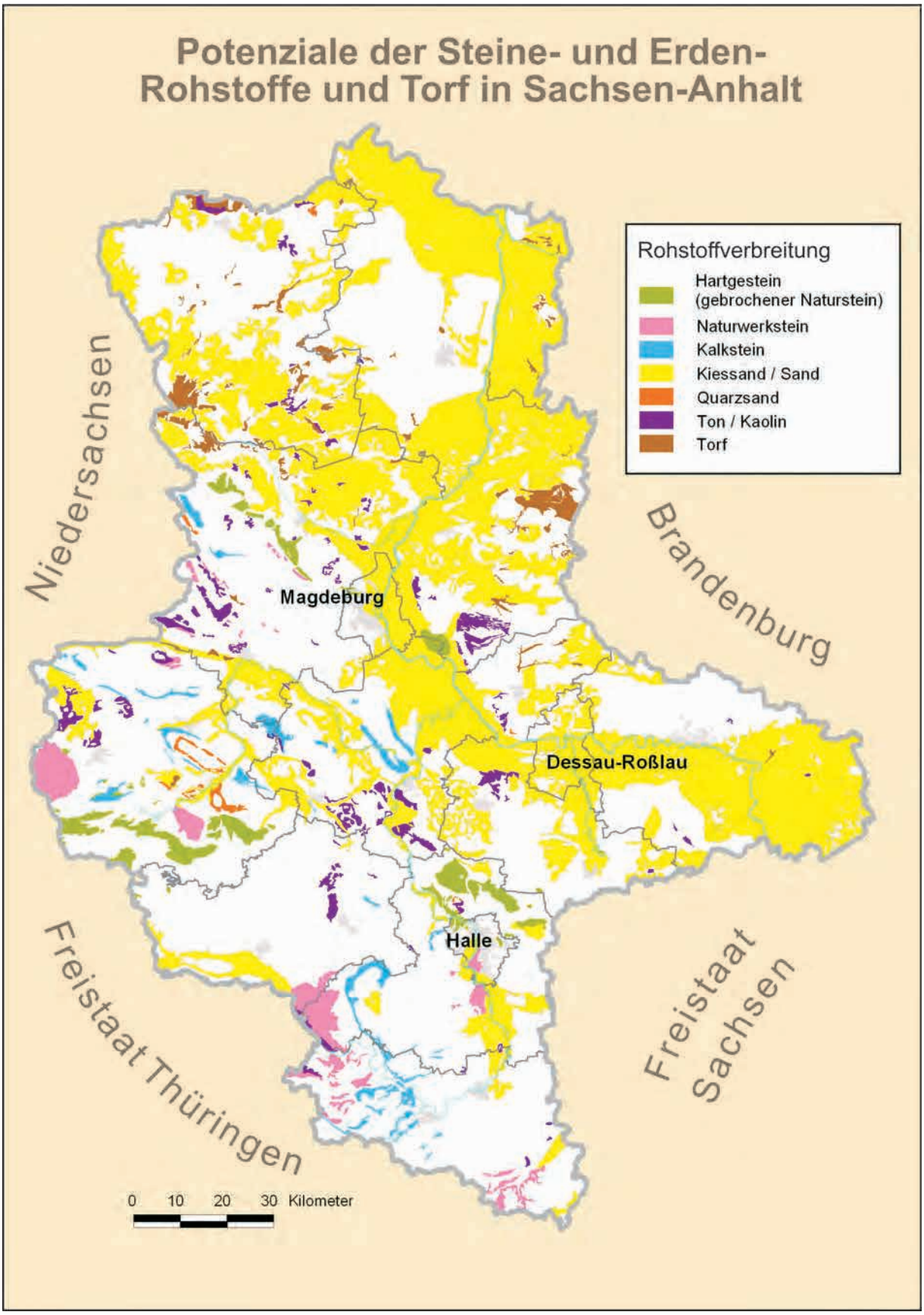


Abb. 1 Potenzialkarte der Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt (Hauptverbreitungsgebiete der Rohstoffgruppen). Aus dem Kartenbild wird ersichtlich, dass im nordöstlichen Teil Sachsen-Anhalts großflächig eiszeitliche Kiessande/Sande auftreten. Der Südwestteil unseres Bundeslandes ist durch die oberflächennahe Verbreitung vorwiegend mesozoischer Festgesteine gekennzeichnet.

zieht, unabhängig davon, ob tatsächlich eine Förderung stattfindet oder nicht. Darunter fallen auch:

- Objekte, die einen zugelassenen Hauptbetriebsplan bzw. eine Abbaugenehmigung vom Landkreis besitzen, aber mit dem Abbau noch nicht begonnen haben und
- Gewinnungsstellen, die die Förderung zwar bereits eingestellt haben, aber deren Zulassung im Zuge der Rekultivierung noch gültig ist.

Mit 241 zugelassenen Gewinnungsstellen im Jahr 2012 (Tab. 1) hat sich deren Anzahl gegenüber 2008 (264) um fast 10 % verringert. Deutlich änderte sich auch die prozentuale Verteilung auf die unterschiedlichen Rechtsformen. Wegen der Abnahme um 23 von unter Bergaufsicht stehenden Betrieben verringerte sich deren Anteil auf noch 57 %, während 43 % der zugelassenen Gewinnungsstellen unter die Zuständigkeit der Landkreise und kreisfreien Städte fielen.
In einigen Sonderfällen liegen innerhalb eines Gewinnungsbetriebes beide Rechtsformen vor. Das betrifft i.W. Kiessandabbaue, die nach der Rechtsangleichung im Jahre 1996 unter Bergaufsicht geblieben sind (Bergwerkseigentum, Bewilligungen). Für flächenhafte Erweiterungen dieser Betriebe sind seit 1996 die Kreisverwaltungen zuständig (s. Kap. 5.2). Es sei denn, der abzubauende Rohstoff wird als grundeigener Bodenschatz im Sinne des § 3 Abs.4 BBergG eingestuft. Tritt dieser Fall nicht ein, entstehen Gewinnungsbetriebe, die der Aufsicht verschiedener Behörden unterliegen. In der Statistik der Fördermengen erscheinen diese Betriebe nur einmal, da in der Praxis keine getrennte Erfassung der Fördermengen, bezogen auf die tatsächliche Abbaufläche erfolgt.

In einigen Betrieben sind diese gemischten Zuständigkeiten inzwischen wieder beendet, da die ehemals unter Bergrecht abgebauten Bereiche ausgekiest sind und hier z.T. die Bergaufsicht beendet wurde, während der aktuelle Abbau nur noch in den durch die Landkreise genehmigten Bereichen umgeht. Eine Änderung der rechtlichen Zuständigkeit einer Gewinnungsstelle kann auch durch das Auslaufen der Bergbauberechtigung und anschließender Neubeantragung der Abbaugenehmigung beim Landkreis erfolgen.

3.1.2 Datenerhebung, Förderstatistik

Gesicherte Daten zu Förderung und Verbrauch mineralischer Rohstoffe sind für die Analyse der Rohstoffsituation in Sachsen-Anhalt unverzichtbar. Hieraus leiten sich unmittelbare Erfordernisse der Wirtschaft (zuverlässige Versorgung der Gesellschaft mit Rohstoffen) und nicht zuletzt die Belange der landesplanerischen Rohstoffsicherung ab.

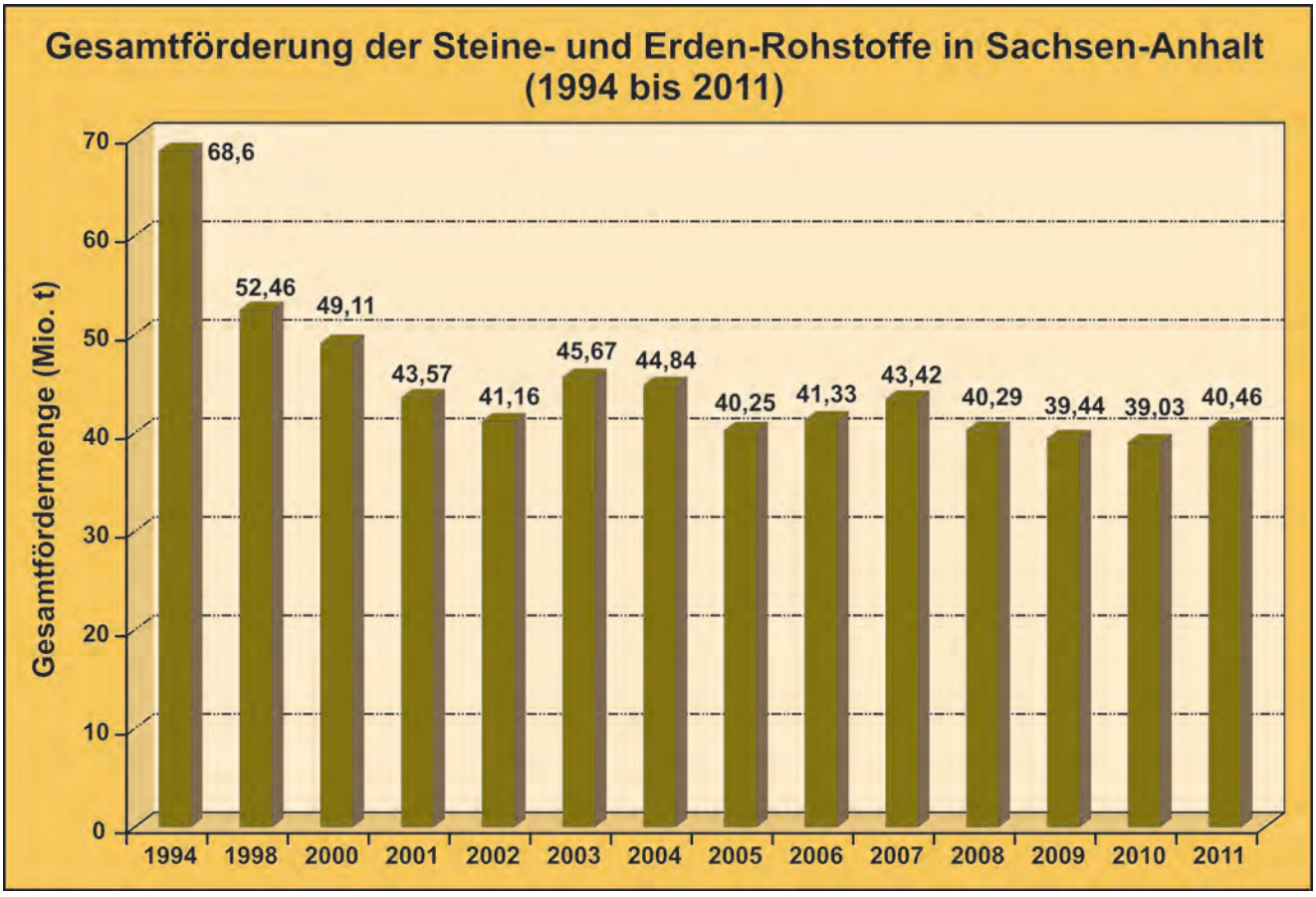


Abb. 2 Gesamtfördermenge der Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt von 1994-2011.

Tab. 2 Fördermengen der Steine- und Erden-Rohstoffe und Anzahl der produzierenden Gewinnungsstellen (GWS) in Sachsen-Anhalt 2008-2011.

Rohstoff	Zuständigkeit	2008			2009			2010			2011		
		zugelassene GWS		Förderung	zugelassene GWS		Förderung	zugelassene GWS		Förderung	zugelassene GWS		Förderung
		gesamt	mit Förderung	Mio. t	gesamt	mit Förderung	Mio. t	gesamt	mit Förderung	Mio. t	gesamt	mit Förderung	Mio. t
Kiessand / Sand	Bergaufsicht	102	74	12,18	102	74	12,02	96	70	11,51	93	69	12,98
	GE	100	78	2,04	99	74	2,34	98	79	2,97	101	80	1,96
	gesamt	**202**	**152**	**14,22**	**201**	**148**	**14,36**	**194**	**149**	**14,48**	**194**	**149**	**14,95**
Hartgestein (gebrochener Naturstein incl. Haldenrückbau)	Bergaufsicht	11	11	10,70	11	9	11,16	9	8	10,07	9	8	10,59
	GE	5	2	0,19	5	3	0,11	7	5	0,31	6	5	0,33
	gesamt	**16**	**13**	**10,88**	**16**	**12**	**11,28**	**16**	**13**	**10,38**	**15**	**13**	**10,93**
Kalkstein	Bergaufsicht	14	13	13,44	13	12	12,22	13	12	12,45	12	12	12,75
	GE	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
	gesamt	**14**	**13**	**13,44**	**13**	**12**	**12,22**	**13**	**12**	**12,45**	**12**	**12**	**12,75**
Quarzsand	Bergaufsicht	6	4	0,85	6	4	0,79	6	4	0,91	6	4	0,99
	GE	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
	gesamt	**6**	**4**	**0,85**	**6**	**4**	**0,79**	**6**	**4**	**0,91**	**6**	**4**	**0,99**
Ton / Kaolin	Bergaufsicht	16	9	0,77	15	10	0,69	14	10	0,69	14	11	0,79
	GE	2	2	0,13	2	2	0,10	2	2	0,09	2	2	0,07
	gesamt	**18**	**11**	**0,90**	**17**	**12**	**0,79**	**16**	**12**	**0,78**	**16**	**13**	**0,86**
Naturwerkstein	Bergaufsicht	6	1	0,0001	6	1	0,0019	6	2	0,0037	6	1	0,0011
	GE	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0,00
	gesamt	**7**	**1**	**0,0001**	**7**	**1**	**0,0019**	**7**	**2**	**0,0037**	**7**	**1**	**0,0011**
Torf	Bergaufsicht	1	1	0,0006	1	1	0,0005	1	1	0,0004	1	1	0,0004
	GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	gesamt	**1**	**1**	**0,0006**	**1**	**1**	**0,0005**	**1**	**1**	**0,0004**	**1**	**1**	**0,0004**
Gewinnungs-stellen (GWS)	**Bergaufsicht**	**156**	**113**	**37,93**	**154**	**111**	**36,88**	**145**	**107**	**35,63**	**141**	**106**	**38,10**
	GE	**108**	**82**	**2,36**	**107**	**79**	**2,55**	**108**	**86**	**3,37**	**110**	**87**	**2,37**
	gesamt	**264**	**195**	**40,29**	**261**	**190**	**39,43**	**253**	**193**	**39,01**	**251**	**193**	**40,46**

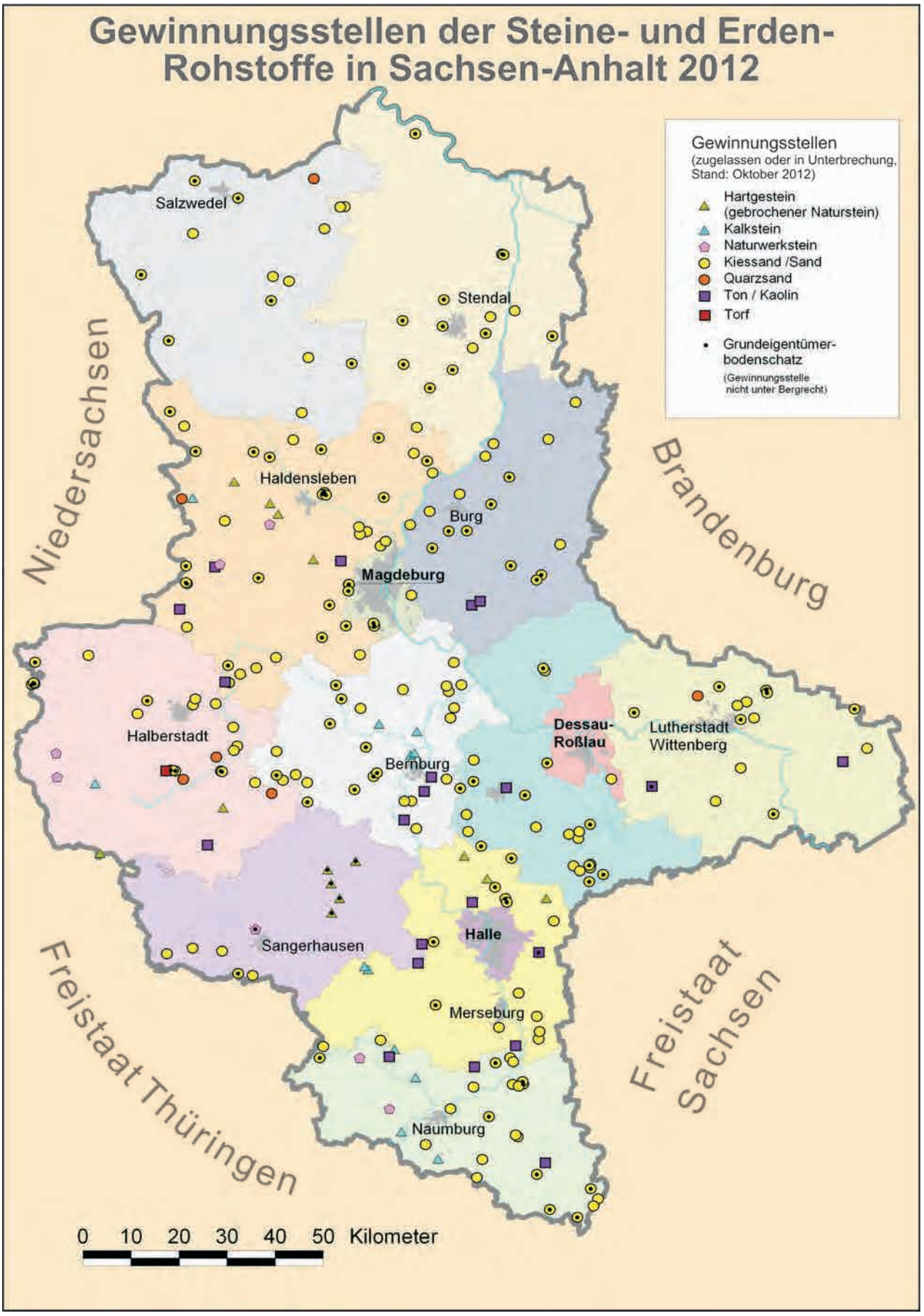


Abb. 3 Übersichtskarte der Landkreise und zugelassenen oder in Unterbrechung befindlichen Gewinnungsstellen der Steine- und Erden-Rohstoffe mit Unterscheidung der rechtlichen Zuständigkeit (Stand: Oktober 2012).

Die Erhebung der Daten für die Förderstatistik 2008-2011 hat folgende Grundlage:

- Alle Betriebe, die der Bergaufsicht unterstehen, haben gegenüber der Bergbehörde (LAGB) eine Berichtspflicht und melden jährlich die geförderte Rohstoffmenge.
- Für die Betriebe außerhalb des Bergrechts gibt es keine Berichtspflicht gegenüber dem LAGB. Ihre Fördermengen wurden, überwiegend mit Unterstützung durch die zuständigen Landkreise erhoben oder auf freiwilliger Basis direkt durch das LAGB ermittelt.
- Für ca. 5 % der Betriebe erfolgte eine qualifizierte Schätzung.

Das Ergebnis der Datenerhebung für die Fördermengen der Steine- und Erden-Rohstoffe der Jahre 2008-2011 ist in Tab. 2 zusammengefasst. *Diese Zusammenstellung ist die nunmehr fünfte Fortschreibung der vollständigen Förderstatistikdaten für Sachsen-Anhalt* seit 1998 (Stedingk et al. 1999, 2002, 2005 und 2008, Abb. 2). Bei der Anzahl der Gewinnungsstellen in der Tab. 2 wird unterschieden zwischen allen zugelassenen und den Betrieben, die tatsächlich eine Produktion (>0 t) aufweisen. Daher ist ein direkter Vergleich mit dem Zahlenwerk aus dem vorangegangen Berichtszeitraum 2005-2007 möglich.

Die seit Ende der 1990ger Jahre (1998: 52,46 Mio. t) verzeichnete fallende Tendenz der Gesamtfördermenge hat sich weiter fortgesetzt. Nach leichten Zwischenanstiegen in den Jahren 2003 (45,67 Mio. t) und 2007 (43,42 Mio. t) wurde im Berichtszeitraum ein neuer Tiefstwert von 39,03 Mio. t im Jahr 2010 erreicht.
Den größten Anteil an der Steine- und Erden-Gewinnung haben wieder die Kiessande/Sande für die Baustoffindustrie (Tab. 2, Abb. 4). Die Jahresförderung von 14,95 Mio. t in 2011 entspricht 37 %. Die Produktion von Kalkstein (Industriekalk und Schotter) nimmt mit 32 % (12,75 Mio. t) im Jahr 2011 die zweite Position in der Gesamtfördermenge ein, gefolgt von dem 27 %-igen Anteil (10,93 Mio. t) an Hartgestein (gebrochener Naturstein). Eine Darstellung der prozentualen Verteilung der Gesamtfördermenge auf die einzelnen Rohstoffarten enthält Abb. 5 (links).

Bezogen auf die unterschiedlichen Rechtsformen unterliegt die Verteilung der Fördermengen an Steine- und Erden-Rohstoffen beträchtlichen konjunkturellen Schwankungen. Während die unter Bergaufsicht stehenden Betriebe 2004 etwa 90 % der Produktion erbrachten, lag ihr Anteil 2011 bei ca. 94 % der gesamten Steine- und Erden-Förderung. Obwohl z.B. die Anzahl der aktiven Grundeigentümer-Kiessandabbaustellen 2011 mit 80 Objekten, die der unter Bergaufsicht stehenden Betriebe (69) deutlich überstieg, entfielen auf diese nur 15 % des landesweit geförderten Kiessands. Dieses Beispiel zeigt, dass im Grundeigentümerbergbau eine eher kleinteilige Betriebsstruktur vorherrscht (Abb. 6).

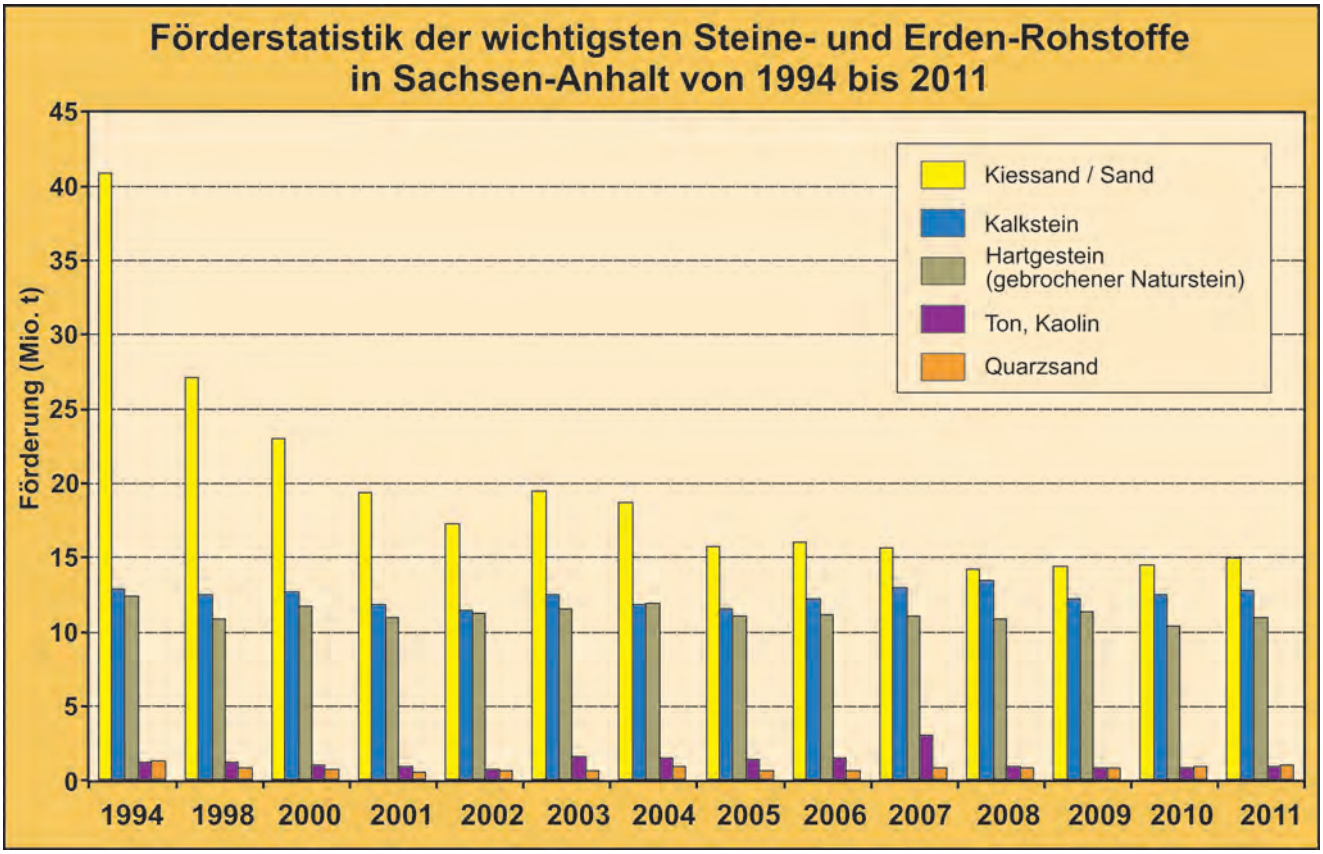


Abb. 4 Förderstatistik der wichtigsten Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt von 1994-2011.

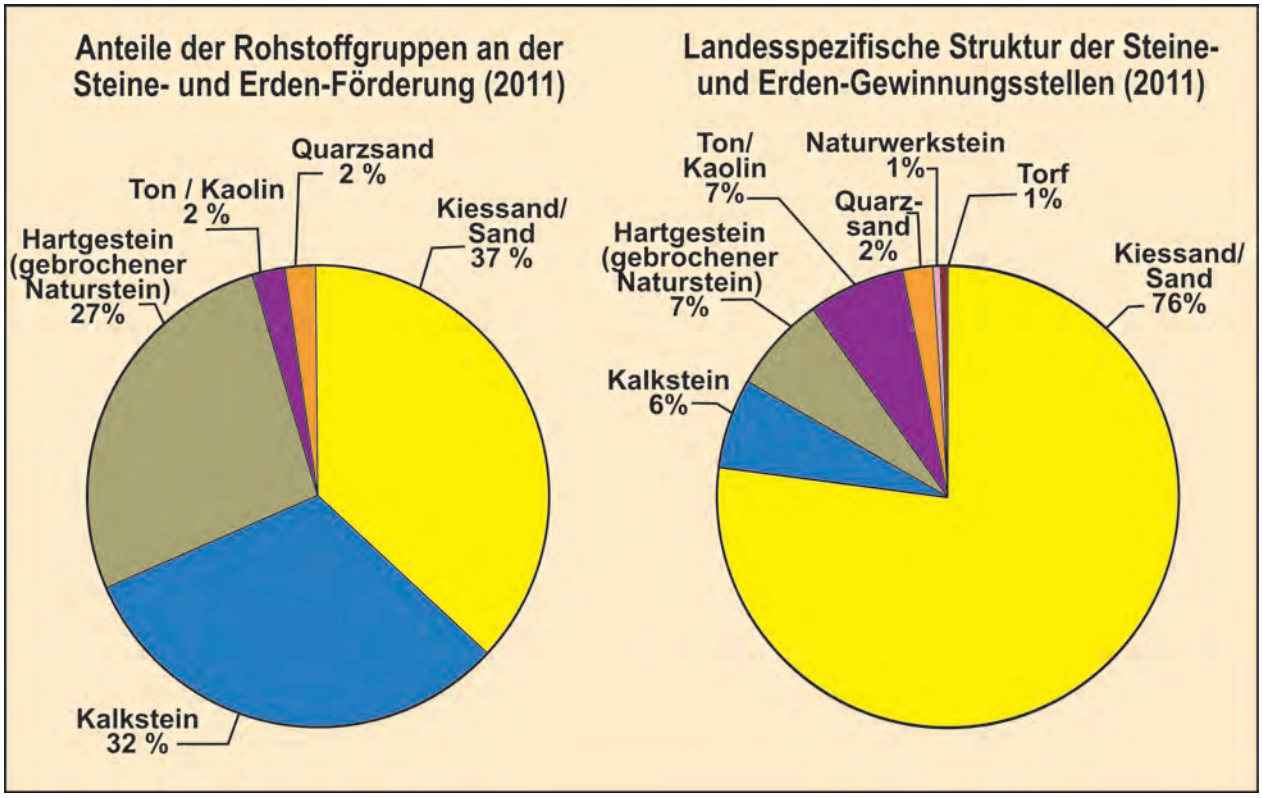


Abb. 5 Anteile der Rohstoffe und Abbaustellen an der Steine- und Erden-Förderung 2011.

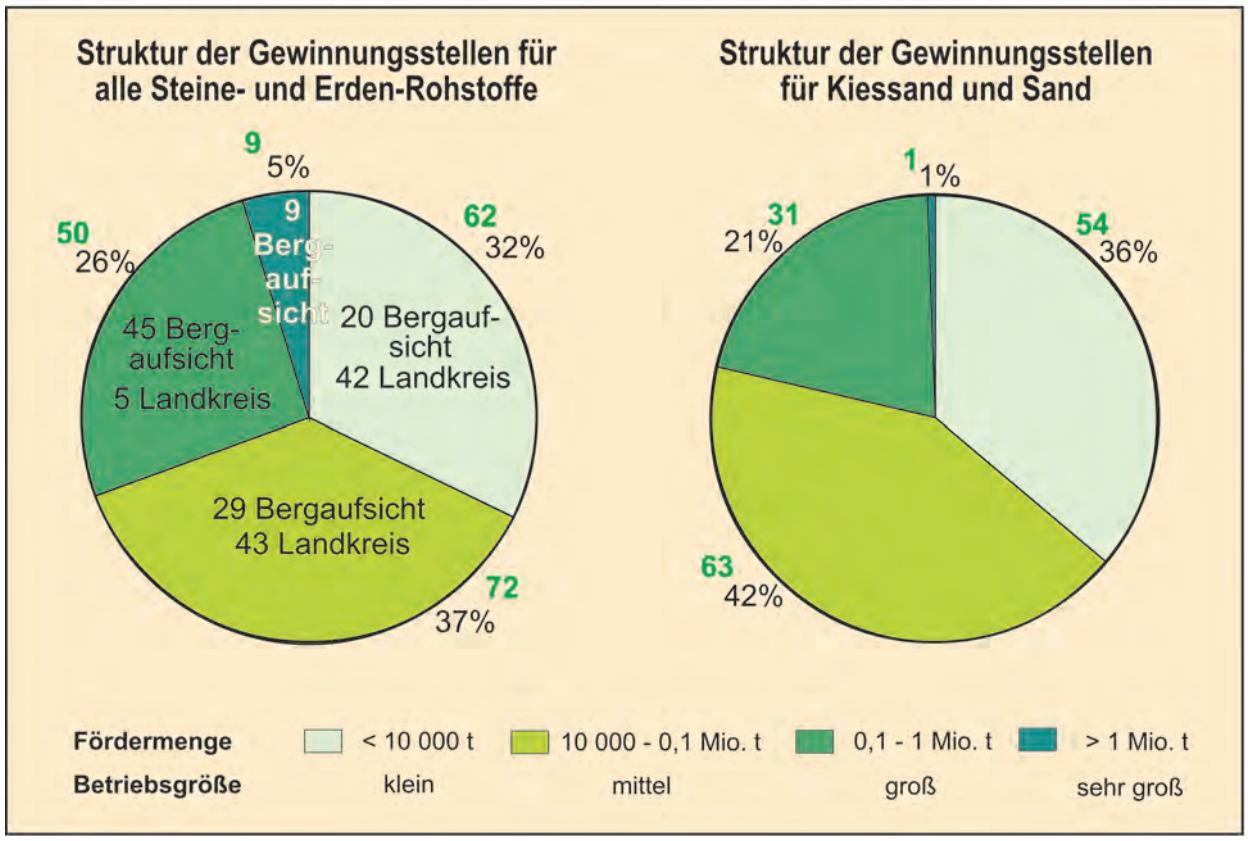


Abb. 6 Differenzierung der Gewinnungsbetriebe nach der Höhe der Fördermenge 2011.
Links: Gliederung aller Gewinnungsbetriebe mit Angabe der zuständigen Rechtsform (im Kreis); rechts: Gliederung nur für die Kiessand/Sand-Gewinnungsbetriebe. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Betriebe, sowie ihr prozentualer Anteil an der Gesamtmenge (jeweilige Gesamtzahl der Gewinnungsstellen fett grün formatiert).

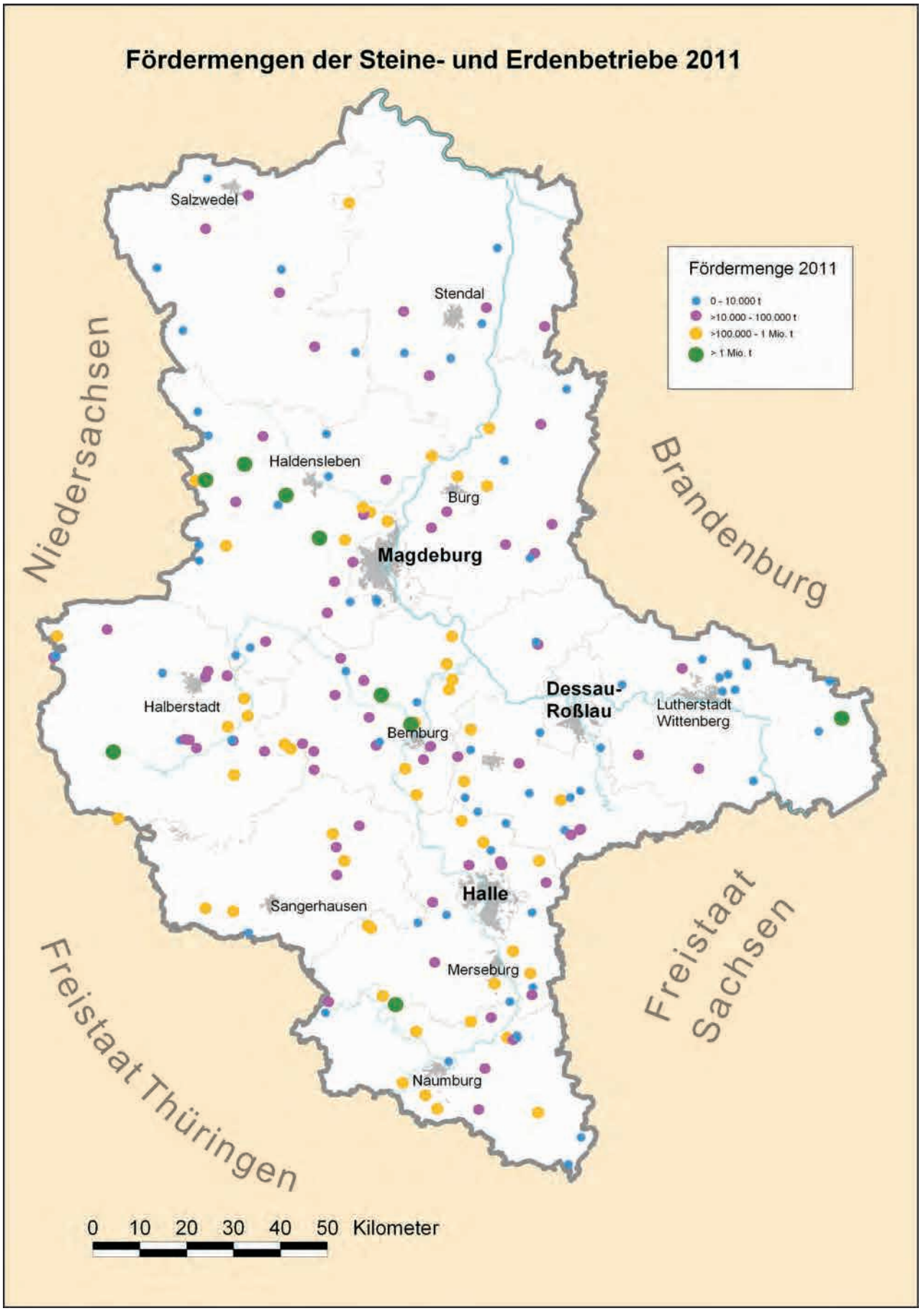


Abb. 7 Regionale Verteilung der Gewinnungsstellen gegliedert nach ihren Fördermengen (2011).

Das Balkendiagramm (Abb. 4) zeigt die Entwicklung der Fördermengen von den wichtigsten Steine- und Erden-Rohstoffen über einen längeren Zeitraum vom Gesamt-Fördermaximum 1994 (weit über 60 Mio. t) bis zum Jahr 2011. Dabei wird deutlich, dass die größten Schwankungen in den Fördermengen der Kiessande auftraten.
Im Zeitraum von 1993-1998 wurden durchschnittlich 33 Mio. t Kies gefördert. Dieser Mittelwert sank im Zeitraum von 1999-2004 schon deutlich auf 20,6 Mio. t und erreichte in den letzten sieben Jahren (2005-2011) nur noch 15,1 Mio. t in einem konjunkturell bedingten Schwankungsbereich von etwa 14 bis 16 Mio. t. Dieser Schwankungsbereich gibt das „Normalniveau“ der Kiessandförderung in Sachsen-Anhalt an.

Bei den nach ihrer Abbaumenge folgenden Rohstoffen, dem Kalkstein und gebrochenem Naturstein (Hartgestein) sieht das Bild über die Jahre gesehen weit beständiger aus. Die langjährigen Mittelwerte liegen für Kalkstein bei rund 12 Mio. t und bei gebrochenen Natursteinen bei rund 11 Mio. t mit einem geringeren Schwankungsbereich von etwa ±1 Mio. t.

Mengenmäßig eine untergeordnete Rolle spielen die Fördermengen der Tone und Quarzsande in Sachsen-Anhalt, obgleich sie eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung haben. Die durchschnittliche Fördermenge von Ton/ Spezialton/ Kaolin lag seit dem Jahr 2000 bei ca. 1,5 Mio. t bei geringer Schwankungsbreite. „Ausreißer“ ist mit rund 3 Mio. t, also der doppelten Fördermenge als bisher, das Jahr 2007. Im Berichtszeitraum hat sich die Förderung zwischen 0,8 und 0,9 Mio. t eingependelt. Mit kontinuierlich knapp unter 1 Mio. Jahrestonnen bleibt die Quarzsandproduktion in etwa demselben Bereich.

3.1.2.1 Betriebsgrößen und Fördermengen

Die Fördermengen der einzelnen Abbausstellen liegen naturgemäß sehr weit auseinander. Sie reichen von einigen Zehnertonnen in der Naturwerksteingewinnung bis zu rund 3,5 Mio. t beim Kalksteinabbau. Im Folgenden werden am Beispiel der Förderzahlen von 2011 die Gewinnungsbetriebe nach der Höhe ihrer Fördermenge differenziert. In der Abb. 6 (links) sind die Gewinnungsbetriebe (193) aller Steine- und Erden-Rohstoffe analysiert. Während in der Abb. 6 (rechts) nur die 149 Betriebe mit Kiessand/Sand Gewinnung dargestellt sind.

Die meisten Steine- und Erden-Betriebe (37%) in Sachsen-Anhalt haben eine mittlere Fördermenge zwischen 10 000 und 100 000 t, bei den Kiessanden sind das 42 %. Danach folgen mit Anteilen von 32 % bzw. 26 % die kleinen (<10000 t) und großen Betriebe (0,1-1,0 Mio. t). Nur 5 % (Anzahl 9) der Gewinnungsstellen in Sachsen-Anhalt sind mit einer Förderung von mehr als einer Million Tonnen sehr groß. Bei den Kiessanden erreichte 2011 nur 1 Betrieb diese hohen Fördermengen, obwohl mehrere Betriebe das Potenzial dazu hätten. Mit der Produktionsgröße steigt auch der Anteil der unter Bergaufsicht stehenden Betriebe signifikant an.

Da etwa dreiviertel aller Gewinnungsstellen in Sachsen-Anhalt den Massenbaurohstoff Kiessand/ Sand fördern (Abb. 5 rechts), werden diese noch einmal separat betrachtet. Aus Abb. 6 (rechts) wird deutlich, dass die Fördermengen innerhalb der Kiessandproduktion ähnlich verteilt sind, wie bei der gesamten Steine- und Erden-Förderung. Nur der Anteil der sehr großen Betriebe (nur 1 %) hat sich zugunsten der mittleren Betriebe verändert (42 %).
Abb. 7 zeigt die regionale Verteilung der kleinen bis sehr großen Gewinnungsstellen. Bei den sehr großen Betrieben mit einer Förderung von mehr als einer Million Tonnen handelt es sich vorrangig um Werke der Hart- und Kalksteinproduktion. Diese Betriebe stellen hochwertigste Vorstoffe für die Baustoff-, Zement- und Sodaindustrie her. Die Rohstoffgewinnung ist standortgebunden und besitzt überregionale Bedeutung über die Landesgrenze hinweg.

3.1.3 Flächenbilanz der Rohstoffgewinnung (Steine und Erden)

3.1.3.1 Flächenanalyse der Gewinnungsstellen

Erstmals wurde 1998 eine Analyse zur Flächeninanspruchnahme durch die oberflächennahe Steine- und Erden-Gewinnung auf Antrag der SPD-Landtagfraktion vom 30.09.1998 (“Bodenschutz für landwirtschaftliche Flächen“) vom damaligen Geologischen Landesamt erarbeitet. Die Zusammenfassung des Daten- und Zahlenwerks sowie seine Interpretation spiegelte der erste Rohstoffbericht 1998 wider. Seitdem erfolgte eine regelmäßige Fortschreibung und Qualifizierung der Daten in den Rohstoffberichten 2002, 2005 sowie 2008. Jeder Bericht enthält eine

- zusammengefasste Förderstatistik,
- Bilanz der Flächeninanspruchnahme durch die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe (einschl. betrieblicher Anlagen),
- Qualifizierung der rohstoffwirtschaftlich genutzten Flächen auf Grundlage der Bodenschätzung sowie
- eine Einschätzung der zukünftigen Entwicklung.

Methodik
In den ersten Jahren der statistischen Erhebung wurde der Flächenentzug auf der Basis von Rückrechnungen über die durchschnittlichen Rohstoffmächtigkeiten auf der Grundlage der jeweiligen Jahresfördermenge bzw. durch Schätzungen ermittelt. Dieses Verfahren erwies sich wegen der unzureichenden Datenbasis als zu ungenau. Erstmals für den Rohstoffbericht 2005 wurden die landesweit vorhandenen Luftbilder (digitale Orthofotos; Stand: 2000 bis 2004) qualifiziert ausgewertet.

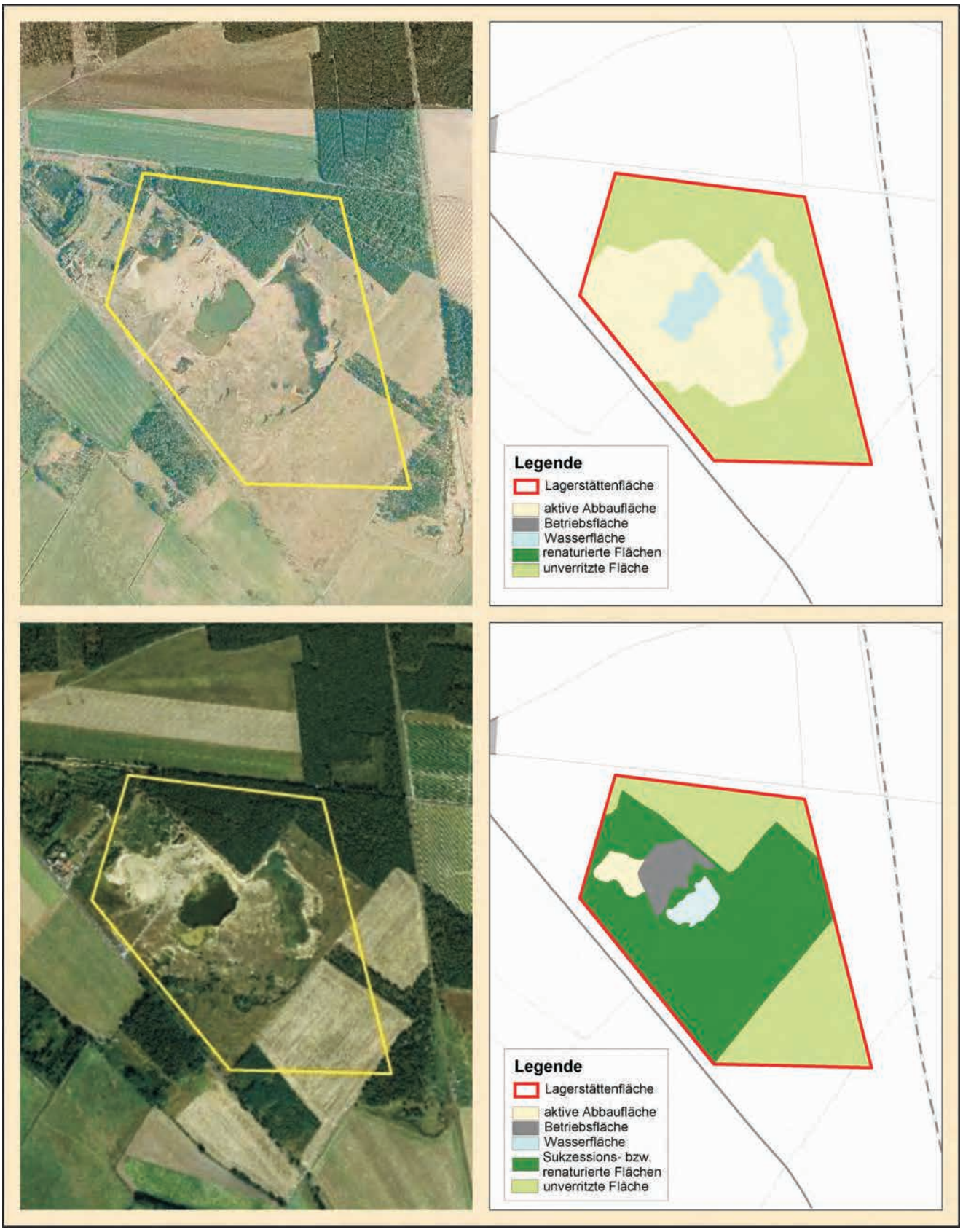


Abb. 8 Vergleich der differenzierten Digitalisierung der gleichen zugelassenen Gewinnungsstelle 2005 und 2008 jeweils links: Digitales Orthofoto, rechts Differenzierung in thematische Teilflächen. Oben: Stand Rohstoffbericht 2005. Unten: Auswertung 2008. Das aktuelle Luftbild (unten) zeigt eine weit bessere Auflösung. Erkennbar wird der deutlich höhere Anteil an Vegetationsflächen. Eine Differenzierung in unverritzte oder Sukzessions- bzw. renaturierte Fläche allein aus dem Luftbild ist sehr problematisch und setzt detaillierte vor-Ort-Kenntnisse voraus (aus Rohstoffbericht 2008).

Tab. 3 Flächenkategorien und die ihnen zu Grunde liegenden Kriterien.

Flächenkategorie	Definition / Kriterien
aktive Abbauflächen	Flächen innerhalb einer Bergbau- bzw. Abbauberechtigung, die gegenwärtig verritzt sind und in welchen der aktive Abbau umgeht
Betriebsflächen	alle Flächen, die für die betrieblichen Tätigkeiten unmittelbar erforderlich sind (Standorte der Tagesanlagen, Aufbereitungsanlagen, Halden, Zuwegungen sowie Recyclinganlagen u.a.)
Sukzessions- bzw. renaturierte Flächen	alle ruhenden bzw. renaturierten Abbauflächen, die sich wieder in land- oder forstwirtschaftlicher Nachnutzung befinden oder als sonstige Flächen der natürlichen Sukzession zur Verfügung stehen. Letztere können teilweise noch durch den späteren Abbau verändert werden.
Wasserflächen	durch Gewinnungstätigkeit entstandene wassererfüllte Hohlformen unterschiedlicher Nutzung oder Nachnutzung
unverritzte Flächen (Vorratsvorlauf)	noch nicht in Abbau stehende Flächen innerhalb der genehmigten Bergbau- bzw. Abbauberechtigungen

Für die Auswertung wurden fünf Kategorien festgelegt, nach denen sich die Flächen entsprechend der für den Rohstoffabbau typischen Merkmale unterscheiden lassen. Die Flächenkategorien sind in Tab. 3 definiert.

Für die derzeitige Erhebungsetappe (2012) stehen durch die Vernetzung mit dem Landesverwaltungsamt des Landes Sachsen-Anhalt Luftbilder mit dem Stand von 2009 zur Verfügung. Anhand dieser Luftbilder erfolgte eine Neudigitalisierung in analoger Herangehensweise zum Rohstoffbericht 2008. Es wurden aktuell die Gewinnungsstellen digitalisiert, die über eine Genehmigung zum Abbau von Steine- und Erden-Rohstoffen verfügen. Bei dieser Flächenbilanz werden in Planung befindliche Vorhaben sowie eingestellte Betriebe nicht mehr berücksichtigt (Abb. 8).

Ergebnis

Die GIS-gestützte Interpretation der Luftbilder führt prinzipiell zu lagegenauen Flächendaten, die eine qualifizierte Auswertung der Flächeninanspruchnahme durch die aktuelle, oberflächennahe Rohstoffgewinnung ermöglicht. Abb. 8 zeigt die qualitative Verbesserung der Luftbilder aus dem Jahre 2005. Problematisch gestaltet sich, wie bereits im Rohstoffbericht 2005 aufgezeigt, die Differenzierung von Vegetationsflächen. Wie auch das oben aufgeführte Beispiel zeigt, ist eine genaue Unterscheidung, ob Flächen unverritzt, renaturiert oder die Vegetation durch natürliche Sukzession bedingt ist, problematisch. In einigen Tagebauen hat sich nach großflächiger Abraumbeseitigung wieder eine natürliche Vegetation auf den vom Abbau bisher nicht in Anspruch genommenen Flächen eingestellt. Auf Teilflächen ist die Renaturierung heute bereits soweit fortgeschritten, dass eine Unterscheidung von unverritzten Flächen auf dem Luftbild nicht mehr möglich ist.

Schon auf den ersten Blick zeigt die vorliegende Analyse die Unterschiede zum Berichtsjahr 2005. Die aktuell zur oberflächennahen Rohstoffgewinnung zugelassenen Betriebe beanspruchen eine Gesamtfläche von 22031 ha. Diese deutliche Flächenreduzierung (-22%) gegenüber der Analyse zum Berichtsjahr 2005 ist darauf zurückzuführen, dass im Betrachtungszeitraum zahlreiche größere Tagebaue (z.B. Vehlitz) eingestellt worden sind oder keine Zulassung mehr haben (z.B. Ihleburg) bzw. präzisierte Abbauflächen nach planfestgestellten Rahmenbetriebsplänen (z.B. Wallendorf; Gröningen) die Digitalisierungsgrundlage bildeten. Bei diesen Betrieben ist davon auszugehen, dass sie vollständig renaturiert sind bzw. sich in Sanierung befinden und daher nicht mehr in die Betrachtung einbezogen werden.

Nachfolgend werden die Differenzen innerhalb der einzelnen Flächenkategorien erläutert:

(a) Veränderte Marktbedingungen haben dazu geführt, dass in verschiedenen Tagebauen die Rohstoffgewinnung mit Bauschuttrecycling gekoppelt wird; das erfordert einen relativ hohen Flächenbedarf für den Betrieb und die Lagerung von Produkten.
(b) Der höhere Flächenanteil an Betriebsflächen führt zu einer Verringerung der aktiven Abbauflächen, da der Recyclingbetrieb und die Lagerung von Produkten auf verritzten Flächen stattfindet.
(c) Die bereits o.g. Problematik der Einstufung von Flächen, die nur vom Abraum beräumt sind, aber der Rohstoffgewinnung noch vollständig zur Verfügung stehen variiert zwischen den einzelnen Digitalisierungen. Wenn sich auf diesen Flächen durch natürliche Sukzession eine Vegetation gebildet hat, wären sie eigentlich in die Kategorie Sukzessions- bzw. renaturierte Flächen einzustufen. Aktuell wurde aus der vor-Ort-Kenntnis heraus versucht, diese Flächen der

Kategorie „unverritzte Flächen“ zuzuordnen, da die bergbauliche Nutzung hier noch erfolgen wird. Dadurch entsteht hier eine große Differenz zur Luftbilddigitalisierung aus dem Jahr 2005.

(d) Etliche Flächen zeigen einen starken Bewuchs, so dass sie bei der Luftbildanalyse als unverritzte Flächen eingestuft sind. Es ist nicht auszuschließen, dass es sich in Einzelfällen auch um bereits renaturierte Flächen handeln könnte.

Im Ergebnis der aktuellen Luftbilddigitalisierung sind im Jahr 2009 etwa 7426 ha (0,36 % der Landesfläche) unmittelbar von der oberflächennahen Rohstoffgewinnung betroffen (Tab. 4, Abb. 9 rechts). Durch den aktiven Betrieb (aktiv genutzte Abbau- und Betriebsflächen im Trockenabbau) wurden 2961 ha in Anspruch genommen, das entspricht einem prozentualen Anteil von etwa 0,15 % an der gesamten Landesfläche. Zu den aktiven Gewinnungsstellen gehören insgesamt 1759 ha Wasserflächen (0,08 % der Landesfläche), in denen lokal der aktive Abbau umgeht. Diese Baggerseen stehen aber überwiegend bereits dem Naturhaushalt wieder zur Verfügung. Die Summe aus renaturierten Flächen und unverritzten Flächen innerhalb genehmigter Gewinnungsstellen beträgt insgesamt 17 313 ha (0,84 % der Landesfläche). Hierbei handelt es sich um Vegetationsflächen, für die eine objektive Differenzierung nur anhand detaillierter vor-Ort-Kenntnisse vorgenommen werden kann.

Das Ergebnis des Flächenbilanzvergleiches 2005 zu 2009 lässt zwei Feststellungen zu:

- Gewinnungs-, Betriebs- und Renaturierungsflächen unterliegen naturgemäß einem ständigen Wechsel, der einer ständigen Neubewertung bedarf.
- Die realen Veränderungen bleiben innerhalb weniger Jahre relativ gering.

Die Flächenanteile der direkten Rohstoffgewinnung haben sich trotz der deutlich reduzierten Gesamtfläche (-22% im Vergleich zu 2005) kaum verändert. Der Anteil der Wasserflächen ist mit 24% zu 22% im Jahr 2005 fast gleich geblieben. Die renaturierten Flächen reduzieren sich um 6 %. Diese Verschiebung ist einerseits durch die aktuelle Einstufung in die Nutzungskategorie „unverritzt“ und andererseits durch die Beendigung der Bergaufsicht auf etlichen Flächen bedingt. Die Summe der Flächenanteile, die für den aktiven Abbau und den Betrieb notwendig sind, blieben von 2005 (36 %) und 2011 (40 %) in der gleichen Größenordnung. Plausibel wird die wenig veränderte Flächenverteilung durch die fast gleich gebliebenen Produktionszahlen der Steine- und Erden-Rohstoffe (Kap. 3.1.2).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Rohstoffabbau einen nahezu gleichen Flächenumfang wie bisher beansprucht. Renaturierung und Sukzession gleichen mit zunehmender Tendenz den Flächenentzug aus, so dass die Gewinnung von Steine- und Erden-Bodenschätzen im Bundesland Sachsen-Anhalt einen eher

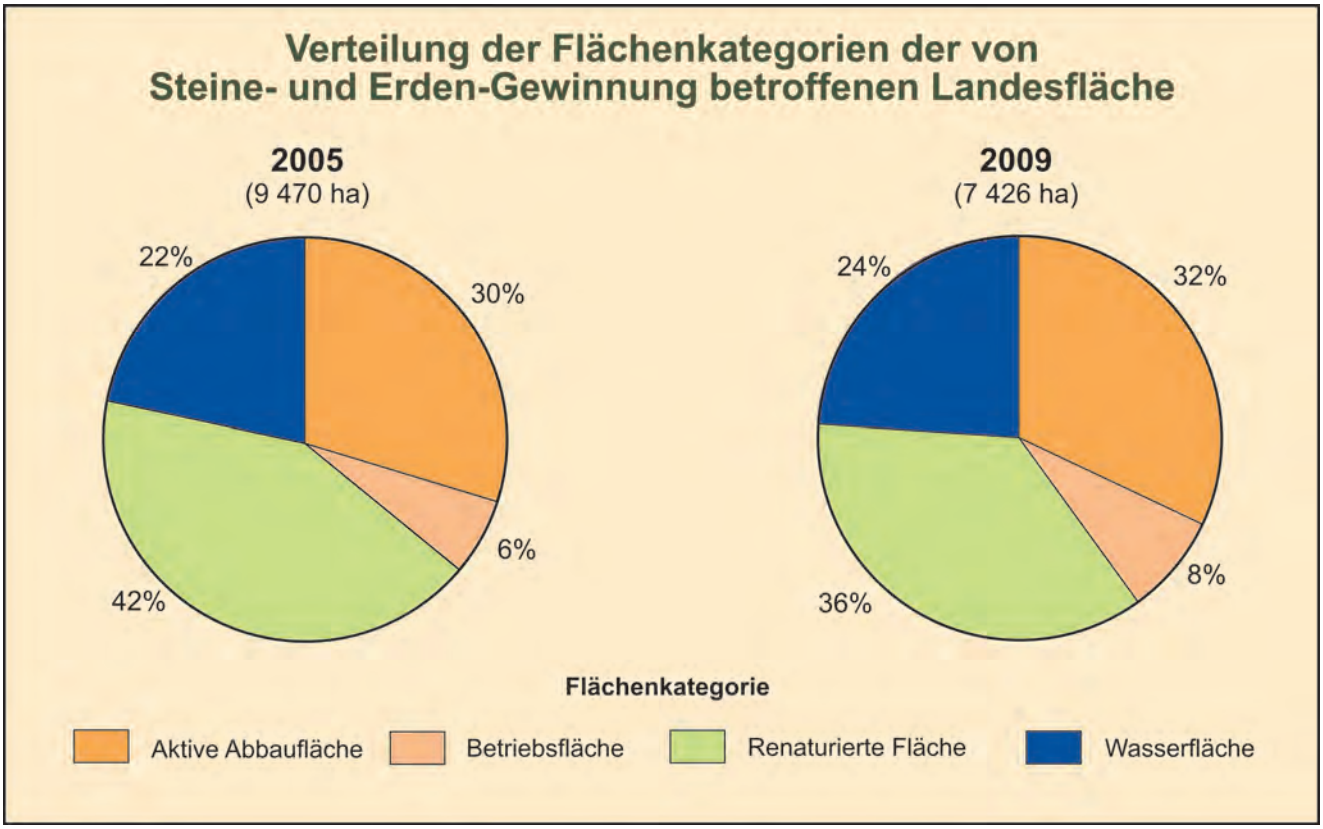


Abb. 9 Vergleich der unterschiedlichen Nutzungskategorien der vom Steine- und Erden-Rohstoffabbau betroffenen Flächen (Auswertungen von Luftbildern mit den Ständen von 2005 und 2009).

Tab. 4 Flächenbilanz für die Rohstoffgewinnung (Steine und Erden) in Sachsen-Anhalt .

Flächenkategorie	2005	2009*		Differenz (ha)
	Gesamtfläche (ha)	Gesamtfläche (ha)	Anteil an der Landesfläche (%)	2005 / 2009
aktive Abbauflächen	2833	2384	0,12	-449
Betriebsflächen	588	577	0,03	-11
renaturierte Flächen	3975	2708	0,13	-1267
Wasserflächen	2074	1759	0,08	-315
Summe der durch Rohstoffgewinnung betroffenen Flächen	**9470**	**7426**	**0,36**	**-2044**
Unverritzte Flächen innerhalb genehmigter Gewinnungsstellen (Vorratsvorlauf)	**13917**	**14605**	**0,71**	**+688**
Gesamtflächen	**23387**	**22031**	**1,08**	

* Für die aktuelle Erhebungsetappe (2012) lagen Luftbilder mit Stand von 2009 vor.

niedrigen Gesamtflächenverbrauch (ca. 1,1% der Landesfläche) aufweist (Tab. 4). Damit beträgt die Flächeninanspruchnahme der Rohstoffgewinnung nur einen Bruchteil gegenüber anderen Flächenbedarfsträgern, wie z.B. dem Industrie- und Straßenbau oder den erneuerbaren Energien.

3.1.3.2 Flächeninanspruchnahme nach qualifizierter Bodenschätzung

Die qualitative Analyse der Bodenwertigkeiten erfolgte durch ein Screening der digitalisierten Flächen über die Bodenschätzungsdaten des Landes Sachsen-Anhalt. Der Bodenklassenwert der Bodenschätzung besteht für Acker- und Grünlandflächen getrennt, aus einer Kombination an Informationen zu Bodenart, Entstehung und Zustand sowie ergänzend beim Grünland zu Klimaraum und Wasserverhältnissen. Für die einzelnen Klassenzeichen liegen im Acker- bzw. Grünlandschätzungsrahmen fest definierte Wertzahlenintervalle vor. Die Größe der Wertzahlen, die höchstens 100 betragen kann, gibt Auskunft über die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit der Böden. Qualifizierte Daten liegen für etwa 78 % der Landesfläche vor. Für die vergleichende Zuordnung wurden die Bodenklassen entsprechend der bereits vorliegenden Auswertungen in den Rohstoffberichten 2005 und 2008 verwendet. Es kann keine Klassifizierung vorgenommen werden, wenn es sich bei den Flächen um Wald- und Forstflächen, Moore, sekundär aufgeschüttete Böden bzw. Tagebauflächen handelt (Abb. 10).

Die Auswertung zeigt, dass durch die aktuelle Rohstoffgewinnung einschließlich aller damit verbundenen Flächen (Tagesanlagen, Zuwegungen, Lager- und Betriebsflächen, Wasserflächen und bereits renaturierte Areale) rund 54 % an hochwertigen Bodenflächen mit Bodenwertkennzahlen >55 in Anspruch genommen worden sind. Der relativ hohe Anteil an Flächen ohne Bodenwertzuordnung (26 %) bei den durch Rohstoffabbau in Anspruch genommenen Flächen bringt zum Ausdruck, dass dort keine landwirtschaftlichen Flächen beansprucht wurden. Zum Beispiel kann ein Teil dieser Flächen bereits zum Zeitpunkt der Bodenwertschätzung dem Rohstoffabbau gedient haben.

Die Analyse der unverritzten Flächen (14605 ha) zeigt, dass für die zukünftige Rohstoffgewinnung vorrangig hochwertige Bodenflächen (67 % mit Bodenwerten >55) in Anspruch genommen werden (Abb. 10 rechts). Dagegen sind die Anteile an Flächen ohne eine Bodenwerteinstufung mit 12 % deutlich geringer. Bei diesen Flächen handelt es sich vorwiegend um Wald- und Gehölzflächen, Moore u.a..

Da für die Rohstoffgewinnung überwiegend hochwertige Bodenflächen in Anspruch genommen werden, ist durch die aufsichtsführenden Behörden besonderes Augenmerk auf die Abräumung und Verwendung der den Roh-

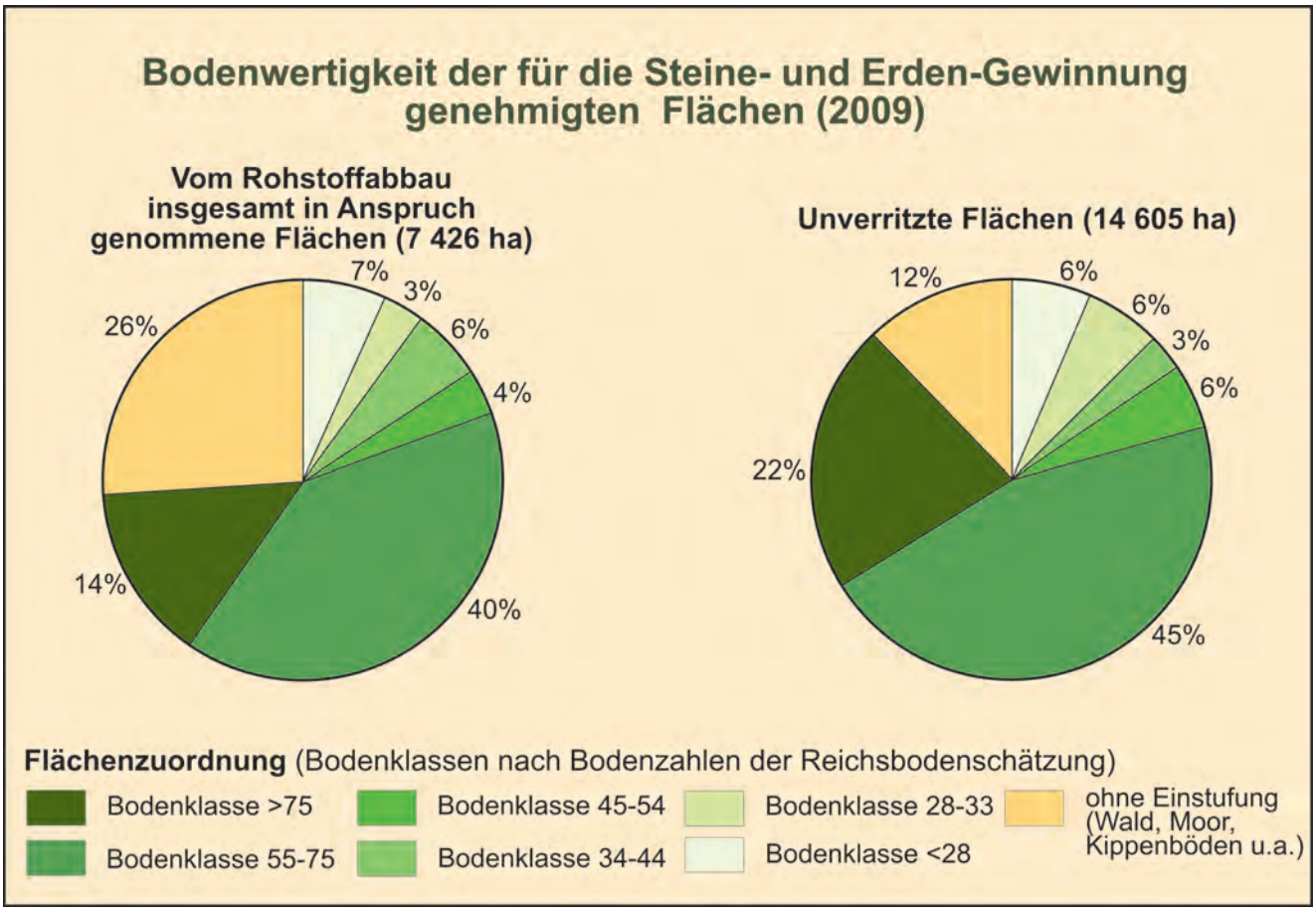


Abb. 10 Links: Qualitative Flächenanalyse der 2009 vom Rohstoffabbau in Anspruch genommenen Flächen (Einstufung der Bodenklassen nach Bodenzahlen der Reichsbodenschätzung). Die Berechnung bezieht sich auf eine Gesamtfläche von 7426 ha. Aus der Übersicht wird deutlich, dass für 26 % der aktiven Gewinnungsflächen keine Einstufung vorliegt. Rechts: Im Gegensatz dazu sind nur 12 % der noch unverritzten, genehmigten Rohstoffflächen ohne qualifizierte Bodenschätzung, d.h. es ist auch zukünftig davon auszugehen, dass die Rohstoffgewinnung weiterhin die Inanspruchnahme hochwertiger Böden erfordert.

stoff überlagernden Bodenschichten und die abschließende Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen zu legen.

3.2 Die Steine- und Erden-Gewinnung in den Landkreisen und kreisfreien Städten Sachsen-Anhalts

Mit der Landkreisreform im Jahr 2007 entstanden in Sachsen-Anhalt neue Verwaltungseinheiten von z.T. beträchtlichen Dimensionen (Abb. 3). Von dem Neuzuschnitt der Landkreisflächen sowie der Umstrukturierung in den zuständigen Verwaltungen ist auch der Abbau von Bodenschätzen z.T. unmittelbar betroffen. Der Rohstoffbericht 2008 enthielt erstmals eine detaillierte Analyse, die

- die rohstoffgeologische Situation jedes Landkreises beleuchtete,
- die Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen landkreisspezifisch auswertete und darstellte.

In der Zusammenschau aller Fakten ergab sich damit ein reales Bild der rohstoffwirtschaftlichen Aktivitäten im Land, das zur Versachlichung der Diskussion insbesondere unter dem Aspekt der Rohstoffsicherung beitragen sollte. Zur rohstoffgeologischen Situation der einzelnen Landkreise ergaben sich kaum Veränderungen und deshalb wird auf den im Internet einsehbaren Rohstoffbericht 2008 verwiesen (www.lagb.sachsen-anhalt.de).
Die nachstehende Auswertung gibt daher nur einen zusammenfassenden Überblick der Steine- und Erden-Förderung bezogen auf die Landkreise (Tab. 5, Abb. 11 bis 13).

Wie in den Vorjahren zeigt auch die Auswertung der Förderstatistik aus dem Jahr 2011, dass sich die Produktion weiterhin landkreisspezifisch extrem unterscheidet (Abb. 11). Der Landkreis Börde ist mit 10,47 Mio. t größter Produzent von Steine- und Erden-Rohstoffen in Sachsen-Anhalt, während der Landkreis Altmarkkreis Salzwedel mit 0,19 Mio. t die geringste Förderung (ohne kreisfreie Städte) aufweist. Ursache dafür sind im Wesentlichen die regional unterschiedlichen lagerstättengeologischen Voraussetzungen für den Rohstoffabbau, aber auch der regional unterschiedliche Bedarf an Massenbaurohstoffen.

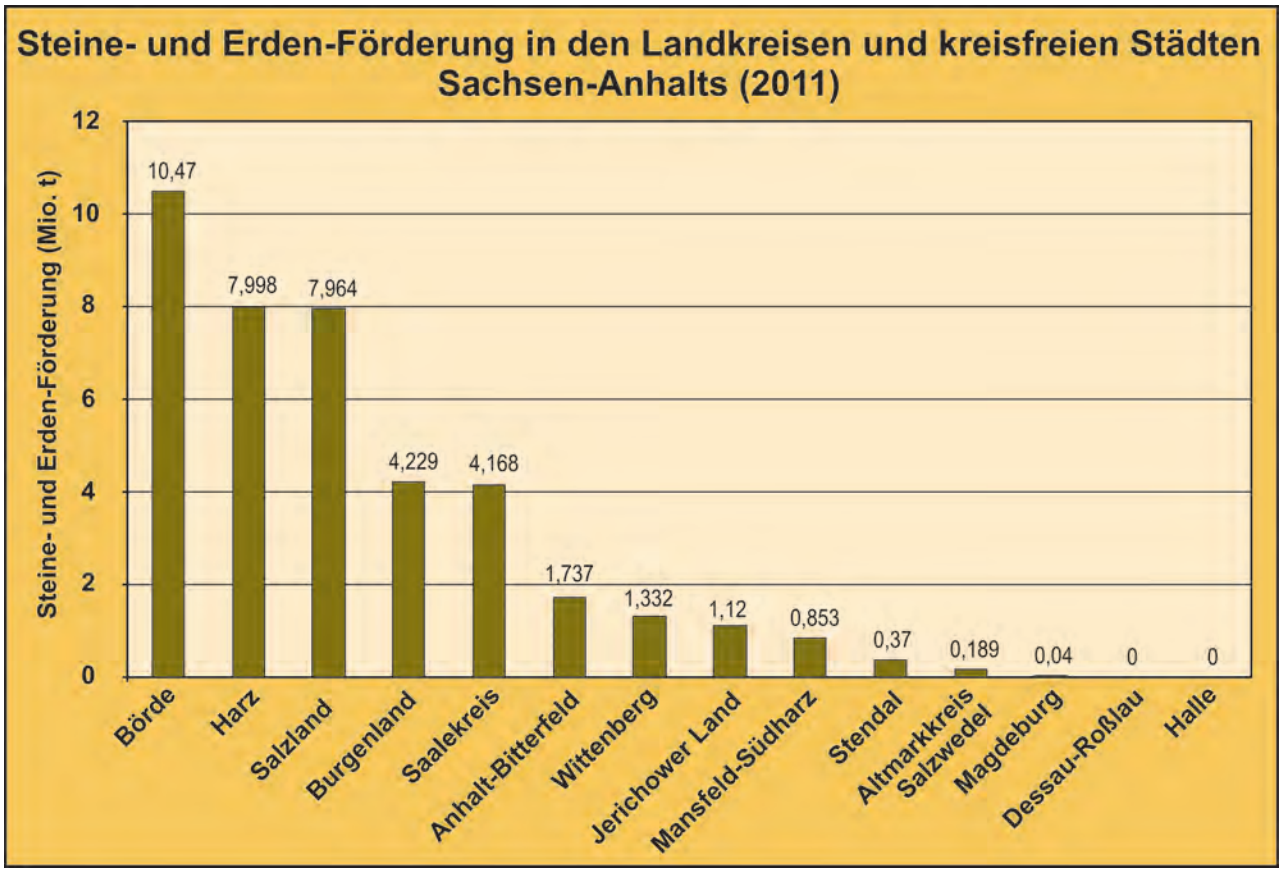


Abb. 11 Fördermengen der Steine- und Erden-Rohstoffe in den Landkreisen und kreisfreien Städten Sachsen-Anhalts in Millionen Tonnen.

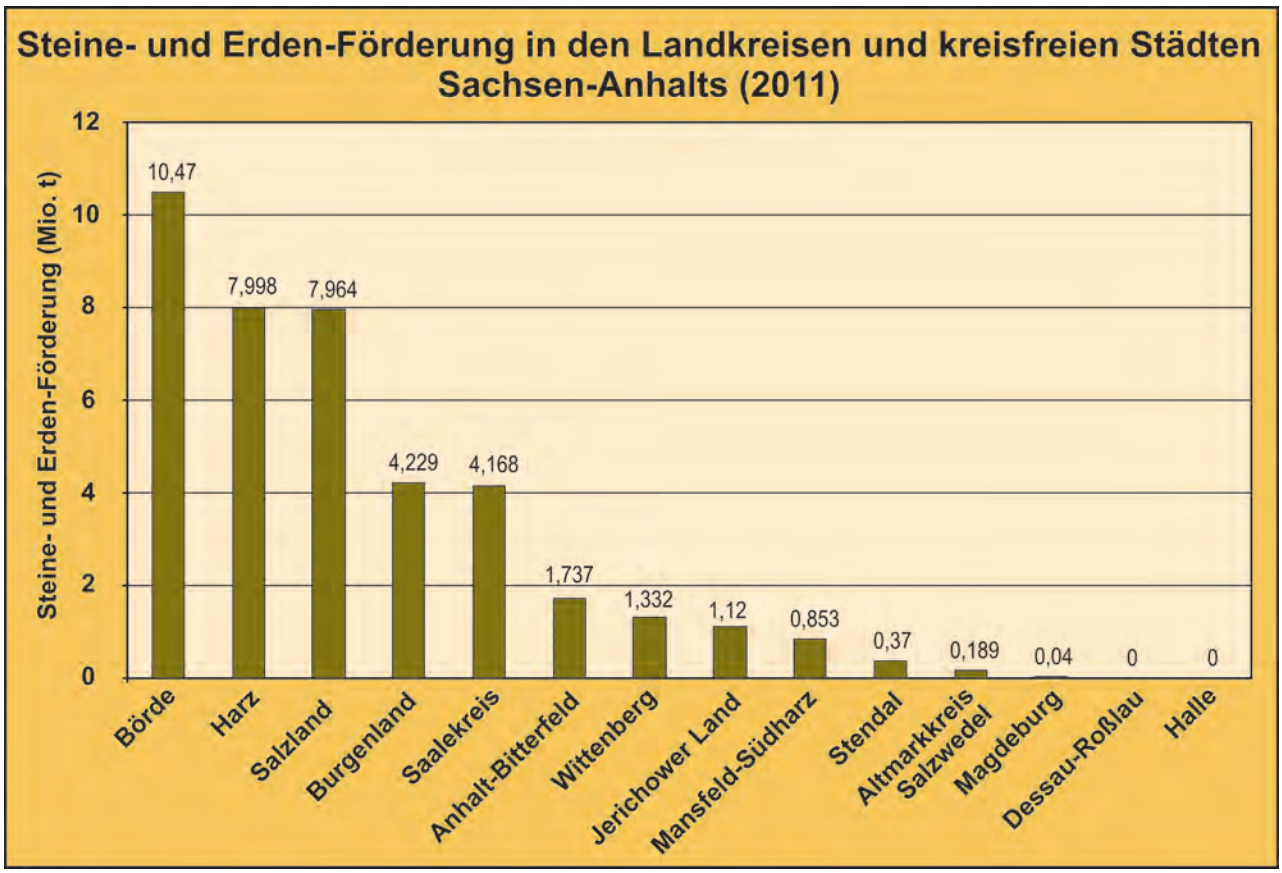


Abb. 12 Pro-Kopf-Fördermengen der Steine- und Erden-Rohstoffe in den Landkreisen und kreisfreien Städte in Tonnen. Landesweit liegt der Pro-Kopf-Durchschnitt bei rund 17,5 Tonnen Steine- und Erden Rohstoffen.

Tab. 5 Verteilung der wichtigsten Steine- und Erden-Rohstoffe in den Landkreisen und kreisfreien Städten

Rohstoff	Kiessand, Sand			gebrochener Naturstein (einschl. Halden)			Kalkstein			Quarzsand			Ton, Kaolin			Gesamt *		
Landkreis / kreisfreie Städte	GWS genehmigt / Förderung		Förderung in Mio. t	GWS genehmigt / Förderung		Förderung in Mio. t	GWS genehmigt / Förderung		Förderung in Mio. t	GWS genehmigt / Förderung		Förderung in Mio. t	GWS genehmigt / Förderung		Förderung in Mio. t	GWS genehmigt / Förderung		Förderung in Mio. t
Altmarkkreis Salzwedel	11	10	0,19	0	0	0,00	0	0	0,00	1	0	0,00	0	0	0,00	12	10	0,19
Anhalt-Bitterfeld	21	17	1,74	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	0	0,00	22	17	1,74
Börde	34	19	2,07	4	3	6,32	1	1	k. A.	1	1	k. A.	3	3	0,34	45	28	10,47
Burgenland	23	14	1,08	0	0	0,00	4	4	3,02	0	0	0,00	1	1	k. A.	29	19	4,23
Harz	19	18	1,98	2	2	1,81	1	1	k. A.	3	2	0,34	1	0	0,00	30	24	8,00
Jerichower Land	14	12	1,12	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	14	12	1,12
Mansfeld-Südharz	4	3	0,52	6	5	0,33	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	11	8	0,85
Saalekreis	13	13	1,22	3	3	2,47	2	2	0,29	0	0	0,00	5	5	0,19	23	23	4,17
Salzland	23	18	3,43	0	0	0,00	4	4	4,40	0	0	0,00	3	2	0,13	30	24	7,96
Stendal	15	9	0,37	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	15	9	0,37
Wittenberg	13	12	1,19	0	0	0,00	0	0	0,00	1	1	k. A.	2	2	0,07	16	15	1,33
Dessau-Roßlau	1	1	k. A.	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	1	1	0,00
Halle	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Magdeburg	3	3	0,04	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3	3	0,04
Sachsen-Anhalt	194	149	14,95	15	13	10,93	12	12	12,75	6	4	0,99	16	13	0,86	251	193	40,47

* einschl.. Gewinnungsstellen von Werk- und Dekostein und Torf.

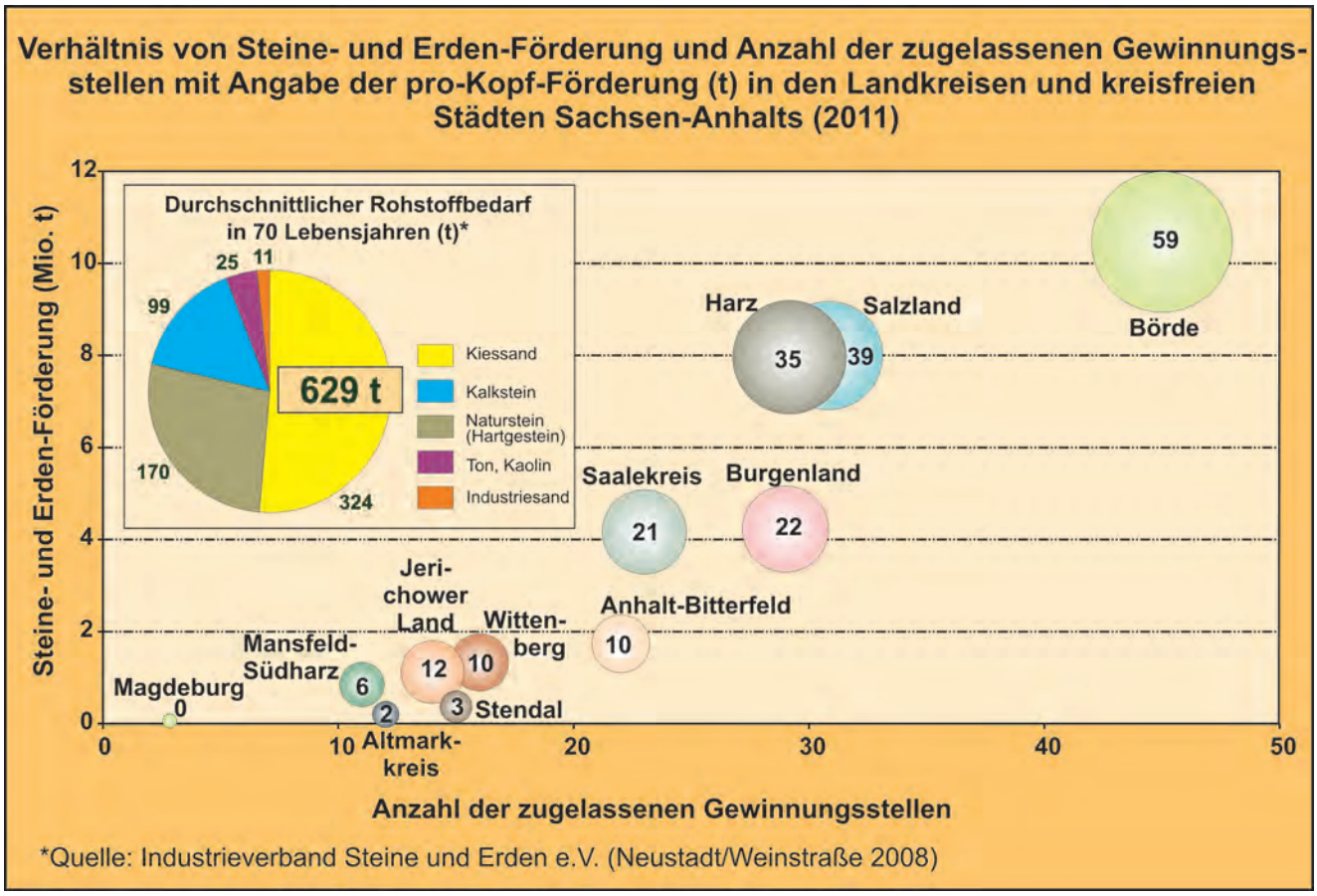


Abb. 13 Verhältnis von Steine- und Erden-Fördermenge zur Anzahl der zugelassenen Gewinnungsstellen und pro-Kopf-Förderung (Zahlen gerundet in den Kreisflächen) in den Landkreisen und kreisfreien Städten (wegen der fast vollständigen grafischen Überdeckung der Landkreise Harz und Salzland wurde die Darstellung hier leicht verändert). Im Vergleich hierzu der kumulierte Bedarf an Steine- und Erden-Rohstoffen eines Mitteleuropäers (629 t) von durchschnittlich 70 Lebensjahren.

Bezieht man die Fördermengen auf die Bevölkerungszahlen der Landkreise und berechnet ihre Pro-Kopf-Förderung, ergibt sich eine Verschiebung in der Wichtung der Landkreise gegenüber der letzten Analyse. Dies betrifft nur den Landkreis Jerichower Land, in dem die Einstellung zweier Betriebe mit temporär hoher Produktion auch den Pro-Kopf-Durchschnitt dieses Landkreises so gesenkt hat, dass er jetzt deutlich unter dem Landesdurchschnitt liegt (Abb. 12).

Mit 59,05 t Pro-Kopf-Förderung an Steine- und Erden-Rohstoffen liegt wiederum der Landkreis Börde an erster Stelle, während der Landkreis Altmarkkreis Salzwedel mit 2,14 t den letzten Platz einnimmt (kreisfreie Städte bleiben hier unberücksichtigt). Die Vorrangstellung des Landkreises Börde ist auf die Vielfalt an Bodenschätzen (gebrochener Naturstein, Quarzsand, Kalkstein, Ton, Kiessand) zurückzuführen. Mit rund 6,32 Mio. t förderten 2011 die Gewinnungsstellen des Flechtinger Höhenzuges weit über die Hälfte der Produktion an Hartgestein des Landes. Darin spiegelt sich nochmals die überregionale Bedeutung dieser Gewinnungsstellen wider. Durchschnittlich werden in Sachsen-Anhalt rund 17,5 t an Steine- und Erden-Rohstoffen pro Kopf der Bevölkerung produziert.

Das Bild differenziert sich, wenn man die Fördermengen der Landkreise und die Anzahl ihrer zugelassenen Gewinnungsstellen (von denen nicht alle in Förderung stehen) direkt zueinander ins Verhältnis setzt (Abb. 13). Es ist erkennbar, dass in den Landkreisen Burgenland, Stendal und Altmarkkreis Salzwedel die Fördermengen deutlich unterproportional zur Anzahl ihrer Gewinnungsstellen liegen und nur im Landkreis Harz und im Salzlandkreis überproportional hohe Mengen an Bodenschätzen gewonnen werden. Dieses ist u.a. auf die überregional bedeutsame Kalksteingewinnung bei Elbingerode/Rübeland zurückzuführen, die 2011 mit rund 3,88 Mio. t die höchste Steine- und Erden-Fördermenge eines Betriebes (drei Tagebaue) in Sachsen-Anhalt aufweist.

3.3 Rohstoffvorsorge und -sicherung in der Landesplanung

Die nachhaltige Entwicklung unseres Landes macht die Inanspruchnahme der inländischen Rohstoffpotenziale unabweisbar. Dieses geschieht durch Maßnahmen, die zur langfristigen Gewinnung und Verwertung der benötigten Rohstoffe dienen und als Rohstoffsicherung zusammengefasst werden können. Hierbei dient die

Abb. 14 Landesfläche und Nutzungskonflikte. Obwohl aktuell nur rund ein Prozent der Landesfläche für die Gewinnung von Steine- und Erden Rohstoffen landesplanerisch Berücksichtigung finden (Tab. 6), zeigt die Auswahl konkurrierender Nutzungen und Schutzziele das Spannungsfeld, in dem sich die Rohstoffsicherung behaupten muss.

öffentlich-rechtliche Rohstoffsicherung als staatliches Planungsinstrument.

Als zuständige Fach- und Zulassungsbehörde hat das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LABG) den Auftrag, zur Rohstoffsicherung unter Berücksichtigung der Standortgebundenheit von Bodenschätzen (BBergG § 1) beizutragen. Das Amt wirkt deshalb von Beginn an, z.B. bei der Landes- und Regionalplanung, mit und ist an einer angemessenen Berücksichtigung bzw. Ausweisung von Lagerstätten- und Rohstoffpotenzialflächen beteiligt.

Das Raumordnungsgesetz des Bundes vom 18.08.1997 (ROG § 2.4 und § 8.2b) verpflichtet die Planungsträger aller Bundesländer zur Rohstoffvorsorge im Sinn einer nachhaltigen Entwicklung des jeweiligen Landes. Die Ziele sind in der Landes- und Regionalplanung umzusetzen.
Nach dem Landesplanungsgesetz des Landes Sachsen-Anhalt vom 28.04.1998, zuletzt geändert am 19.12.2007 ist geregelt, dass die Grundsätze und Ziele der Raumordnung in einem Landesentwicklungsplan festzulegen sind.
Der neue Landesentwicklungsplan LSA 2010 (LEP ST 2010) wurde am 14. Dezember 2010 von der Landesregierung als Verordnung beschlossen. Er „stellt ein Gesamtkonzept zur räumlichen Ordnung und Entwicklung des Landes dar. Er bildet die Grundlage für eine wirtschaftlich, ökologisch und sozial ausgewogene Raum- und Siedlungsstruktur und koordiniert die Nutzungsansprüche an den Raum“ [1].
Im LEP ST 2010 ist das Ziel verankert, die “Lebensgrundlagen und Lebenschancen künftiger Generationen in ihrer Gesamtheit und in Teilräumen wirtschafts-, sozial- und umweltverträglich zu entwickeln.“ [1].

„Der Landesentwicklungsplan gibt als mittelfristige Vorgabe den Rahmen für die Fachplanungen vor.“[1]
Unter Maßgabe dieses Konzepts werden die Regionalen Entwicklungspläne für die 5 Planungsregionen Sachsen Anhalts aufgestellt bzw. fortgeschrieben.
Unter diesem Aspekt sind auch für die Rohstoffwirtschaft Festlegungen zu treffen, die eine langfristige Sicherung des inländischen Rohstoffpotenzials zulassen. Die eingeschränkte Verfügbarkeit von mineralischen und energetischen Rohstoffen, z.B. durch konkurrierende Nutzungsansprüche, erfordert zunehmend eine Sicherstellung der geordneten Aufsuchung und Gewinnung standortgebundener Bodenschätze (Abb. 14). Gleichzeitig sind Forschungen durchzuführen, die den primären Rohstoffverbrauch im Sinne des Nachhaltigkeitsgebots reduzieren (z.B. durch Substitution oder Recycling). Aktuell wird dieses Potenzial bei Baurohstoffen auf max. 10 bis 15 % geschätzt, die derzeitig bei Sicherung der Qualität und unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit bzw. ökologischer Verträglichkeit realisiert werden können (Börner & Werner 2012).

Die nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft setzt daher eine verantwortungsvolle Inanspruchnahme und ausgewogene Sicherung der inländischen Rohstoffpotenziale voraus. Die lagerstättengeologische und -wirtschaftliche Fachkompetenz des LAGB bildet dabei die Grundlage einer transparenten und nachvollziehbaren Bewertung von Lagerstätten- und Rohstoffpotenzialflächen. Das Ergebnis der fachbehördlichen Bewertung wird den Landes- und Regionalbehörden für die nach Raumordnungsgesetz erforderlichen Planungen zur Verfügung gestellt.

3.3.1 Landesentwicklungsplan 2010 (LEP ST 2010)

Der aktuelle Stand der Landes- und Regionalplanung für die Rohstoffsicherung in Sachsen-Anhalt spiegelt im Folgenden die erheblichen regionalgeologischen Unterschiede wider. Im aktuell als Verordnung geltenden Landesentwicklungsplan vom 14.12.2010 werden 25 Rohstoffvorkommen als Vorranggebiet (VRG) für die Rohstoffgewinnung festgelegt und begründet. Für vier dieser Lagerstättenflächen ist die räumliche Konkretisierung in den entsprechenden Regionalen Entwicklungsplänen gefordert.

Die Rohstoffgewinnung ist im LEP ST 2010 mit folgendem Grundsatz verankert: „Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung dienen dem Schutz von erkundeten Rohstoffvorkommen insbesondere vor Verbauung und somit der vorsorgenden Sicherheit der Versorgung der Volkswirtschaft mit Rohstoffen (Lagerstättenschutz)“.

In der Begründung wird aufgeführt: „Mineralische und energetische Rohstoffe sind ortsgebunden, nicht rege-

Tab. 6 Vergleich der im LEP ST 1999 festgeschriebenen und im LEP ST 2010 enthaltenen Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung

Vorranggebiet	**LEP ST 1999** (Stand: 26.08.1999)	**LEP ST 2010** (Stand: 14.12.2010)
Kalisalzlagerstätte Zielitz	+	+
Kalisalzlagerstätte Roßleben		+
Erdgasförderfeld Altmark	+	+ einschließlich anschließender Speicherung
Steinsalzlagerstätte und Sol- und Speicherfeld Bernburg	+	+
Steinsalzlagerstätte Braunschweig-Lüneburg		+
Sol- und Speicherfeld Staßfurt	+	+
Speicherfeld Teutschenthal / Bad Lauchstädt		+
Braunkohlenlagerstätte Profen	+	+ einschließlich Feld Domsen
Braunkohlenlagerstätte Amsdorf	+	+
Braunkohlenlagerstätte Lützen		+
Kalksteinlagerstätte Elbingerode / Rübeland	+	+
Kalksteinlagerstätte Staßfurt / Förderstedt / Bernburg / Nienburg	+	+
Kalksteinlagerstätte Karsdorf	+	+
Kalksteinlagerstätte Walbeck		+
Kalksteinlagerstätte Bad Kösen		+
Quarzsandlagerstätte Walbeck / Weferlingen	+	+
Quarzsandlagerstätte Quedlinburg-Lehof		+
Quarzsandlagerstätte Möllensdorf / Nudersdorf		+
Quarzsandlagerstätte Kläden		+
Hartgesteinslagerstätte Flechtinger Höhenzug	+	+
Hartgesteinslagerstätte Ballenstedt-Rehköpfe		+
Hartgesteinslagerstätte Niemberg-Brachstedt		+
Kaolinton Rossbach		+
Ton Rösa		+
Ton Wefensleben		+

nerierbar und somit endlich. Substitutionsalternativen durch andere Rohstoffe oder Fortentwicklung von Recyclingverfahren können dieses Problem nicht lösen. Mit dem fortschreitenden Verzehr der Lagerstättensubstanz innerhalb der genehmigten und betriebenen Gewinnungsflächen ist langfristig eine Verknappung bestimmter Rohstoffe (z.B. Braunkohle, Kalisalze, hochwertigste Quarzsande oder Spezialtone) zu erwarten.

Unter dem Gebot der Nachhaltigkeit liegt die Ausweisung von Vorranggebieten für Rohstoffgewinnung, die die langfristige Verfügbarkeit überregional bedeutsamer Bodenschätze sichert, im öffentlichen Interesse“ [1]. Hiermit finden im Grundsatz die Standortgebundenheit, die Endlichkeit und die Verfügbarkeit von Rohstoffen entsprechende Berücksichtigung.

Im LEP ST 2010 ist auch das gestiegene öffentliche Interesse an der Rohstoffsicherung klar erkennbar. Durch die ständig steigenden Rohstoffpreise und die weltweiten Diskussionen über die Verknappung von mineralischen und energetischen Bodenschätzen wird der Rohstoffsicherung in Politik und Öffentlichkeit ein höherer Stellenwert beigemessen. Die Daseinsvorsorge erhielt hierdurch eine weit höhere Aufmerksamkeit als noch vor wenigen Jahren. Der Sicherung von überregional bedeutsamen Rohstoffvorkommen für das Land Sachsen-Anhalt wird im LEP ST 2010 umfassend Rechnung getragen (Tab. 6).

Abb. 15 Übersicht der Aufteilung Sachsen-Anhalts in fünf Regionale Planungsgemeinschaften mit den aktuell festgelegten Grenzen und die Verteilung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffgewinnung.

3.3.2 Regionale Entwicklungspläne (REP) und Stand der Regionalplanung in Sachsen-Anhalt

Mit der Vorlage des LEP ST 2010 sind die Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG) verpflichtet, die Regionalen Entwicklungspläne neu aufzustellen bzw. in entsprechender Weise fortzuschreiben [2].

Gegenwärtig ist Sachsen Anhalt in folgende fünf Planungsregionen gegliedert (Abb. 15):
- Altmark,
- Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg,
- Magdeburg,
- Halle,
- Harz.

In den Regionalen Entwicklungsplänen werden die Besonderheiten und Potenziale der einzelnen Regionen unter Beachtung der fachlichen Umsetzung des Landesentwicklungsplanes aufgezeigt. Die Regionalplanung fasst die übergeordneten Planungen zusammen und dient als Bindeglied zwischen der Landesplanung und den kommunalen Interessen. Die Regionalen Entwicklungspläne sollen
- Planungssicherheit für die Gemeinden schaffen,
- Raum für Fachplanungen und Standortentscheidungen über private und öffentliche Investitionen geben und dazu beitragen, raumbedeutsame Vorhaben wirksam zu ermöglichen.

Alle fünf Planungsregionen verfügen über durch die Oberste Landesplanungsbehörde genehmigte und durch die jeweilige Regionalversammlung beschlossene Regionale Entwicklungspläne (Tab. 7). In den Grundsätzen aller REP ist fixiert, dass die räumlichen Voraussetzungen für die vorsorgende Sicherung von standortgebundenen Rohstoffen zu schaffen sind (§ 2 ROG). Die Umsetzung der Rohstoffsicherung erfolgt in den einzelnen Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG) nach unterschiedlichen Kriterien. Instrumente zur Sicherung von Planungsvorhaben sind **„Vorranggebiete“** (VRG), die in der Praxis eine reale Bindungswirkung besitzen. Ergänzende Planungen können in der Kategorie **„Vorbehaltsgebiete“** (VBG) festgeschrieben werden. Eine Vorbehaltsfläche ist bei raumbedeutsamen Planungen

Tab. 7 Rohstoffsicherung für die oberflächennahen Steine- und Erden-Rohstoffe in den Regionalen Entwicklungsplänen Sachsen-Anhalts (Stand: November 2012).

Regionaler Entwicklungsplan (REP)	Vorranggebiete			Vorbehaltsgebiete	Aktueller Stand
	Anzahl	Fläche (ha)	Anteil an REP / LSA (%)		
Altmark	20	2008	0,4	keine Ausweisung	REP vom 14.02.2005 Beschluss zur Fortschreibung zum Thema „Windenergienutzung“ vom 19.12.2007
Magdeburg	29	6262	1,4	22	REP vom 17.05.2006 Beschluss zur Neuaufstellung vom 03.03.2010
Harz	29	2934	0,9	13	REP vom 09.03.2009 Beschluss zur (Teil-)Fortschreibung zum Thema „Zentralörtliche Gliederung“ vom 08.12.2011
Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg	31	4687	1,1	keine Ausweisung	REP vom 07.10.2005 Beschluss zur Aufstellung Sachlicher Teilplan „Windenergienutzung“ 10/2009 Beschluss zur Aufstellung Sachlicher Teilplan „Daseinsvorsorge“ 10/2011
Halle	28	1585	0,42	16	REP vom 21.12.2010 Beschluss zur Fortschreibung zu den Themen „Raum- und Siedlungsstruktur, Freiraumstruktur; Wirtschafts- und technische Struktur sowie Raumnutzungskarte“ 07/2012
Sachsen-Anhalt	137	17476	0,8	52	

und Maßnahmen in die Abwägung mit einzubeziehen. Aus Sicht der Rohstoffsicherung werden VBG als ein wichtiges Instrument für die längerfristige Rohstoffsicherung betrachtet, da dieses u.a. den vorsorgenden Gedanken für eine nachhaltige Rohstoffsicherung beinhaltet. Den RPG steht es frei, mit hinreichender Begründung Vorbehaltsgebiete auszuweisen.

Die nachfolgenden Abschnitte zeigen die unterschiedliche Umsetzung der Rohstoffsicherung in den einzelnen RPG. Vom LAGB wurden für alle RPG auf fachlich fundierter Grundlage neben den Vorranggebieten auch überregional bedeutsame Vorbehaltsflächen vorgeschlagen. Hierbei ist zu auch zu beachten, dass nicht nur aus der Sicht der Industrie, sondern auch im Sinne der effizienten Ausschöpfung unserer natürlichen Rohstoffressourcen perspektivische Planungszeiträume anzustreben sind. Unter dem Gesichtspunkt der Zukunftsvorsorge muss die Nutzung der bekannten Potenziale deutlich über die bislang üblichen 10 bis 15 Jahre hinaus möglich sein. Denn es ist zu beachten, dass neben der sparsamen Verwendung die möglichst langfristige Verfügbarkeit von mineralischen Rohstoffen einen wichtigen Gesichtspunkt für eine nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft darstellt. Die Verankerung einer vorsorgenden Sicherungskategorie in der Landes- und Regionalplanung würde nicht zuletzt auch die Chance eröffnen, zahlreichen aktuellen Nutzungskonflikten die Schärfe zu nehmen und zugleich den Interessen der Rohstoffwirtschaft wirksamer als bisher Rechnung zu tragen.

Zu den Aufgaben des LAGB gehört u.a. die Sicherung erteilter Bergbauberechtigungen und Abbaugenehmigungen mit dem Ziel, die bedarfsgerechte Versorgung von Wirtschaft und Gesellschaft mit mineralischen Rohstoffen zu gewährleisten. Weiterhin müssen hochwertige Bodenschätze auch langfristig in Form von Reservelagerstätten landesplanerisch gesichert werden. In letzter Konsequenz besteht sonst die konkrete Gefahr einer Beeinträchtigung der zukünftigen Versorgung.

Die grundlegende Sicherung von überregional bedeutsamen Lagerstätten erfolgt im LEP ST 2010. Die räumliche Untersetzung und Konkretisierung der Rohstoffsicherung ist Aufgabe der Regionalen Planungsgemeinschaften. Die fachlich fundierten Vorschläge des LAGB wurden mit anderen Raumnutzungen geprüft und entsprechend abgewogen. Die Anzahl der Rohstoffsicherungsgebiete für die oberflächennahen Steine- und Erden-Rohstoffe in den einzelnen Regionalen Entwicklungsplänen zeigt Tab. 7.

Derzeitig ist die regionale und teilweise überregionale Versorgung mit oberflächennahen Steine- und Erden-Rohstoffen gewährleistet. Kritisch bleibt anzumerken, dass der Grundgedanke einer vorsorgenden Rohstoffsicherung mit der Ausweisung von Vorbehaltsgebieten in nur drei Planungsregionen widerspiegelt (Tab. 7).

Nach der Vorlage des LEP ST im Dezember 2010 gelten mit den Überleitungsvorschriften die aktuellen REP weiter, insofern sie den hierin festgelegten Zielen der Raumordnung nicht widersprechen. Für die Planungsgemeinschaften ergibt sich aus dem LEP ST 2010 naturgemäß ein unterschiedlicher Aktualisierungs- bzw. Fortschreibungsbedarf zu einzelnen Themenkreisen.

Die Planungsgemeinschaft Magdeburg hat 2010 die Neuaufstellung ihres REP beschlossen. Erforderlich wurde diese Entscheidung, weil der Zuschnitt der Planungsregion wesentlich vergrößert wurde. Hier folgt aktuell auch eine Überarbeitung für die raumbedeutsamen Nutzungsansprüche, die aus der Gewinnung von Bodenschätzen resultieren. Weiterhin enthält auch die Fortschreibung des REP Halle (2012) eine Aktualisierung der Grundsätze und Ziele zur Rohstoffsicherung. Von Seitens des LAGB wurden beiden Planungsgemeinschaften die hieran angepassten und fachlich untersetzten Vorschlagsflächen übergeben. Derzeitig erfolgt die Abwägung mit anderen Nutzungsansprüchen. Im Unterschied zu den o.g. Planungsregionen ist die Rohstoffsicherung von den Fortschreibungen der übrigen Planungsgemeinschaften des Landes nicht betroffen.

3.4 Lagerstättengeologischer Untersuchungsstand - Probleme und Ausblick

An den grundlegenden Aussagen zum lagerstättengeologischen Untersuchungsbedarf für die Zukunft, wie er bereits im Rohstoffbericht 2008 formuliert worden ist, hat sich auch in diesem Berichtszeitraum prinzipiell nichts geändert. Versorgungspolitisch wichtige Steine- und Erden-Lagerstätten sind i.W. rohstoffgeologisch hinreichend untersucht und landesplanerisch eingeordnet. Die Forderung nach einer zeitgemäßen, den heutigen Normen angepassten Qualitätsbewertung besteht gleichwohl nach wie vor. Insbesondere für Hartgestein (gebrochener Naturstein) werden sowohl die Erkundung neuer Lagerstätten unausweichlich, als auch nachfolgende Qualitäts- und Eignungsuntersuchungen immer dringlicher. Im Folgenden werden die nachstehenden Rohstoffgruppen dahingehend eingeschätzt.

Kiessand

Als wichtigstem Massenrohstoff kommt dem Erkundungsgrad der Kiessand-Lagerstätten eine vorrangige Bedeutung zu (hierzu auch Kap. 5.3). Im Unterschied zu den gut untersuchten, wirtschaftlich bedeutenden und intensiv genutzten Großvorkommen in Nähe zu den Ballungszentren, gibt es bei der Bewertung weiterer rohstoffhöffiger Gebiete nach wie vor erhebliche Unsicherheiten. Insbesondere sind die Qualitätsparameter zahlreicher Rohkiessande nicht hinreichend gut bekannt, so dass zuverlässige Aussagen über ihre Eignung zur Herstellung hochwertiger Produkte nur eingeschränkt möglich sind.

Abb. 16 Gewinnung von Niederterrassen-Kiessanden am nördlichen Elbelauf bei Rogätz (Kehnert / Treuel / Auwiesen). Mit der geplanten Ausweisung des nördlichen Elbtals als Naturschutzgebiet läge diese wichtige Gewinnungsstelle vollständig innerhalb dieses Schutzgebiets mit möglichen Folgen für den langfristigen Weiterbetrieb (Aufnahme 08.07.2010).

Ein besonderes Problem stellt nach wie vor die Neigung einzelner Gesteine und / oder Geröllkomponenten (Zuschlagstoffe) zu Treibreaktionen (z.B. Alkalikieselsäurereaktion, AKR) im Beton dar. Über die Ergebnisse umfangreicher geröllpetrographischer Untersuchungen an wichtigen Kiessandlagerstätten bzw. bisher weniger untersuchten Ablagerungsräumen pleistozäner Kiessande in Sachsen-Anhalt wurde bereits 2008 ausführlich berichtet (Erickson et al. 2008). Das Problem der Treibreaktionen im Beton beschäftigt bundesweit zahlreiche Institute, Behörden und Unternehmen, ohne dass für Sachsen-Anhalt endgültige Problemlösungen angeboten werden können.

Im April 2011 trat die 2. Berichtigung der DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie, Ausgabe Februar 2007) in Kraft, welche Ergänzungen für den Teil 3 der Alkali-Richtlinie für ungebrochene Gesteinskörnungen im Mitteldeutschen Raum enthält. Demnach ist hinsichtlich des Untersuchungsumfanges dieser Teil der Alkali-Richtlinie anzuwenden, wenn ungebrochene Gesteinskörnungen >2 mm den Flussläufen und anderen Ablagerungsräumen in den Gebieten der Saale, Elbe, Mulde und Elster im angrenzenden Bereich gemäß Teil 2 zuzuordnen sind.

Wegen der aus rohstoffgeologischer Sicht nicht eindeutigen Festlegungen der 2. Berichtigung treten folgende Fragen auf:

- Welche Flüsse sind exakt gemeint?
- Welcher zeitliche Rahmen gilt: rezenter Flusslauf und/oder die z.T. sehr davon abweichenden Verläufe während der Ablagerung der Kiessande im Quartär oder Tertiär?
- Wie werden die z.T äußerst intensiven glazifluviatilen Verfrachtungen, Umlagerungen und Durchmischungen der fossilen Schotterkörper berücksichtigt?

Im Zuge einer Beratung des LAGB und TLUG beim Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) am 22.08.2012 in Berlin ergab sich zu dem o.g. Problemkreis aus Sicht des DAfStb folgender Sachstand:
„In den vergangenen 3 bis 4 Jahren sind Schäden an Betonbauwerken aufgetreten, die mit überwiegend ungebrochenen Gesteinskörnungen aus der mitteldeutschen Region hergestellt wurden (Flussläufe der Mulde, Elbe, Elster und Saale und deren Ablagerungsräumen). In den bekannt gewordenen Fällen konnte die Mitwirkung einer schädigenden Alkalireaktion durch Gutachter bestätigt werden. Bei anschließend durchgeführten Untersuchungen mit verschiedenen Prüfverfahren und der Auswertung von petrografischen Untersuchungen wurde festge-

Abb. 17 Abbau von Hartgestein (Andesit) im Tagebau Dönstedt-Eiche bei Bebertal (Aufnahme 27.03.2012).

stellt, dass diese Gesteinskörnungen Potenzial für eine schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion aufweisen."

Und weiter:
„Zurzeit werden weiterhin Performance-Prüfverfahren entwickelt, die nicht mehr dazu dienen, die Reaktivität der Gesteinskörnung zu beurteilen, sondern die die Eignung von Betonrezepturen zur Vermeidung einer schädigenden AKR feststellen sollen. Diese Verfahren sollen zukünftig eine wesentlich einfachere Vorgehensweise für die Einstufung von Betonzusammensetzungen ermöglichen, die keinerlei Gefährdung hinsichtlich einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion aufweisen, obwohl sie alkaliempfindliche Gesteinskörnungen enthalten. Auch diese Verfahren befinden sich noch in der Entwicklungsphase."

Ein aktueller Aspekt der Versorgung des Nordteils von Sachsen-Anhalt mit Kiessand ist die geplante Ausweisung des Elbtals nördlich von Magdeburg bis zur Landesgrenze als Naturschutzgebiet (14000 ha). Die volle Tragweite dieser geplanten Maßnahme lässt sich gegenwärtig noch nicht überblicken. Zweifellos werden hiervon in unterschiedlichem Ausmaß Kiessandabbaustellen betroffen sein, die aufgrund der Standortgebundenheit ihres Bodenschatzes nur hier den Rohstoff gewinnen können (Abb. 16).

Hartgestein (Gebrochener Naturstein)
Sachsen-Anhalt verfügt über drei regionale Bereiche, in denen standortgebunden Naturstein gewonnen und zu hochwertigen Produkten veredelt werden können. Dabei handelt es sich um:
- die Flechtingen-Teilscholle (Abb. 18),
- den Halleschen Vulkanitkomplex und
- den Harz.

Die bedeutendsten Vorkommen sind die oberflächennahen Andesite / Rhyolithe in der **Flechtingen-Teilscholle.** Diese geologische Einheit weist zudem das nördlichste Hartgesteinspotenzial Deutschlands auf, das auch Versorgungsfunktion weit über die Landesgrenze hinaus wahrnimmt. In den Steinbrüchen wird derzeitig mit rund 6,32 Mio. t (2011) über die Hälfte der gebrochenen Natursteine des Landes produziert. Entsprechend der hohen Produktionsmengen ist deshalb für einen ausreichenden Erkundungsvorlauf zu sorgen. In den vergangenen Jahren hat hier die Hartgesteinsindustrie erhebliche Anstrengungen unternommen, neue bauwürdige Vorräte nachzuweisen und Erweiterungspläne umzusetzen.

Dennoch wird diese wichtige Lagerstättenregion ohne den mittelfristigen Nachweis und langfristigen Neuaufschluss bislang unbekannter Hartgesteinspotenziale auf

Abb. 18 Unmittelbar an der Oberfläche anstehender Quarzporphyr der geplanten Ersatzlagerstätte Niemberg-Brachstedt (Aufnahme 21.06.2010).

lange Sicht ihre jetzige Versorgungsfunktion für den norddeutschen Raum nicht mehr erfüllen können. Unter Berücksichtigung der sehr langen Genehmigungszeiträume für Hartgesteins-Abbauvorhaben muss daher schon heute über eine Verbreiterung der Rohstoffbasis konkret nachgedacht werden. Im Hinblick auf den möglichen Nachweis wirtschaftlich interessanter Rohstoffressourcen wurden im Jahr 2010 die flächenhaft vorliegenden gravimetrischen und geomagnetischen Altdaten zu einer geologischen Rayonierung der Flechtingen-Teilscholle neu aufbereitet und bewertet (s. Kap. 5.5). In einem zweiten Schritt dieser methodischen Arbeiten erfolgten verschiedene geophysikalische Messungen in einem Testgebiet. Die Ergebnisse zeigen, dass die eingesetzten Verfahren bei Anwendung geeigneter Messparameter zur Erkundung von Hartgesteinsvorkommen im Vorfeld der industriellen Tätigkeit essenziell beitragen können.

Der überregionalen Bedeutung des Hartgesteinsvorkommens wird auch durch den LEP ST 2010 Rechnung getragen, indem drei große Teilgebiete in der Rohstoffsicherung festgeschrieben sind.

Im Großraum **Halle** werden auf Grund der oberflächennahen Verbreitung permischer Vulkanite (Rhyolithe/ Quarzporphyre) seit Jahrhunderten Hartgesteine gewonnen und vorrangig im Straßenbau (Schotter und Splitt) verarbeitet. Heute stehen mit den Steintagebauen Petersberg, Schwerz und Löbejün leistungsstarke Gewinnungsstellen zur Verfügung. Allerdings ist die Lebensdauer für die Tagebaue Petersberg und Schwerz auf die nächsten Jahren befristet. Die langfristige Schaffung von Ersatzlagerstätten zur Sicherung der Rohstoffversorgung ist für den Raum Halle deshalb dringend erforderlich. Als Ersatz für die auslaufenden Steinbrüche wurde die Lagerstätte Niemberg-Brachstedt geologisch erkundet und als Bergwerkseigentum festgeschrieben (Abb. 18). Das Vorkommen ist als Vorranggebiet für Rohstoffgewinnung landesplanerisch in den LEP ST 2010 sowie den Regionalen Entwicklungsplan Halle eingeordnet.

Konflikte bei der Sicherung der Rohstoffbasis für gebrochene Natursteine zeichnen sich auch im Bereich des Harzes ab. In den nächsten Jahren erschöpft sich die Produktion im Tagebau Rieder. In mehreren Erkundungsetappen wurde nach einer Ersatzlagerstätte gesucht, die die Anforderungen an ein wirtschaftlich gewinnbares Rohstoffvorkommen erfüllt. Bei der Auswahl der Untersuchungsflächen wurden naturschutzfachliche Aspekte umfassend berücksichtigt. Im Ergebnis einer Detailerkundung wurde eine Lagerstätte südlich von Ballenstedt ausgewiesen, die die zukünftige Versorgung mit hochwertigen Natursteinprodukten erfüllen kann. Dieses Vorkommen wurde aufgrund seiner überregionalen Bedeutung im Regionalen Entwicklungsplan Harz fixiert und weiterhin in den Landesentwicklungsplan 2010 als Vorranggebiet für die Rohstoffgewinnung aufgenommen.

Unter Berücksichtigung immer längerer Genehmigungszeiträume muss schon heute über eine landesweite Erweiterung der Rohstoffbasis konkret nachgedacht werden. Das bedeutet, dass für den Bodenschatz gebrochener Naturstein neue Höffigkeitsgebiete auszuweisen sind. Diese sind geologisch-rohstofftechnologisch zu untersuchen und zu bewerten.

Kalkstein

Wie kaum ein anderer Steine- und Erden-Rohstoff ist Kalkstein auf Grund seiner chemischen, gesteinsphysikalischen und gesteinstechnischen Eigenschaften ein überaus interessanter und vielfältig einsetzbarer Rohstoff (hierzu auch Kap. 5.6). Die breite Palette der Einsatzgebiete von Kalkstein reicht von der Zementherstellung über die Stahlerzeugung bis hin zur Lebensmittel- und Kosmetikindustrie.
Sachsen-Anhalt verfügt über ein großes und regional gut verteiltes Rohstoffpotenzial an Kalkstein. Die Lagerstätten sind zum großen Teil sehr gut erkundet und nicht selten von überregionaler Bedeutung. Die Rohstoffbasis ist landesweit mittel- bis langfristig gesichert. Durch einzelne Unternehmen wurden im Berichtszeitraum erfolgreiche Arbeiten zur qualitativen Absicherung der Produktion durchgeführt (Abb. 19).

Im Kalksteintagebau Förderstedt werden die Kalksteine vorrangig zur Nutzung in der Sodaindustrie gewonnen und aufbereitet. Durch die technologische Aufbereitung und den Transport fällt ein hoher Anteil an derzeitig nicht verwertbarem Unterkorn an. Hier werden gezielte Untersuchungen bzw. Recherchen zum Einsatz des anfallenden Unterkorns empfohlen.

Besondere Anforderungen sind beim Einsatz von Kalksteinen in der Zementindustrie zu beachten. Die Anforderungen des Betonbaus an die Laborierung von Zementen verschieben sich in Richtung alkaliarmer Produkte. Im Verkehrswegebau werden zunehmend Zemente mit einem niedrigeren Na_2O-Äquivalent (0,8) eingebaut, um Treibreaktionen (AKR) zu vermeiden. Die Einhaltung dieser strengen Qualitätsanforderungen setzt den Einsatz entsprechender Rohstoffe voraus. Der im LAGB vorhandene umfangreiche Fundus lagerstättenanalytischer Daten sollte zukünftig unter dem o.g. Aspekt einer Neubewertung unterzogen werden.

Abb. 19 Abbaustoß von gebanktem oberdevonischen Massenkalk (Kleiner Hornberg bei Elbingerode/Mittelharz).

Naturwerkstein

Eine ausführliche Darstellung zur Verbreitung, Gewinnung und Nutzung von Naturwerkstein findet sich in Kap. 5.4).

Ton / Kaolin

Sachsen-Anhalt verfügt über mehrere interessante Rohstoffvorkommen, u.a. für hoch-, rot- und hellbrennende Keramik. Mit wenigen Ausnahmen sind die aktiven Gewinnungsstellen von überregionaler bis lokaler Bedeutung ausreichend bis gut untersucht. Eine umfangreiche Bewertung des Rohstoffpotenzials erfolgte im sogen. EFRE-Projekt 2005 (Stedingk et al. 2005). Der mögliche Einsatz von Tonen und tonigen Gesteinen als barrierewirksames Medium und als Einsatzmaterial beim Bau von Deponien wird aus den vorhandenen Erkenntnissen positiv eingeschätzt. Empfehlenswert wäre die Untersetzung des vorhandenen Kenntnistandes durch gezielte Untersuchung von erforderlichen Qualitätsparametern.

Zur Rohstoffsicherung und bergrechtlichen Einordnung im Bereich der hell brennenden Tone / Kaoline gab es in der jüngeren Vergangenheit begrenzte erkundungsgeologische Arbeiten, die vorrangig die Untersuchung der Rohstoffeignung zum Ziel hatten. Die Rohstoffbasis ist mittelfristig als gesichert zu bewerten. Allerdings sind innerhalb einzelner Aufschlüsse gezielte Vorfelduntersuchungen zur Absicherung der Qualität notwendig.

Die landesweite Bedeutung der Ton- und Kaolinlagerstätten wird durch die Festlegung von drei überregional bedeutsamen Gebieten im aktuellen LEP ST 2010 gewürdigt.

Quarzsand

Wie schon im Rohstoffbericht 2008 dargelegt, gehören Quarzsande, quarzreiche Kiessande, Quarzsandsteine und andere quarzreiche Festgesteine, soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium eignen, zu den grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des Bundesberggesetzes (§ 3 (4) BBergG, s. Anhang II). Durch die Einordnung von Quarzrohstoffen nach dem BBergG wird bereits die Bedeutung dieser Rohstoffe für die Wirtschaft deutlich. Dem trägt auch der LEP ST 2010 Rechnung, indem dieser vier Vorranggebiete für Quarzsandgewinnung ausweist (Abb. 20).
An mehreren Standorten haben sich in Sachsen-Anhalt Glaswerke entwickelt, die langfristig eine Rohstoffbasis an qualitätsgerechten Bodenschätzen benötigen. Derzeitig können diese nicht vollständig aus den landesinternen Betrieben bereitgestellt werden.

Der Erkundungsgrad der hochqualitativen Quarzsand-Lagerstätten ist sehr differenziert zu bewerten. Einzelne Gewinnungsstellen, die bereits Zulieferer der Glasindustrie sind, verfügen über einen sehr guten Erkundungsgrad. Allerdings fehlen hier z.T. langfristige Erweiterungsmöglichkeiten.
Generell sollte für Quarzrohstoffe eine landesweite Analyse nach neuen Höffigkeitsgebieten durchgeführt werden. Daneben ist die Qualität noch vorhandener weitgehend ungenutzter Vorkommen (z.B. Kläden) gegeben, diese auf die Möglichkeit des Einsatzes in der Glasindustrie zu untersuchen. Hierzu gehören auch eozäne Sande, die bei der Braunkohlegewinnung in erheblichen Mengen anfallen. Die Prüfung der Domsener Sande im Baufeld Schwerzau auf ihre Eignung als Glassand verlief 2012 allerdings erfolglos.

Abb. 20 Bei Quedlinburg am Lehof werden entfestigte Sandsteine der Oberkreide (Involutus Sandstein) gewonnen und zu hochwertigen Quarzsandprodukten (z.B. Form- und Glassand) aufbereitet. (a) Der seit 1934 als Naturdenkmal geschützte Lehof-Felsen, (b) Aufschluss des Roh-Quarzsandes, (c und d) Blick in die Aufbereitung (Wendelscheider-Aufgabe und Siebmaschinen).

Generell besteht im Land Sachsen-Anhalt noch erheblicher Bedarf an lagerstättengeologischen sowie rohstofftechnologischen Untersuchungen, um auch langfristig die Basis für alle Steine- und Erden-Rohstoffe sichern zu können.

3.5 Zusammenfassung

Das Land Sachsen-Anhalt verfügt aufgrund seiner geologischen Verhältnisse über eine günstige Lagerstättenbasis, um regional als auch überregional mineralische Rohstoffe bzw. hieraus hergestellte Produkte bereitstellen zu können.

Die vergleichende Statistik zeigt, dass sich in den vergangenen Jahren ein etwa gleich bleibendes Niveau bei der Steine- und Erden- Produktion eingestellt hat (vgl. Tab. 2 und Abb. 3). Im Jahr 2011 betrug die Gesamtförderung an Steine und Erden aus 193 Gewinnungsstellen rund 40,46 Mio. t. Auch weiterhin stellt der Abbau von Kiessand / Sand mit knapp 15 Mio. t den Hauptanteil an der Steine- und Erden-Produktion. Mengenmäßig folgen mit knapp 13 Mio. t Kalkstein und Hartgestein (11 Mio. t).

Aus regionalgeologischen Gründen (Lagerstättenverteilung) wird auch künftig ein Austausch von Steine- und Erden-Rohstoffen mit anderen Bundesländern erfolgen. Dies bedeutet, dass bestimmte Regionen Versorgungsfunktionen über ihre Grenzen hinaus übernehmen müssen.

Daseinsvorsorge und Rohstoffsicherung haben in der öffentlichen und politischen Wahrnehmung der vergangenen drei Jahre einen deutlich höheren Stellenwert erlangt. Das gestiegene Problembewusstsein spiegelt sich im Landesentwicklungsplan 2010 und den Regionalen Entwicklungsplänen wider.

Zur mittel- und langfristigen Sicherung der Rohstoffversorgung werden auch künftig Erweiterungsflächen und Neuaufschlüsse unverzichtbar sein.

Die Analyse der Steine- und Erden-Gewinnung in den einzelnen Landkreisen zeigt, dass gut ein Viertel der Gesamtfördermenge des Landes im Landkreis Börde anfällt. Die durchschnittliche Pro-Kopf-Förderung beträgt hier mit etwa 59 t fast das Dreieinhalbfache des Landesdurchschnitts. In dieser hohen Förderung spiegelt sich zugleich die überregionale Stellung der Vorkommen an hochwertigem Hartgestein innerhalb des Flechtinger Höhenzuges wider. Die lagerstättengeologischen Verhältnisse und die große Entfernung zu den Hauptbedarfszentren bedingen dagegen die geringe Förderung im Altmarkkreis Salzwedel.

Die flächendeckende Erfassung des gesamten Rohstoffpotenzials des Landes ist noch längst nicht abgeschlossen. Um diesem Ziel näher zu kommen, werden regional und rohstoffspezifisch Erkundungsarbeiten im Vorfeld der industriellen Tätigkeit erforderlich sein. Hierfür sind im Landesinteresse ausreichende Mittel einzuplanen.

Die Dokumentation und Bewertung des Ressourcenpotenzials unseres Landes sowie die Rohstoffsicherung stellen auch in Zukunft Schüsselaufgaben des Landesamts für Geologie und Bergwesen dar.

Literatur und Quellen

Börner, A. & Werner, W. (2012): Recycling-Rohstoffe.- in: Steine- und Erden- Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland.- Geol. Jb., Sonderhefte, SD 10, 271-278, 3 Abb., 3 Tab., Hannover.

Erickson K. P., Präger, R., & Stedingk, K. (2008): Qualitätsparameter ausgewählter Kiessandlagerstätten Sachsen-Anhalts.- Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 16, 55-72, 13 Abb., 1 Tab., Halle (Saale).

Stedingk, K., Borbe, H., Karpe, P. & Model, E. unter Mitarbeit von: Balzer, G., Brasse, A., Forker, A., Jost, G. und Schulze, G. (1999): Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 1998.- Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beih. 2, 73 S., Halle (Saale).

Stedingk, K., Balzer, G. & Karpe, P. (2002): Rohstoffgewinnung und -bedarf in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industrieminerale).- in: Rohstoffbericht 2002.- Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft 5, 11-30, 10 Abb., 4 Tab., Halle (Saale).

Stedingk, K., Balzer, G. & Karpe, P. (2005): Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industrieminerale).- in: Rohstoffbericht 2005.- Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft 9, 15-30, 9 Abb., 6 Tab., Halle (Saale).

Stedingk, K., Uebel, M. & Reiche, D. (2005): Ergebnisse des EFRE-Projekts „Untersuchungen an ausgewählten Ziegelton-Rohstoffen Sachsen-Anhalts“ Keram-technische Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen.- Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 9, 57-122, 22 Abb., 1 Tab., Halle (Saale).

Stedingk, K., Präger, R., Balzer, G. & Karpe, P. unter Mitarbeit von Desselberger. U., Jost G. und Rudolph, N. (2008): Gewinnung von Bodenschätzen und Rohstoffsicherung in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industrieminerale).- in Rohstoffbericht 2008 - Mineralische Bodenschätze in Sachsen-Anhalt - Potenziale, Nutzung, Sicherung, Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 16, 15-54, 26 Abb., 18 Tab., Halle (Saale).

[1] Landesentwicklungsplan 2010 des Landes Sachsen-Anhalt.- Anlage zur nach § 5 Abs. 3 Satz 1 des Landesplanungsgesetzes durch die Landesregierung beschlossenen Verordnung vom 14. 12. 2010.

[2] Verordnung über den Landesentwicklungsplan 2010 des Landes Sachsen-Anhalt vom 16. Februar 2011, GVBl. LSA 2011.

4. Bodenschatzgewinnung und Genehmigungsverfahren

4.1 Die Anwendung des Bergrechtes im Steine- und Erdenbergbau

Frank Esters [1]

4.1.1 Einführung

Am 1. September 2010 fand in Löbejün (Saalekreis) der 5. Rohstofftag Sachsen-Anhalt unter dem Thema „Rohstoffgewinnung und Flächenmanagement“ in der Steine- und Erden-Industrie statt, veranstaltet von den Industrie- und Handelskammern Halle-Dessau und Magdeburg, mit dem Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) und dem Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) als Partner (s. Kap. 5.8). Vertreter aus Behörden, Wirtschaft und Kommunen tauschten in Vorträgen und der Diskussion ihre Erfahrungen zu den Schwerpunkten „Planung und Genehmigung, Flächenmanagement und Rekultivierung“ aus. In dieser Vortragsreihe referierte der Autor dieses Beitrages zum o.g. Thema.

An der Gegenüberstellung einer schon als historisch zu bezeichnenden Aufnahme des Kalkwerkes Rübeland aus dem Jahr 1985 – vier Jahre vor der politischen und wirtschaftlichen Wende – mit einer Aufnahme aus der jüngsten Zeit ist sofort zu erkennen, vor welchen Herausforderungen die Industrie und auch die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden standen, die Werke, Anlagen und Betriebsmittel auf den westeuropäischen technischen Stand zu heben (Abb. 1). Die zwingende Notwendigkeit, die ökonomischen und ökologischen Verhältnisse in der Steine- und Erdenindustrie radikal zu verbessern, führte während der vergangenen zwei Jahrzehnte zu einer umfassenden Modernisierung der produzierenden Betriebe innerhalb der neuen rechtlichen Rahmenbedingungen (Abb. 2).

Beide Aufnahmen zeigen dasselbe Werk bei der Herstellung von Branntkalk. Technischer Stand des Kalkbrennens in Elbingerode (Harz) waren vor der Wende einfache Schachtöfen, die mit Braunkohlenkoks (BHT) befeuert wurden. Die erkennbaren damaligen beeinträchtigenden Umweltauswirkungen sind heute unzulässig und zeugen von einer vergangenen Industrieepoche.

Die aktuelle Ansicht des gleichen Werkes nach mehreren Modernisierungsetappen und dem Ausbau auf den heutigen Stand der Technik verdeutlicht den gewaltigen Fortschritt bei der Erfüllung der technischen Umwelt-

Abb. 1 Schachtofenbatterie im Kalkwerk Rübeland um 1985 (Archiv Felswerke).

Abb 2 Blick vom Bielstein auf das Kalkwerk Rübeland (Aufnahme am 20. Juli 2011).

1 Ltd. Bergdirektor Dipl.-Ing. Frank Esters, Stellvertretender Präsident und Abt.-Ltr. 1 (Bergbau), Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

standards sowie der Steigerung der Effizienz insbesondere durch Anpassung der Ofentechnik. Die veränderten Marktbedingungen führten hierbei zum Einsatz alternativer Energieträger:
- zunächst Umstellung auf Erdgas in den 1990er Jahren,
- dann Umrüstung auf wirtschaftlich günstigeren Braunkohlenstaub und
- schließlich Befeuerung mit Altöl im Zuge der thermischen Abfallverwertung.

Die ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen für die einheimische Rohstoffwirtschaft dauerhaft zu verbessern, bedeutet insbesondere, die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen in Sachsen-Anhalt an der Produktionsbasis zu stärken und zu erhalten. Dieser Erneuerungsprozess erfordert – wie am gezeigten Beispiel – eine Fülle komplexer Genehmigungsverfahren. Der Aufwand auf beiden Seiten, beim Antragssteller, wie bei den Genehmigungsbehörden, ist hoch und nimmt trotz „Deregulierung" des Vorschriftenwesens eher zu, als ab. Der stetige Personalabbau bei den zuständigen Behörden – das LAGB eingeschlossen – wirkt dabei zunehmend als Hemmschuh für die Reduzierung der jeweiligen Verfahrensdauer und beeinträchtigt nicht selten massiv die Investitionsbereitschaft von Unternehmen.

4.1.2 Rechtsverhältnisse der Rohstoffgewinnung

Durch das Gesetz zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen vom 15.04.1996 fallen bestimmte Bodenschätze (z.B. Kiese und Sande) nicht mehr in den Geltungsbereich des BBergG (s.u.). Für den Abbau dieser Bodenschätze gelten die entsprechenden Vorschriften verschiedener Rechtsbereiche, und zwar in Abhängigkeit von der Größe des Vorhabens und des Abbauverfahrens. Die Belange des Arbeitsschutzes für den Grundeigentümerabbau werden durch die Gewerbeaufsichtsämter wahrgenommen. Bestehende Bergbauberechtigungen (Bewilligungen und Bergwerkseigentum) genießen im Rahmen der geltenden bergrechtlichen Regelungen Bestandsschutz. Diese durchgreifende Rechtsänderung bei der Bodenschatzgewinnung hatte z.B. zur Folge, dass inzwischen weit über die Hälfte der aktiven Kiessandabbaue des Landes nicht mehr dem Bergrecht unterliegen (s. Kap. 3., Tab. 2).

Die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe unter Bergaufsicht in Tagebauen ist ein rechtlich wie planerisch hoch komplexer Vorgang, der eine Vielzahl von Rechtsbereichen und Planungsträgern berührt (s. auch Kap. 4.2). Für die Genehmigung und den Betrieb gibt es auch im Bergrecht keine zentrale Rechtsgrundlage. Es müssen – je nach konkreter Sachlage – eine ganze Reihe von Vorschriften beachtet und ggf. verschiedene Genehmigungen unterschiedlicher Behörden eingeholt werden.

Die dabei berührten Rechtsbereiche sind
- das Bergrecht (BBergG),
- das Wasserrecht (WHG, WG LSA),
- das Raumordnungsrecht (ROG, LPlG),
- das Naturschutzrecht (BNatSchG, NatSchG LSA),
- das Immissionsschutzrecht (BImSchG),
- das Baurecht (BauGB, BauO LSA),
- das Forstrecht (BWaldG, LWaldG)

und je nach Einzelfall Weitere.

Die Einteilung der Bodenschätze in bergfreie und grundeigene Bodenschätzen nimmt § 3 des Bundesberggesetzes (im Folgenden BBergG) vor. Zu den bergfreien Bodenschätzen gehören nach § 3 Abs. 3 BBergG die Energierohstoffe Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas sowie die Erdwärme, weiter die Industrieminerale wie Salze einschließlich der Salzsole, Spate und Graphit und alle Metallerze. Das Aufsuchungs- und Gewinnungsrecht an bergfreien Bodenschätzen erteilt der Staat über die Bergbehörde durch entsprechende Bergbauberechtigungen an berechtigte Personen oder Unternehmen, unabhängig von den Eigentumsverhältnissen an Grund und Boden über der Lagerstätte.

Die grundeigenen Bodenschätze nach § 3 Abs. 4 BBergG stehen hingegen im Eigentum des Grundeigentümers und beziehen sich in Sachsen-Anhalt vor allem auf Bodenschätze wie Ton, Quarz, Kaolin. Hinzu kommen auch die nach dem Bergrecht der DDR verliehenen und aufrecht erhaltenen Bergwerkseigentume an Steine- und Erdenbodenschätzen. Hierzu gehören vor allem Kiese und Kiessande, Kalkstein sowie Hartgesteine zur Herstellung von Schotter und Splitt (hierzu s. Anhang III). Alle anderen Bodenschätze, die nicht unter das Bergrecht fallen, sind Grundeigentümer-Bodenschätze. Wer bergfreie und grundeigene Bodenschätze aufsuchen und gewinnen will, benötigt dafür die bergrechtlichen Betriebsplanzulassungen der zuständigen Bergbehörde. Zur Abgrabung von Grundeigentümerbodenschätzen sind je nach Landesrecht Genehmigungen nach Bau- oder Umweltrecht von den zuständigen allgemeinen Ordnungsbehörden erforderlich (s. Kap. 4.2).

4.1.2.1 Was ist bei der Anwendung des Bergrechts im Steine- und Erdenbergbau beachtlich?

Unter Bergrecht sind die im BBergG aufgeführten Rechtsvorschriften und die auf Grundlage dieses Gesetzes erlassenen Bergverordnungen, Richtlinien und sonstigen Vorschriften zu verstehen.
Das BBergG ist dabei kein Umweltgesetz, sondern ein spezieller Teil des Wirtschaftsrechts.
Die Grundsätze und Ziele werden in § 1 BBergG wie folgt festgelegt:
- Ordnen und fördern der Gewinnung von Bodenschätzen,

- Berücksichtigen der Standortgebundenheit von Lagerstätten,
- Berücksichtigen des Lagerstättenschutzes bei sparsamem und schonendem Umgang mit Grund und Boden,
- Gewährleisten der Sicherheit für Betriebe und Beschäftigte,
- Verstärken der Gefahrenvorsorge für Leben, Gesundheit, Sachgüter,
- Verbessern des Schadensausgleiches unvermeidbarer Schäden.

Zur Durchsetzung des Bergrechtes gegenüber konkurrierenden oder abwehrenden Nutzungen, die das Gewinnen von bergrechtlichen Bodenschätzen verhindern würden, ist die sogenannte „Rohstoffsicherungsklausel" in § 48 Abs. 1 Satz 2 BBergG von Bedeutung:

Danach sollen andere öffentlich-rechtliche Vorschriften die Aufsuchung und Gewinnung so wenig wie möglich beeinträchtigen. Auch die Gemeinde ist im Betriebsplanzulassungsverfahren nach § 54 Abs. 2 Satz 1 BBergG lediglich in ihrer eigenen hoheitlichen Aufgabe als Planungsträger für die gemeindliche Bebauungsplanung zu beteiligen. Die Herstellung des Einvernehmens der Gemeinde für den Rohstoffabbau ist dagegen nicht erforderlich.

Das bergrechtliche Genehmigungsverfahren ist grob zu unterteilen in das sogenannte „passive" und das „aktive" Bergrecht. Ein „passives" Bergrecht erteilt die Bergbehörde in den Berechtigungsverfahren, die dem Begünstigten auf seinen Antrag das ausschließliche Recht zur Aufsuchung und Gewinnung von bergfreien Bodenschätzen in bestimmten Berechtsamsfeldern gewährt, wenn die rechtlichen Voraussetzungen erfüllt sind:

- die „Erlaubnis" zur Aufsuchung in einem Erlaubnisfeld (§ 7 BBergG),
- die „Bewilligung" zum Betreiben der Gewinnung in einem Bewilligungsfeld (§ 8 BBergG),
- das „Bergwerkseigentum" für ein Bergwerksfeld (§ 9 BBergG).

Zur Gewinnung von grundeigenen Bodenschätzen ist dagegen lediglich der Nachweis des Grundeigentums oder eine entsprechende vertragliche Regelung mit dem Grundeigentümer der Bergbehörde zu belegen.

Für die „aktive" bergrechtliche Zulassung des Bergbaubetriebes ist das Betriebsplanverfahren vorgeschrieben (§ 50 ff BBergG). Die wichtigsten Betriebspläne für den Steine- und Erdenbergbau sind der Hauptbetriebsplan, der immer für die Ausübung der Gewinnungstätigkeiten rechtswirksam zugelassen sein muss (§ 52 Abs. 1 Satz 1 BBergG) und, wenn für das Bergbauvorhaben eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach der „Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (UVP-V Bergbau)" verlangt ist, der sogenannte obligatorische Rahmenbetriebsplan (§ 52 Abs. 2a BBergG), für den das Planfeststellungsverfahren mit umfassender Öffentlichkeitsbeteiligung und Erörterung von Einwänden durchgeführt werden muss (§§ 57 a u. 57 b BBergG).
Für die Einstellung eines Bergbaubetriebes muss ein Abschlussbetriebsplan (§ 53 BBergG) aufgestellt und zugelassen sein, der für den Steine- und Erdenbergbaubetrieb insbesondere die Wiedernutzbarmachung der in Anspruch genommenen Oberflächen und den Schutz vor möglichen Gefahren für Leben und Gesundheit von Jedermann auch nach Einstellung des Betriebes zu regeln und gewährleisten hat. Ist der Abschlussbetriebsplan erfüllt und rechnet die Bergbehörde nach der allgemeinen Erfahrung nicht mehr damit, dass durch den Betrieb Gefahren für Dritte, für andere Bergbaubetriebe oder schützenswerte andere Lagerstätten oder sonstige gemeinschädliche Einwirkungen eintreten werden, endet die Bergaufsicht (§ 69 Abs. 2 BBergG).

4.1.2.2 Nutzungskonflikte bei der Zulassung von Abbauvorhaben

Zwischen Rohstoffabbau und Umweltrecht (Wasserrecht, Natur- und Landschaftsschutz, Bodenschutz, Immissionsschutz) entstehen häufig Nutzungskonflikte. Wenn die Grundstücke, für die ein Bergbauunternehmer einen Betriebsplan zur Zulassung beantragt, durch Gesetz oder andere Rechtsvorschriften für einen anderen öffentlichen Zweck geschützt sind, der Bergbautätigkeiten verbietet oder beschränkt (z. B: häufig Landschafts- und Naturschutzzwecke), dann haben die dafür zuständigen Behörden bei Anwendung dieser Vorschriften trotzdem dafür Sorge zu tragen, dass die Aufsuchung und Gewinnung von bergrechtlichen Bodenschätzen so wenig wie möglich beeinträchtigt werden (§ 42 Abs. 1 BBergG – sog. Rohstoffsicherungsklausel). Jedoch findet die Rohstoffsicherungsklausel in den Fällen, in denen einer Aufsuchung oder einer Gewinnung von bergfreien und grundeigenen Bodenschätzen „überwiegende öffentliche Interessen" entgegenstehen, keine Anwendung und es steht in der Verantwortung der Bergbehörde, unbeschadet von anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften, in der Entscheidung über den Betriebsplanzulassungsantrag eine Beschränkung oder eine Untersagung der Bergbautätigkeiten zu verfügen (§ 48 Abs. 2 Satz 1 BBergG). Durch die Rechtssprechung ist diese sog. „Öffnungsklausel" des BBergG immer stärker in ihrer Bedeutung für die rechtliche Berücksichtigung anderer öffentlicher Interessen und selbst für neu hinzugekommene Rechtsgebiete, wie das Bodenschutzrecht, ausgeweitet worden und ist in den Betriebsplanzulassungsverfahren zu beachten.

So können den bergbaulichen Vorhaben auch Ziele der Raumordnung entgegenstehen und sich durchsetzen, wenn diese wegen ihrer festgesetzten Vorrangnutzung

als überwiegende öffentliche Interessen i.S.d. § 48 Abs. 2 BBergG als höherwertig bewertet werden müssen. Auch bei nachträglichen Änderungen von Raumordnungsplänen mit möglicherweise neuen einschränkenden Wirkungen auf bereits in Betrieb befindliche Bergbaubetriebe können die Unternehmen nur dann auf einen rechtlich wirksamen Bestandsschutz ihrer Bergbautätigkeiten vertrauen, wenn ihr Vorhaben mit einem obligatorischen Rahmenbetriebsplan mit UVP planfestgestellt wurde.

Nutzungskonflikte zwischen dem Abbauvorhaben und entgegenstehenden (meist) Umweltbelangen müssen daher im Zulassungsverfahren angemessen abgewogen und bei der Betriebsplanzulassung entschieden werden. Weiter ist beachtlich, dass das Betriebsplanzulassungsverfahren – ausgenommen bei der Planfeststellung für den obligatorischen Rahmenbetriebsplan – keine „Konzentrationswirkung“ für notwendige Genehmigungen nach anderen Gesetzen, wie dem Wasserrecht (WHG, WG LSA) oder dem Naturschutzrecht (NatSchG LSA, WaldG) hat.

4.1.3 Fallbeispiel einer Ausgleichsmaßnahme

Dass vernünftige Kompromisslösungen auch in der Kombination verschiedener Genehmigungsverfahren gefunden werden können, soll anhand eines außergewöhnlichen Fallbeispiels im Kalksteintagebau Karsdorf gezeigt werden.

Die Zementwerke Karsdorf bauten für die im Rahmen einer Wegebaumaßnahme ausgleichspflichtige Gemeinde einen „Fledermaustunnel“ zu Ende und konnten sich dadurch im Hinblick auf künftige eigene naturschutzrechtliche Ausgleichsforderungen „Umweltpunkte“ auf dem Ökokonto nach dem Naturschutzgesetz LSA erwerben. Der Fledermausschutz wurde durch den Bau eines „Fledermaushotels“ im Kalksteintagebau Karsdorf durch das Unternehmen weiter vervollständigt, das als Ausgleichsmaßnahme für die teilweise Befreiung von einem FFH-Gebiet zum Bau einer neuen Bandstraße diente. Das Fledermaushotel bietet den bedrohten Fledermausarten eine artgerechte Bauweise ihrer üblichen Quartiere (Abb. 3).

4.1.4 Die bergrechtliche Pflicht zur Wiedernutzbarmachung

Im Bergrecht ist die Pflicht zur Wiedernutzbarmachung der vom Bergbaubetrieb benutzten Grundstücke von Beginn an zu beachten. Jeder Betriebsplan hat die erforderliche Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche in dem nach den Umständen gebotenen Ausmaß zu treffen (§ 55 Abs. 1 Nr. 7 BBergG). Im Rahmen der bergbaulichen Wiedernutzbarmachungsverpflichtung sind in aller Regel die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege von öffentlichem Interesse und entsprechend zu beachten.

Wiedernutzbarmachung bedeutet nach der Definition in § 4 Abs. 4 Nr. 4 BBergG
- die ordnungsgemäße Gestaltung der in Anspruch genommenen Oberfläche
- unter Beachtung des öffentlichen Interesses.

In der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes heißt es dazu:
„Es ist im öffentlichen Interesse, einen Zustand für die benutzten Grundstücke wiederherzustellen, der dem früheren Zustand gleichkommt oder der eine andere Nutzung ermöglicht“ (BVerwG, Urteil vom 14.04.2005 - 7 C 26.03 – sog. „Tongrubenurteil II“).

Abb. 3 Fledermaustunnel als ökologische Ausgleichsmaßnahme im Kalksteintagebau Karsdorf (links: Außenansicht, rechts: Einblick in den Tunnel).

Abb. 4 Maßnahmen zur Wiedernutzbarmachung ehemaliger Abbauflächen. Links: Beginn der Renaturierung eines Teilfeldes im Kiessandtagebaus Barleben (2004). Rechts: Abschluss der Gestaltung (Wiederverfüllung) im Kiessandtagebau Großwilsdorf (2007).

Wiedernutzbarmachung bedeutet aber nicht, den tatsächlichen ursprünglichen Zustand eins zu eins wiederherstellen zu müssen. Vielmehr ist der Zustand ausreichend, der die Eignung der Oberfläche für eine sinnvolle Nachnutzung, bei Gewährleistung der (öffentlichen) Sicherheit sicherstellt. Ein Beispiel für eine gelungene Wiedernutzbarmachung unter Beachtung der Naturschutzbelange zeigt der Kiessandtagebau Barleben (Abb. 4).

Im Betriebsplanverfahren kann auch die Oberflächen- und Bodengestaltung unter der Verwendung von geeigneten Aushubmaterialien z.B. aus Straßenbaumaßnahmen zum Anlegen eines Weinberges festgelegt werden. Diese etwas ungewöhnliche – aber landschaftstypische - Art einer Wiedernutzbarmachung wurde in einem Teil des Kalksteintagebaus Karsdorf gewählt (Abb. 5).

Sollen bei der Wiedernutzbarmachung geeignete Abfälle zur Verfüllung der entstandenen Abbauhohlformen im Gelände eingesetzt werden, sind dies Maßnahmen der Abfallverwertung. Abfälle müssen nach den bundesgesetzlichen Anforderungen des § 7 Abs. 3 Krw-/AbfG ordnungsgemäß und schadlos verwertet werden. Konkrete Rechtsvorschriften zur Regelung des Erlaubten und Nicht-Erlaubten bei der Verwertung von Abfällen außerhalb von Deponien sind bislang jedoch weder im Abfall-, noch im Bergrecht enthalten, die klar und eindeutig die Anforderungen an die Schadlosigkeit der Ab-

Abb. 5 Wiedernutzbarmachung eines Teilbereichs des Kalksteintagebaus Karsdorf zu einem Weinberg.

falleigenschaften rechtsverbindlich und kontrollierbar festlegen. Sie fehlen bislang.

In Sachsen-Anhalt ist daher für die Zeit bis zum Erlass bundeseinheitlicher Regelungen das *„Konzept zur Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes bei der Abfallverwertung in Tagebauen und Abgrabungen“* auf der Grundlage

- der Technischen Regeln der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall in der LAGA-Mitteilung 20 von 2003, *„Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Allgemeiner Teil“ und der „Technischen Regeln Boden“* (2004),
- der Empfehlungen des Länderausschusses Bergbau (LAB) (2004), *„Anforderungen an die Verwertung von bergbaufremden Abfällen im Bergbau über Tage – Technische Regeln“* sowie
- der Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) für die durchwurzelbare Bodenschicht (2002)

anzuwenden.

Das LAGB nimmt derzeit eine entsprechende Überprüfung und Anpassung der in den Betriebsplänen enthaltenen Regelungen für die Verfüllung von Tagebauen mit Fremdabfällen vor. Hierfür werden die Betriebsplanzulassungen im Wege der nachträglichen Auflage nach § 56 Abs. 1 BBergG i. V. m. § 48 Abs. 2 BBergG, der sog. Öffnungsklausel im Bergrecht (s. o. zu 4.1.2.2.) durch Beschränkung der Abfallarten und Abfallparameter entsprechend der genannten bodenschutzrechtlichen Vorgaben und Vorschriften umgestellt. An diesem Verfahren werden durch das LAGB die unteren Abfallbehörden beteiligt. Das Gleiche gilt für die Neuzulassung von Betriebsplänen. Auch die Kontrollbefahrungen von Tagebauverfüllungen nimmt das LAGB weiterhin unangemeldet und verstärkt in Abstimmung mit den unteren Abfallbehörden vor. Damit reagieren Landesregierung und -behörden auf Vorkommnisse in einigen wenigen Tagebaubetrieben, die als kriminell zu bewerten sind. Hierbei wurden an der geltenden Rechtslage vorbei die vermeintlichen Regelungslücken im Abfall- und Bodenschutzrecht und dem zufolge auch in den Betriebsplanzulassungen dazu ausgenutzt, u. a. die Verfüllung von Tagebauen mit ungeeigneten, organischen und damit illegalen Abfällen vorzunehmen. Diese Reststoffe hätten sonst ordnungsgemäß und damit wesentlich teurer den dafür vorgehaltenen Abfallverwertungs- und Abfallentsorgungsanlagen angedient werden müssen.

Auch die Entwicklung der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes belegt durch den Beschluss vom 28.07.2010 (BVerwG 7 B 16.10), dass das Bodenschutzrecht im Betriebsplanzulassungsverfahren in stärkerem Maß zu beachten ist, als es in der Vergangenheit Praxis war. Die Schutzziele des verhältnismäßig neuen Bodenschutzrechts sind damit gleichrangig zu beispielsweise den Schutzzielen des Abfall- und Wasserrechtes zu berücksichtigen, obwohl konkrete Ausführungsbestimmungen zur Bewahrung bodenschutzrechtlicher Belange in Rechtsverordnungen weitgehend noch nicht vorhanden sind.

4.1.5 Schlussbemerkung

An Beispielen wird gezeigt, dass die durch den Rohstoffabbau bedingte Inanspruchnahme von Natur und Landschaft durch vorausschauende Planungen und konstruktives Denken und Handeln bei Nutzungskonflikten

- bereits während der Abbauaktivität eine flexible Neugestaltung zur Erfüllung der Verpflichtung zur Wiedernutzbarmachung und
- im Einzelfall auch eine Aufwertung der vor der Rohstoffgewinnung vorhandenen Situation ermöglicht.

Es sollten daher mögliche Nutzungskonflikte frühzeitig auf der Basis tragfähiger Vereinbarungen gelöst und Vorbehalte auf Seiten anderer Behörden und/ oder der Bevölkerung abgebaut werden.

In den Betriebsplanzulassungsverfahren werden die Schutzziele des Bodenschutzrechtes vom LAGB bei der Entscheidung über die Verwertung von Abfällen zur Verfüllung von Tagebauen im Rahmen der Wiedernutzbarmachung entsprechend dem *„Konzept zur Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes bei der Abfallverwertung in Tagebauen und Abgrabungen“* der Landesregierung Sachsen-Anhalt bei Neuzulassungen umgesetzt und bestehende Betriebsplanzulassungen an die diesbezügliche Rechtsentwicklung angepasst.

4.2 Verfahrensweise bei Genehmigungsverfahren außerhalb des Bergrechts

Ragner Wenzel[1]

4.2.1 Rechtliche Zuordnung/Zuständigkeit/ Verfahren

Ungeachtet der erheblichen Bedeutung der Rohstoffversorgung für die Gesellschaft hat sich die Rohstoffgewinnung nicht als eigenständige Fachplanung etablieren können. Somit wurden auch keine eigenständigen Rechtsgrundlagen geschaffen.

Die Zuordnung zu den unterschiedlichen Rechtsgrundlagen hat dazu geführt, dass die Rohstoffgewinnung auf der Grundlage verschiedenster (Fach-) Gesetze und die Absicherung aufgrund verschiedener, zum Teil voneinander abweichender Verfahren mit den unterschiedlichsten Verfahrenszuständigkeiten erfolgt.

Für die rechtliche Absicherung der oberflächennahen Gewinnung von Bodenschätzen sind verschiedene Verfahren vorgesehen:
- das bergrechtliche Zulassungsverfahren gemäß § 55 Bundesberggesetz (BBergG),
- das bergrechtliche Planfeststellungsverfahren nach § 52 Abs. 2 a BBergG,
- das wasserrechtliche Planfeststellungsverfahren nach § 67 ff WHG,
- das bundesimmissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren nach § 4, 16 BImSchG,
- das Verfahren nach Naturschutzrecht (§ 25 NatSchG LSA) sowie
- das Genehmigungsverfahren nach Baurecht (§ 29 BauGB in Verbindung mit § 30-37 BauGB und § 60 BauO Land Sachsen-Anhalt).

Die Verfahrensführung wiederum obliegt unterschiedlichen Behörden:
- der Bergverwaltung,
- dem Landesverwaltungsamt (LVwA) des Landes Sachsen-Anhalt (als Obere Immissionsschutzbehörde, Obere Naturschutzbehörde und Obere Wasserbehörde) und
- den Landkreisen und kreisfreien Städten (Abb. 1).

Für die Abgrenzung der Genehmigungsverfahren außerhalb des Bergrechtes ist entscheidend, ob sich in spezialgesetzlichen Regelungen entsprechende Ermächtigungsgrundlagen befinden. Darüber hinaus darf der sachliche Geltungsbereich des Bundesberggesetzes (§ 2 Abs. 1) nicht eröffnet sein. Des Weiteren ist zu prüfen, ob es sich bei dem zu gewinnenden Rohstoff um einen im § 3 Abs. 3 oder 4 BBergG aufgeführten Bodenschatz handelt. Nur wenn diese Frage mit „nein“ beantwortet werden kann, erfolgt die Rohstoffgewinnung außerhalb des Bergrechtes. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob gegebenenfalls ein bestandsgeschütztes Vorhaben nach Bergrecht vorliegt oder eine Aufrechterhaltung alter Rechte nach §§ 149 ff BBergG gegeben ist.

Abb. 1 Blick in die Sandgrube Calvörde-Bergkabeln. Bei dem hier gewonnenen Rohstoff handelt es sich nicht um einen Bodenschatz im Sinne des § 3 Abs. 3 oder 4 BBergG. Die Genehmigungsbehörde ist diesem Fall der Landkreis Börde, Amt für Umweltschutz.

Sollte dies der Fall sein, käme ebenfalls Bergrecht zur Anwendung.

1 Ragner Wenzel, Landesverwaltungsamt, Referatsleiter Wasser, Dessauer Straße 70, 06118 Halle (Saale).

Bei den öffentlich-rechtlichen Genehmigungsverfahren außerhalb des Bergrechtes sind insgesamt drei Varianten zu unterscheiden:

Variante 1
Hierbei handelt es sich um einen Bodenschatz, der nicht zu den Bodenschätzen des § 3 Abs. 3 oder 4 des BBergG zählt und in einem Steinbruch > 10 Hektar oder in einem Steinbruch < 10 Hektar also durch Einsatz von Sprengstoff gewonnen wird, ohne dass ein Gewässer entsteht.

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, ist für die Durchführung der Genehmigungsverfahren ausschließlich das Landesverwaltungsamt als Obere Immissionsschutzbehörde zuständig.

Variante 2
Durch die Abgrabung entsteht ein Gewässer.
Für die Durchführung dieser Verfahren ist das LVwA als Obere Wasserbehörde nur dann zuständig, wenn mit der Abgrabung ein Gewässer entsteht, das größer als 10 ha ist. In allen anderen Fällen sind die Landkreise bzw. kreisfreien Städte zuständige Behörde. Je nachdem, ob Umweltauswirkungen vorhanden sind oder nicht, ist ein Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung bzw. ein Plangenehmigungsverfahren mit allgemeiner Vorprüfung des Einzelfalls vorgeschrieben.

Variante 3
Bei dieser Variante handelt es sich weder um einen Bodenschatz gemäß § 3 Abs. 3 und 4 BBergG noch um einen Steinbruch der größer als 10 Hektar ist. Ebenfalls darf kein Sprengstoff verwendet werden und kein Gewässer entstehen.

Bei dieser Variante sind die Landkreise bzw. kreisfreien Städte für die Durchführung der Genehmigungsverfahren zuständig.

Je nach Größe des Vorhabens befinden sich die Rechtsgrundlagen entweder im BauGB bzw. der BauO LSA oder im NatSchG LSA.

Variante 1

<10 ha	Verfahren:	standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls / vereinfachtes Genehmigungsverfahren
	Instrument:	Genehmigung gem. § 4, 16 BImSchG
	Behörde:	LVwA
10 bis 25 ha	Verfahren:	allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls / Genehmigungsverfahren
	Instrument:	Genehmigung gem. § 4, 16 BImSchG
	Behörde:	LVwA
>25 ha	Verfahren:	Genehmigungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)
	Instrument:	Genehmigung gem. § 4, 16 BImSchG
	Behörde:	LVwA

Variante 2

Umweltauswirkungen vorhanden	Verfahren:	Planfeststellungsverfahren mit UVP
	Instrument:	Planfeststellungsbeschluss gem. § 67 ff WHG
	Behörde:	Landkreise und kreisfreie Städte Wasserfläche >10 ha = LVwA
keine Umweltauswirkungen vorhanden	Verfahren:	Plangenehmigungsverfahren / allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls
	Instrument:	Plangenehmigung gem. § 67 ff WHG
	Behörde:	Landkreise und kreisfreie Städte Wasserfläche >10 ha = LVwA

Variante 3

30 m² bis 100 m² Tiefe > 3 m	Verfahren:	allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls / vereinfachtes Genehmigungsverfahren
	Instrument:	Genehmigung gem. § 29 BauGB i. V. m. § 30 – 37 BauGB, § 60 BauO LSA
	Behörde:	Landkreise und kreisfreie Städte
ab 100 m² bis 10 ha	Verfahren:	allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls / Genehmigungsverfahren
	Instrument:	Genehmigung gem. § 25 NatSchG LSA
	Behörde:	Landkreise und kreisfreie Städte
>10 ha	Verfahren:	Genehmigungsverfahren mit UVP
	Instrument:	Genehmigung gem. § 25 NatSchG LSA
	Behörde:	Landkreise und kreisfreie Städte

4.2.2 Verfahrenssteuerung und Genehmigungsmanagement im Landesverwaltungsamt

4.2.2.1 Das Genehmigungsverfahren nach BImSchG

Im Landesverwaltungsamt werden Genehmigungsverfahren außerhalb des Bergrechts auf der Grundlage des BImSchG bzw. des WHG geführt.

Das Verfahren nach BImSchG kennt das vereinfachte Genehmigungsverfahren nach § 19 BImSchG Spalte 2 des Anhangs zu § 2 Abs. 4 BImSchVO und das förmliche Genehmigungsverfahren gemäß § 10 BImSchG für Anlagen der Spalte 1 zu Anhang 2 der 4. BImSchVO und Anlagen der Spalte 2, sofern für den Antragsgegenstand im Rahmen einer Einzelfallprüfung nach § 3 UVPG die UVP-Pflicht festgestellt wurde.

Zum besseren Überblick sind die Abläufe der Genehmigungsverfahren (vereinfachtes und förmliches Verfahren) in dem folgenden Schaubild dargestellt (Abb. 2).

Der Erfolg eines Genehmigungsverfahrens wird ganz maßgeblich von der Qualität der Antragsunterlagen bestimmt. Die gründliche Vorbereitung eines Genehmigungsantrages und die vollständige Zusammenstellung der Antragsunterlagen haben darüber hinaus wesentlichen Einfluss auf einen reibungslosen und zügigen Verfahrensablauf.

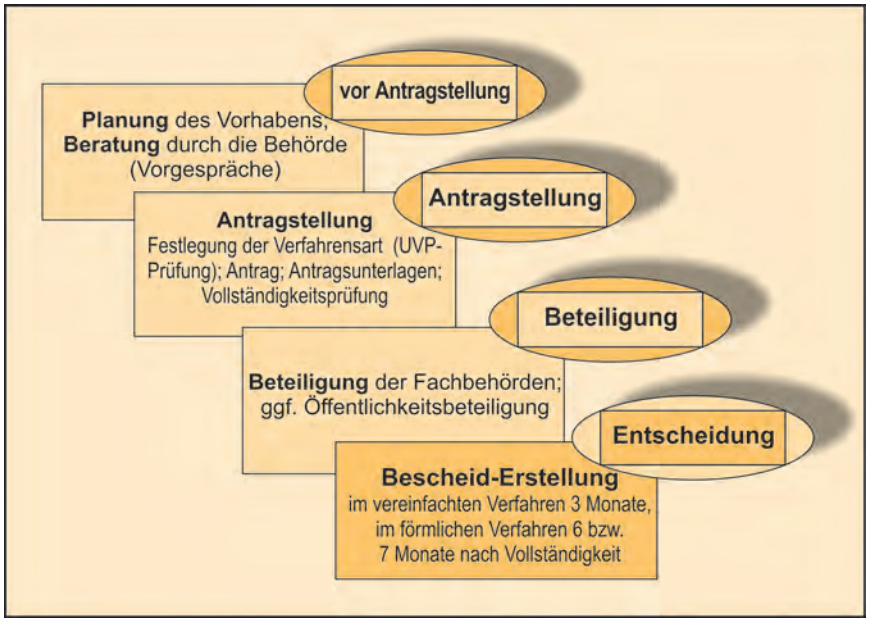


Abb. 2 Schematischer Ablauf eines Genehmigungsverfahrens nach BImSchG (vereinfachtes und förmliches Verfahren).

Das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt hat zur Vereinfachung und Vereinheitlichung der Unterlagen für ein Genehmigungsverfahren eine Anleitung und ein Formularpaket entwickelt. Damit können die zur Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen erforderlichen Angaben übersichtlich und logisch klar gegliedert werden. Die Verwendung dieser Anleitung und der Formulare ist durch die Landesregierung des Landes Sachsen-Anhalt verbindlich vorgeschrieben. Die Formularvordrucke und die dazugehörigen Anleitungen sind bei der zuständigen Genehmigungsbehörde erhältlich.

Nach Eingang eines Genehmigungsantrages wird dieser kurzfristig bestätigt und dem Antragsteller mitgeteilt, wer das Verfahren leitet.

Nach der Eingangsbestätigung erfolgt die Vollständigkeitsprüfung der Antragsunterlagen unter Einbeziehung der zu beteiligenden Fachbehörden. Bei dieser Prüfung wird festgestellt, ob die Antragsunterlagen eine Prüfung der rechtlichen Voraussetzungen, die für die Genehmigungserteilung verbindlich vorgeschrieben sind, ermöglichen. Diese Vorgehensweise dient der Vermeidung von zeitaufwendigen Nachforderungen von Antragsunterlagen während der Verfahrenslaufzeit. Die Prüfung wird in der Regel innerhalb eines Monats abgeschlossen.

Sollte sich herausstellen, dass die Antragsunterlagen nicht ausreichen oder nicht prüffähig sind, müssen sie ergänzt werden. Mehrmals eingereichte, unvollständige bzw. nicht prüffähige Antragsunterlagen können zur kostenpflichtigen Ablehnung des Antrages führen.

Sobald die Vollständigkeit der Antragsunterlagen festgestellt ist, teilt die Genehmigungsbehörde mit, welche Fachbehörden im Verfahren beteiligt werden und wann mit einer Entscheidung über den Antrag gerechnet werden kann. Damit beginnen die gesetzlich vorgeschriebenen Entscheidungsfristen.

Da in den Genehmigungsverfahren nicht nur die Belange des Immissionsschutzes zu prüfen sind, sondern auch sichergestellt werden muss, dass andere öffentlich-rechtliche Vorschriften und die Belange des Arbeitsschutzes erfüllt sind, werden die zuständigen Fachbehörden, deren Beteiligung rechtlich und sachlich erforderlich ist, zur Abgabe einer Stellungnahme aufgefordert. Als Fachbehörden können sowohl externe Stellen als auch Fachreferate des Landesverwaltungsamtes in Frage kommen. Die erforderliche Anzahl von Antragsexemplaren wird jeweils im Einzelfall festgelegt, um alle Fachbehörden in einem sternförmigen Verfahren gleichzeitig beteiligen zu können. Nur diese Vorgehensweise ermöglicht eine zügige Durchführung des Genehmigungsverfahrens.

Parallel zur Beteiligung der von dem jeweiligen Projekt betroffenen Behörden wird das Vorhaben öffentlich bekannt gemacht, wenn dies vorgeschrieben oder beantragt ist. Dies erfolgt durch amtliche Bekanntmachung in den örtlichen Zeitungen derjenigen Standorte, auf die sich der Betrieb der Anlage auswirken kann und im Amtsblatt des Landesverwaltungsamtes.

Bei Anlagen, für die die Pflicht zur Durchführung einer UVP besteht, werden die Antragsunterlagen zusätzlich in den Gemeinden, in denen sich das Vorhaben voraussichtlich auswirkt, ausgelegt. Bis zu zwei Wochen nach Ende der Auslegungsfrist können Einwände gegen das beabsichtigte Vorhaben schriftlich erhoben werden. Sowohl bei der Genehmigungsbehörde, als auch am Auslegungsort der Antragsunterlagen können die Einwände eingereicht werden. Weitere Einwendungen, die nicht auf besonderen privatrechtlichen Titeln beruhen, sind mit Ablauf der Einwendungsfrist ausgeschlossen.

Sind Einwendungen erhoben wurden, werden diese dem Antragsteller und den beteiligten Behörden, die in ihrem Aufgabenbereich davon berührt sind, bekannt gegeben. Etwa vier Wochen nach Beendigung der Einwendungsfrist kann außerdem ein Erörterungstermin stattfinden, bei dem sowohl die Einwender als auch der Antragsteller Gelegenheit haben, ihre Bedenken bzw. ihr Vorhaben darzustellen und über dessen Auswirkungen zu diskutieren. Der Erörterungstermin ist öffentlich. Über den Erörterungstermin wird von der Genehmigungsbehörde eine Niederschrift gefertigt, die dem Antragsteller und den Einwendern, die es wünschen, zugesandt wird.

Die abschließende Prüfung und Abstimmung aller ermittelten Sachverhalte, die für die Beurteilung des Antrages von Bedeutung sind, erfolgt, nachdem alle fachbehördlichen Stellungnahmen und Gutachten vorliegen und gegebenenfalls ein Erörterungstermin stattgefunden hat. Anschließend wird über den Antrag entschieden. Vor der endgültigen Bescheiderteilung wird dem Antragsteller die Gelegenheit gegeben, sich zum Inhalt dieses Bescheides zu äußern.

Der erstellte Bescheid wird dem Antragsteller sowie den Personen, die Einwendungen erhoben haben, zugestellt. Bei einer Vielzahl von Einwendern kann die Zustellung an die Einwender durch öffentliche Bekanntmachung erfolgen. Die Entscheidung wird aber auch dann öffentlich bekannt gemacht, wenn die Öffentlichkeit am Verfahren beteiligt war oder der Antragsteller dies beantragt.

Der Antragsteller hat die Kosten des Genehmigungsverfahrens zu tragen, die sich aus einer Gebühr (abhängig von der Höhe der Investitionskosten) und den Auslagen der Behörde (Veröffentlichungskosten, Gutachterkosten etc.) ergeben.

4.2.2.2 Das Genehmigungsverfahren nach WHG, WG LSA

Bei den Genehmigungsverfahren nach WHG, WG LSA handelt es sich im Wesentlichen um Abgrabungen, die zur Freilegung von Grundwasser führen bzw. bei denen nach Beendigung des Abbaus eine offene Wasserfläche verbleibt. Dies sind die klassischen Gewässerausbauvorhaben nach § 67 WHG, für die ein Planfeststellungsverfahren durchzuführen ist. Bei Abgrabungen oder Kiesgewinnungen ohne eine direkte Betroffenheit des Wassers ist gegebenenfalls eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 10 WHG zu erteilen.

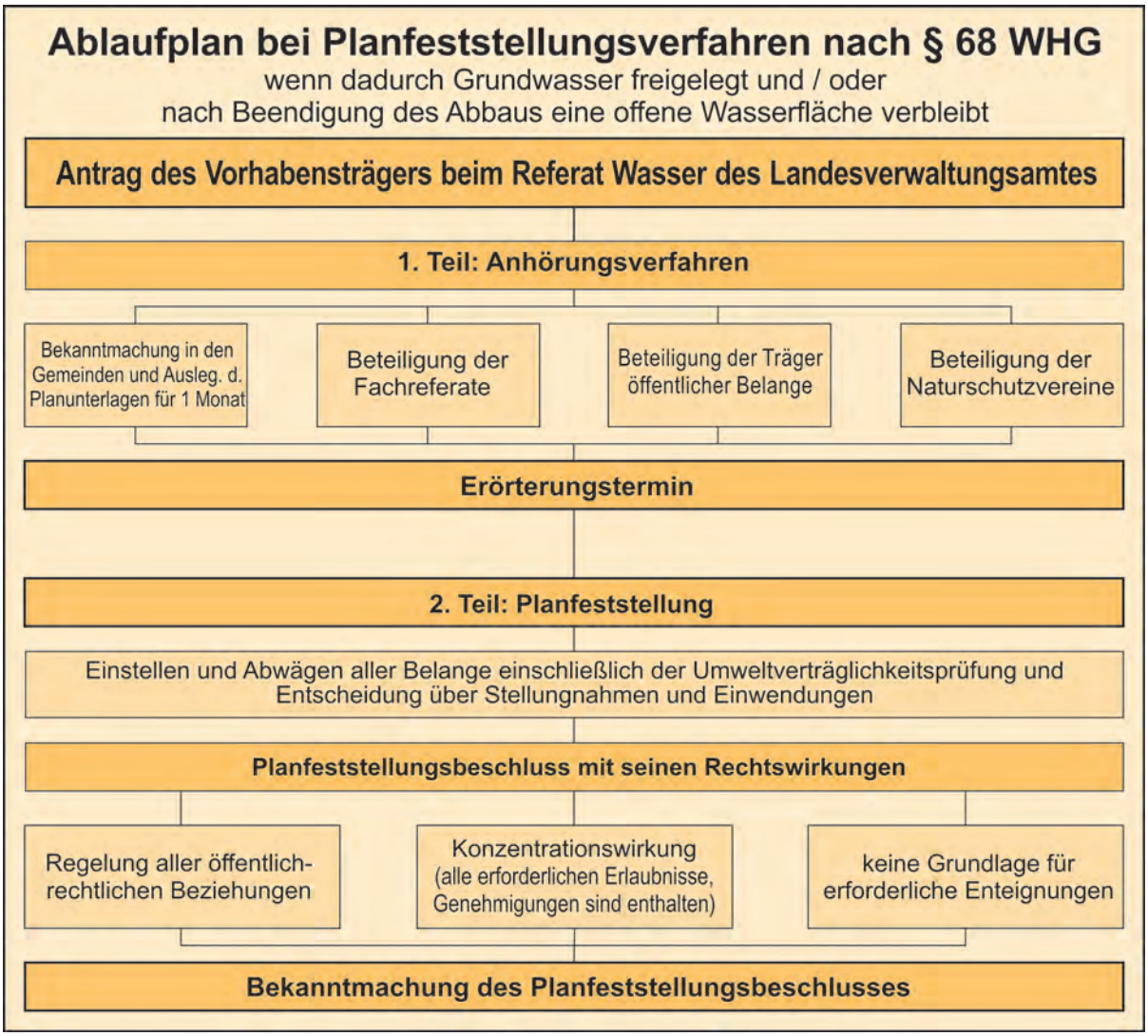


Abb. 3 Ablaufplan eines Planfeststellungsverfahrens nach § 68 WHG, wenn hierdurch Grundwasser freigelegt und / oder nach Beendigung des Abbaus eine offene Wasserfläche verbleibt.

Der Ablauf eines Planfeststellungsverfahrens nach § 68 WHG ist in der nachfolgenden Übersicht dargestellt (Abb. 3).

Zu beachten ist, dass bei dem wasserrechtlichen Planfeststellungsverfahren die erteilten Planfeststellungsbeschlüsse eine umfassende Konzentrationswirkung entfalten. Das heißt, mit der Planfeststellung werden alle für die Umsetzung des Vorhabens erforderlichen Erlaubnisse, Genehmigungen etc. erteilt.

Darüber hinaus werden alle öffentlich-rechtlichen Beziehungen die mit dem Vorhaben verbunden sind, geregelt. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Planfeststellung keine Grundlage für gegebenenfalls erforderlich werdende Enteignungen bildet.

4.2.2.3 Genehmigungsverfahren nach BauGB, Bauordnung Land Sachsen-Anhalt

Gemäß § 29 Abs. 1 BauGB unterliegen Abgrabungen den Bestimmungen des § 30-37 BauGB. In der Regel sind Abgrabungen Außenbereichsvorhaben, die aufgrund ihrer Ortsgebundenheit (lagerstättengebundene Rohstoffe) privilegiert zulässig sind und auch zugelassen werden müssen, solange keine öffentlichen Belange entgegenstehen. Entgegenstehende öffentliche Belange können insbesondere die Belange der Wasserwirtschaft, des Natur- und Landschaftsschutzes, des Orts- und Landschaftsbildes, des Erholungswertes der Landschaft und die Darstellungen in den entsprechenden Flächennutzungsplänen sein.

Archäologische Grabung im Vorfeld der Tonlagerstätte Hohenwarsleben. Seit der Rechtsangleichung im April 1996 sind inzwischen die Landkreisverwaltungen für mehr als hundert Gewinnungsstellen von Grundeigentümer-Bodenschätzen die zuständigen Genehmigungsbehörden (s. Kap. 4.2).

5. Rohstoffgeologische Schwerpunktthemen, Grundlagen- und Öffentlichkeitsarbeit

5.1 Das Projekt „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland“ – der ibi-Wachstumskern zur stofflichen Verwertung von Braunkohle

Andreas Hiltermann[1], Gunthard Bratzke[2] & Andreas Schroeter[1] unter Mitarbeit von Klaus Stedingk[3]

5.1.1 Hintergrund und Aufgabenstellung

In Mitteldeutschland hat sich vor ca. 100 Jahren, basierend auf den reichen Vorkommen an Braunkohle, eine starke chemische Industrie entwickelt. Das Wissen um die damals hauptsächlich stoffliche Nutzung der Braunkohle ist im Zuge des Erdölzeitalters und der sich darauf entwickelnden Prozesstechnik nicht weiter vorangetrieben worden und sukzessive in den Hintergrund getreten (Abb. 1). Mittlerweile wird die geförderte Braunkohle nahezu ausschließlich einer energetischen Nutzung zugeführt (Bilkenroth et al. 2010).

Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Innovationsforums haben sich im Jahr 2008 regional verwurzelte Unternehmen zusammengefunden, die eine stoffliche

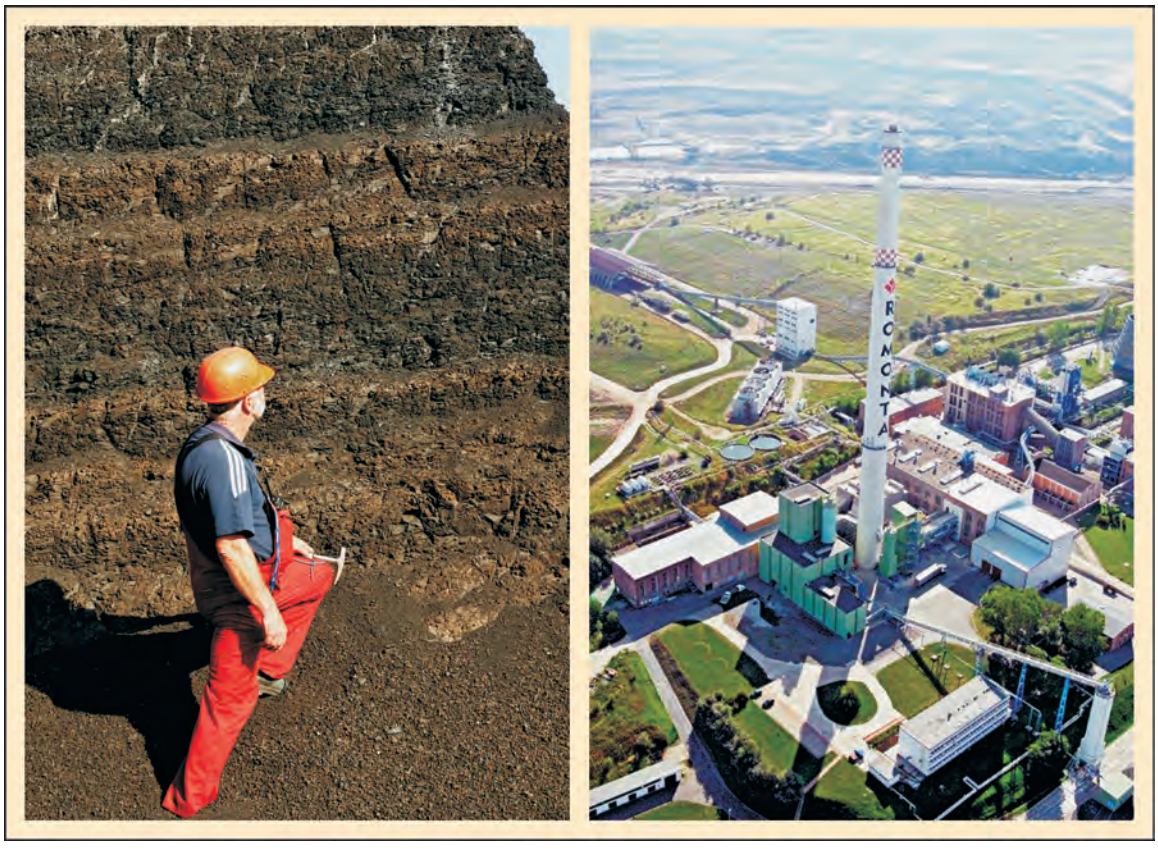


Abb. 1 Am Standort Amsdorf wird eozäne Braunkohle seit Jahrzehnten vorrangig stofflich genutzt. Links: Abbaustoß im Tagebau. Die helleren Lagen innerhalb des Braunkohlenflözes (“gelbe Bänder“) enthalten überdurchschnittlich viel Bitumen und Wachs. Rechts: Rohmontanwachsgewinnung am Standort Amsdorf (Romonta).

---

1 Andreas Hiltermann und Dr. Andreas Schroeter: Projektübergreifende Koordinierung des ibi-Verbundvorhabens, IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH, Niederlassung Halle/Merseburg, Passendorfer Weg 1, D - 06128 Halle/Saale;

2 Dr. Gunthard Bratzke: isw Gesellschaft für wissenschaftliche Beratung und Dienstleistung mbH, Seebener Straße 22, D-06114 Halle/Saale;

3 Dr. Klaus Stedingk: Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

Nutzung im Umfeld bestehender Chemieparks dann als möglich erachten, wenn es gelingt, die Prozessschritte von der Lagerstätte über die Gewinnung und Aufbereitung bis zur stofflichen Umsetzung (Extraktion, Niedertemperaturkonversion, Vergasung) zu vernetzen. Unter dem Primat der Wirtschaftlichkeit wird so unter anderem der Anfall von Reststoffen minimiert und die Umweltbelastung reduziert. Dazu ist es notwendig, vollständig neue Technologien, Anlagen und Verfahren zu entwickeln und aufeinander abzustimmen.

Die Umsetzung der Prozesskette soll zunächst in Mitteldeutschland demonstriert werden. Das Bündnis aus 12 Institutionen – zehn Unternehmen und zwei Hochschulen – schafft so die Voraussetzungen, die weltweiten Braunkohlenvorkommen als Grundlage für die erfolgreiche überregionale Vermarktung neuer Technologien zu nutzen, da angesichts der unsicheren Versorgungslage sowie der Preisentwicklung bei Erdöl/-gas die Nachfrage der chemischen Industrie nach leistungsfähigen Kohlenwasserstoffquellen anhalten wird.

Obgleich das Bündnis kompetente und leistungsfähige Unternehmen und Hochschulen umfasst, sind weiterhin erhebliche Anstrengungen notwendig. Die Forschungsarbeiten in den Verbundvorhaben sowie begleitende strategische Maßnahmen werden dazu beitragen, die derzeit nicht verfügbaren Methoden und Technologien zu entwickeln und auf ein wettbewerbsfähiges Niveau zu heben.

5.1.2 Region und ibi-Bündnispartner

Die im Zentrum Mitteldeutschlands liegende Region umfasst den Raum Halle-Merseburg-Leipzig und ist von großen Braunkohlevorkommen und einer weitreichenden Industrietradition zu deren Nutzung geprägt. Basierend auf den regional verfügbaren Kohlelagerstätten wurde bereits 1916 der Chemiestandort Leuna gegründet und in der Folge eine Reihe von großtechnischen Synthesen zur stofflichen Nutzung der Kohle entwickelt (u.a. Fischer-Tropsch-Verfahren zur Verflüssigung, Hochdruckmethanolsynthese). In deren Umfeld bildeten sich namhafte Unternehmen, die sich mit Exploration, Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung der Kohle auseinandersetzen.

Mit mehr als 27000 Beschäftigten, einem Jahresumsatz von über 9 Mrd. € und mit einem Anteil an der gesamten Bruttowertschöpfung von 17% ist die chemische Industrie zusammen mit der Rohstoffgewinnung das industrielle Rückgrat der Region. Durch die umfassende Nutzung der Kompetenzen aus den Branchen Bergbau, Anlagenbau und chemischer Industrie sowie leistungsstarker Forschungseinrichtungen in Mitteldeutschland soll mit dem Projekt ibi am Standort Leuna die stoffliche Nutzung etabliert, das technische Wissen in einem weltweit einmaligen Projekt zusammenführt und qualitativ auf ein neues Niveau gehoben werden.

Tab. 1 Die Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft im ibi-Bündnis.

ibi-Bündnispartner aus der Wirtschaft	
ABB Automation, Leipzig	Systemautomatisierer von Tagebaugroßgeräten
EPC Engineering Consulting GmbH, Leuna	Anlagenbau
FAM GmbH, Magdeburg	Tagebauausrüster mit Spezialisierung Förder- und Haldentechnik
IHU mbH, Halle	Wissenschaftliche Koordinierung, FuE, Wissensmanagement, Consulting
InfraLeuna GmbH, Leuna	Chemieparkbetreiber in Ostdeutschland
isw gGmbH, Halle	ibi-Geschäftsstelle, Consulting, Management
Linde Group/Linde Gas, Leuna	Gase- und Engineeringunternehmen
MIBRAG mbH, Zeitz	Bergbauunternehmen
ROMONTA GmbH, Amsdorf	Bergbauunternehmen und Hersteller von Montanwachs (Weltmarktführer)
TAKRAF GmbH, Leipzig	Produzent von Tagebaugroßgeräten
ibi-Bündnispartner aus der Wissenschaft	
Hochschule Merseburg (FH)	Bereich Verfahrenstechnik/Technische Reaktionsführung
TU Bergakademie Freiberg	Institut für Bergbau und Spezialtiefbau Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen Institut für Markscheidewesen und Geodäsie Institut für Thermische Verfahrenstechnik, Umwelt- und Naturstoffverfahrenstechnik

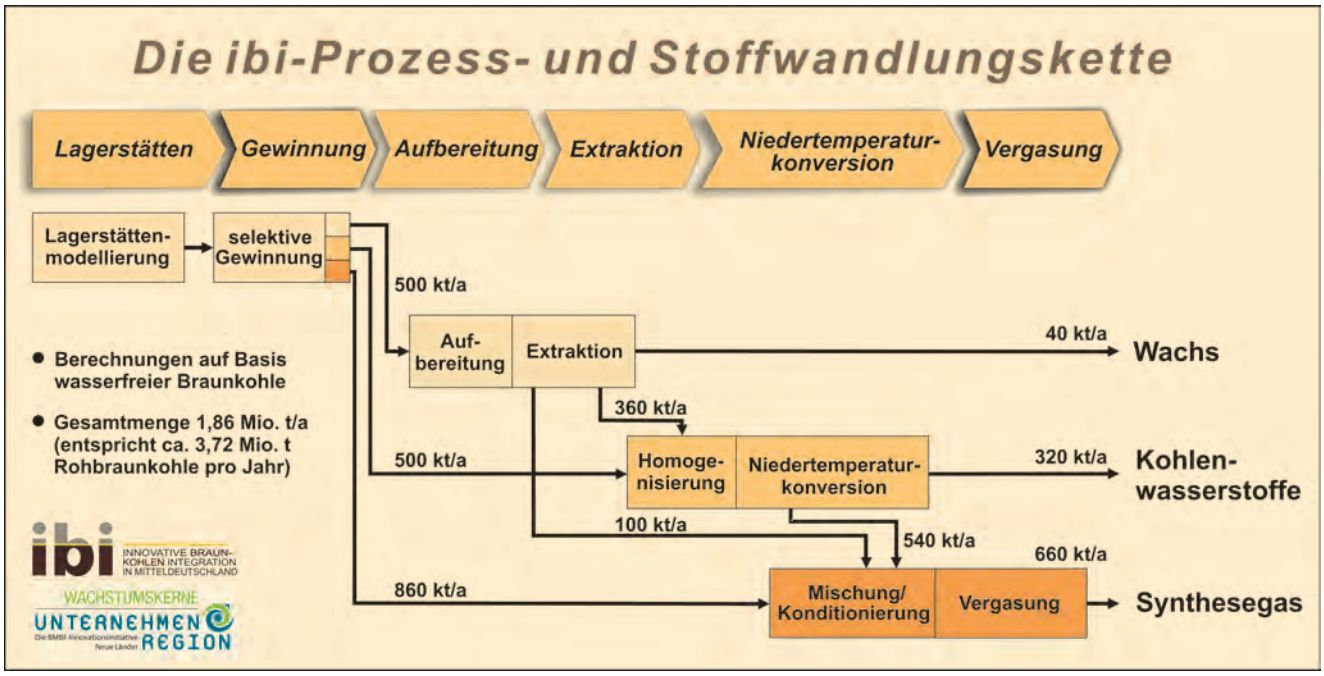


Abb. 2 Die ibi-Prozesskette und Stoffwandlungsbilanz (verändert nach Hiltermann 2011).

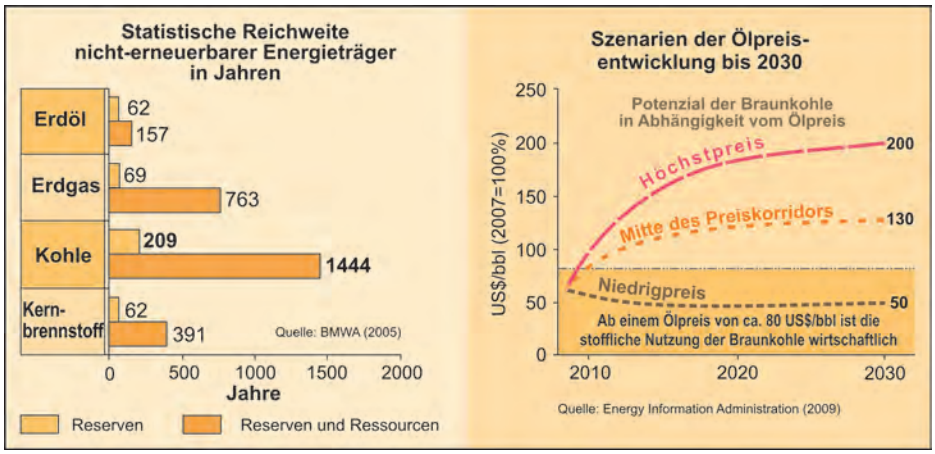


Abb. 3 Statistische Reichweite nicht erneuerbarer Energieträger und Szenarien der Ölpreisentwicklung bis 2030 (verändert nach Mühlhaus 2011).

Das Bündnis wird als innovativer regionaler Wachstumskern „Innovative Braunkohlen Integration Mitteldeutschland – ibi“ im Rahmen des BMBF-Förderprogrammes „Unternehmen Region“ gefördert. Im ibi-Bündnis haben sich zwölf Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft zusammengeschlossen (Tab. 1). Die Bündnispartner befinden sich in den beiden Bundesländern Sachsen-Anhalt und Sachsen und bündeln Kompetenzen aus drei Branchen. Das Bündnis ist offen für weitere Partner. Dabei bietet sich im Zuge der Erforschung und Entwicklung der stofflichen Braunkohlenutzung insbesondere die Einbindung weiterer Spezialisten auf einzelnen Prozessstufen und deren Erweiterung an.

5.1.3 Kernkompetenz als Startkapital und ibi-Prozesskette

Während die Historie der Chemiestandorte auf der stofflichen Nutzung von Braunkohle basiert, erfolgte ab den 1960er Jahren die Umstellung auf den Rohstoff Erdöl. In der mitteldeutschen Region beschränkt sich seitdem der Einsatz der Braunkohle im Wesentlichen auf die Energieerzeugung. Allerdings befindet sich westlich von Halle einer der wenigen Standorte in Deutschland, an denen Kohle noch heute stofflich genutzt wird. Die Kernkompetenzen (s. o.) entlang der Prozess- und Stoffwandlungskette stellen die Grundlage für die ibi-Zusammenarbeit dar.

Die ibi-Prozess- und Stoffwandlungskette (Abb. 2) ist Voraussetzung für eine Braunkohlenveredlungstechnologie, die bisher in dieser Form weltweit nicht umgesetzt worden ist. Die Ziele des ibi-Bündnisses bestehen darin, Verfahrenstechnologien, Anlagetechniken und Know-how zu entwickeln und zu vermarkten (Günther et al. 2010).

Die Summe der Kompetenzen auf den einzelnen Prozessschritten der Stoffwandlungskette bildet die Technologieplattform des ibi-Bündnisses und Ausgangspunkt für das Vorhaben. Die Entwicklung der Plattform

ergibt sich aus der bisher vorrangigen Ausrichtung auf die energetische Nutzung der Kohle und bestehenden Kenntnisdefiziten zur stofflichen Nutzung der Braunkohle.

Im Fokus des ibi-Bündnisses steht die Wandlung der Kohle in chemische Basisprodukte. Dabei wird vor allem darauf geachtet, die bereits in der Kohle vorhandenen chemischen Verbindungen zu nutzen. Um gleichzeitig eine effiziente Verarbeitung und eine maximale Wertschöpfung zu gewährleisten, ist es notwendig, eine ganzheitliche Prozesskette von der Lagerstätte über die Gewinnung bis zur Veredlung aufzubauen (Abb. 2). Die kaskadenartige Veredlung der Kohle ist ein zentrales Alleinstellungsmerkmal der im Bündnis vereinten Technologiepartner.

5.1.4 Entwicklungs- und Innovationspotenzial

Durch die Bündelung des Know-hows über die gesamte Prozess- und Stoffwandlungskette können neue Techniken und Verfahren zur Sicherstellung der für die Hochveredelungsprozesse (Extraktion, Niedertemperaturkonversion, Vergasung) benötigten Kohlequalitäten effizient im Verbund erforscht und umgesetzt werden. Aus den Innovationen ergeben sich für die Verfahrenstechnik und den Anlagenbau durch die Vermarktung und den Export deutliche Wachstumspotenziale.
Im Herstellungsprozess von Basischemikalien (Olefine) findet derzeit die größte Wertschöpfung (ca. 80 %) bei der Förderung und Aufbereitung des Erdöls statt. Wenn statt importierten Rohöls heimische Braunkohle eingesetzt wird, bedeutet dies, dass künftig durch Förderung und Veredelung von Braunkohle eine deutlich höhere Wertschöpfung in Deutschland stattfindet als durch die Rohölveredelung in einem Naphthacracker.

Ein Wechsel zu Kohle als Kohlenwasserstoffquelle hätte Konsequenzen für die gesamte deutsche Volkswirtschaft. Einerseits würde die Abhängigkeit von Erdölimporten erheblich reduziert (Versorgungssicherheit), andererseits die Abhängigkeit von schwankenden Erdölpreisen maßgeblich gemindert. Erinnert sei hier an Erdölpreise von fast 150 US$/bbl vor Ausbruch der Wirtschafts- und Finanzkrise (Abb. 3).

5.1.5 Vision

Künftig werden weltweit Verfahrenstechnologien und Anlagen benötigt, die alternative Kohlenstoffquellen wie die Braunkohle für die chemische Industrie nutzbar machen können (Abb. 4). Dabei werden Komplettlösungen, die die Eigenschaften der Kohle vom Bergbau bis zur Veredelung berücksichtigen, eine besondere Rolle hinsichtlich Effizienz und Wirtschaftlichkeit spielen. Das ibi-Bündnis will genau diese aufeinander abgestimmte Verfahrenstechnologie, den „Braunkohlen-Chemiepark“, entwickeln. Motor für diese Entwicklung ist die Tatsache, dass Erdöl aufgrund einer verstärkten Nachfrage weniger gut verfügbar und damit teurer werden wird (Abb. 3). Alternative Rohstoffquellen gewinnen somit an Bedeutung (Schroeter et al. 2009).

Über die stoffliche Nutzung der Braunkohle werden traditionell exportorientierte Branchen, wie z.B. der Maschinen- und Anlagenbau, gestärkt. Ausgehend von den Effekten in der mitteldeutschen Region bietet das ibi-Gesamtvorhaben die Chance, über die verminderte Abhängigkeit von Erdöl/-gas und einer gesteigerten regionalen Wertschöpfung Wachstumsimpulse für die gesamte deutsche Volkswirtschaft zu generieren.

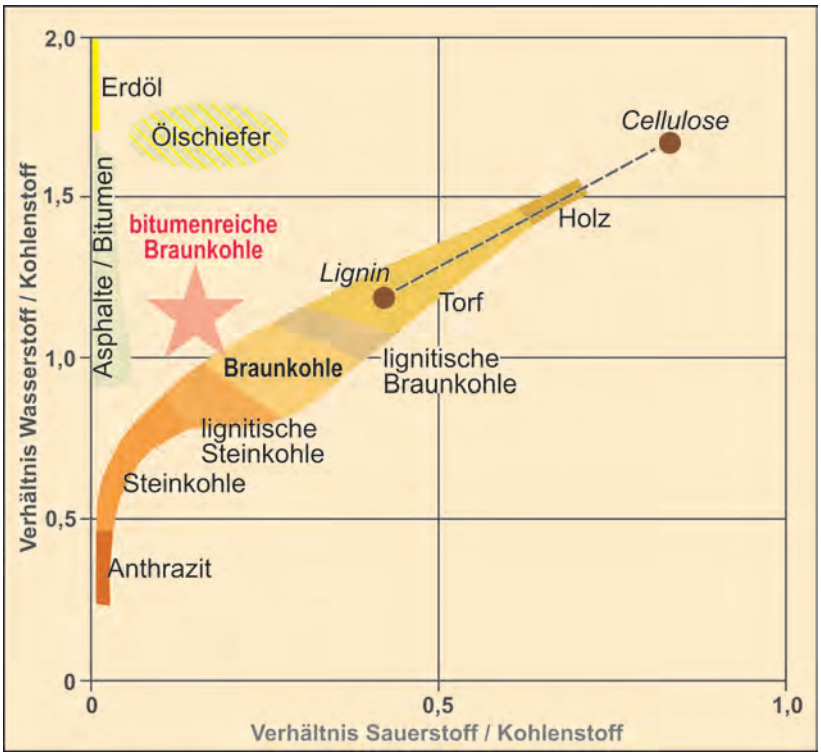


Abb. 4 Die Stellung der bitumenreichen mitteldeutschen Braunkohle innerhalb der fossilen und rezenten Kohlenwasserstoffpotenziale (verändert nach Meyer 2011).

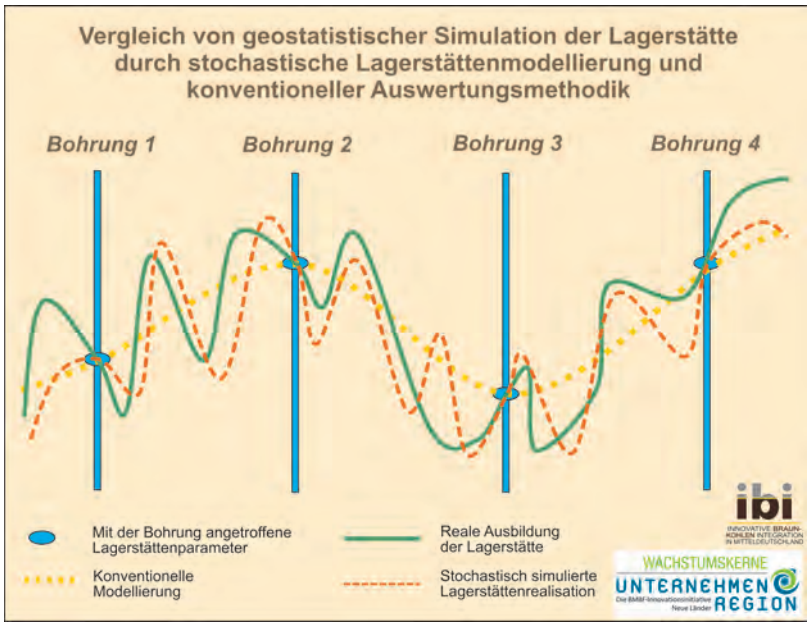


Abb. 5 Vergleich von geostatistischer Simulation der Lagerstätte durch stochastische Modellierung und konventioneller Auswertungsmethodik (verändert nach Lohsträter 2011).

5.1.6 Verbundprojekte und Maßnahmen

Das ibi-Verbundvorhaben wird forschungsseitig in sechs Verbundprojekten entsprechend der ibi-Prozesskette bearbeitet. (Abb. 2).

5.1.6.1 Verbundprojekt 1: Integriertes Lagerstättenmanagement

Voraussetzung für die mengen- und qualitätsgerechte Bereitstellung von 4-8 verschiedenen Braunkohlesorten mit 20-50 spezifischen Qualitätsparametern sind drastisch erhöhte Anforderungen an das Lagerstättenmanagement und eine Optimierung der Gewinnungstechnologien. Ziel des Integrierten Lagerstättenmanagements ist deshalb die Entwicklung, Prüfung und Implementierung einer Methodik zur Abbauplanungsoptimierung auf der Basis modifizierter Lagerstättenmodelle. Hierbei soll für die mitteldeutschen Braunkohlelagerstätten erstmals die in-situ Variabilität, d.h. die geologische Unsicherheit auf der Grundlage der geostatistischen Simulation abgebildet werden (Abb. 5).

Erfahrungsgemäß sind die konventionellen interpolierenden Ansätze zur Prognose von Kohlemengen und -qualitäten für eine hochselektive Braunkohlengewinnung unzureichend, weil sie die natürliche Variabilität der interessierenden Lagerstättenattribute nicht hinreichend berücksichtigen können (Glättungseffekt).

An erster Stelle des Verbundprojekts steht daher die Entwicklung eines an sedimentäre Lagerstätten angepassten Simulationsalgorithmus, der sich auch in der Anwendung als praxistauglich erweisen muss.
Hierzu sind folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Definition der Anforderungen an den *Simulationsalgorithmus* (Anforderungskatalog)
- Analyse und Bewertung existierender Simulationsalgorithmen hinsichtlich ihrer Eignung und der rechentechnischen Effizienz (Auswahl des mathematischen Ansatzes als Grundlage für die Weiterentwicklung),
- Theoretische Weiterentwicklung und Anpassung des mathematischen Ansatzes an die realen Lagerstättenparameter und die Nutzeranforderungen (theoretisch entwickelter Ansatz für einen geeigneten Simulationsalgorithmus),
- Implementierung des entwickelten Ansatzes,
- Test und Kalibrierung in einem vollständig bekannten und kontrollierbaren Umfeld,
- Anwendung in einem aktuellen Abbaufeld.

Darauf aufbauend wird die Entwicklung eines *automatisierten Planungsalgorithmus* auf der Grundlage der Mathematischen Optimierung erforderlich. Hierfür müssen

- Anforderungen an ein Planungsoptimierungstool (Anforderungskatalog) definiert werden,
- Optimierungsansätze hinsichtlich ihrer Eignung bzgl. der definierten Anforderungen analysiert und bewertet werden (Auswahl eines Optimierungsansatzes),
- die Optimierungsaufgaben konkret formuliert werden,
- die entwickelten Ansätze zur Einführung gebracht werden,
- die neuen Planungsoptimierungstools in einem bereits abgebauten Bereich der Lagerstätte getestet und kalibriert werden und anschließend in einem aktuellen Baufeld zur Anwendung kommen.

Nur durch die Nutzung der geostatistischen Simulation zur Abschätzung bergbaulichen Risikos wird die angestrebte Optimierung der Abbauplanung und -führung mit vertretbarem Aufwand erreichbar sein.

5.1.6.2 Verbundprojekt 2: Hochselektive Braunkohlengewinnung und –bereitstellung

Der Tagebau der Zukunft wird u.a. gekennzeichnet sein durch:

- Zonen mit wechselnden Flözmächtigkeiten,
- unterschiedliche Kohlequalitäten,

- wechselnde Lagerungsbedingungen,
- stark geneigte Schichtstrukturen.

Hieraus ergeben sich z.T. völlig neue Herausforderungen für die Gewinnungstechnologien.

Mit dem Verbundprojekt sollen die technischen Voraussetzungen für die Datenbereitstellung und Pflege interaktiver Modellstrukturen geschaffen sowie eine neue, an die komplexen Lagerstättenbedingungen und geforderten Rohstoffqualitäten angepasste Bergbaumaschinengeneration entwickelt werden (Abb. 6). Dem Projektziel der *kontinuierlichen Bereitstellung von Braunkohle definierter Qualität* ordnet sich die Lösung folgender Aufgaben unter:

- Entwicklung neuer Fördersysteme auf der Strosse und im Randböschungssystem,
- Weiterentwicklung von Massen- und Haldenflussmodellen,
- Weiterentwicklung der Sensor- und Messtechnik (z.B. neue Verfahren zur Material- und Trennflächenerkennung),
- Neuentwicklung von hochselektiven Gewinnungsgeräten.

Der letzte Punkt beschreibt ein besonders wichtiges Teilprojekt. Dieses besteht in der sensorischen Erkennung von Kohlequalitäten, -sorten. Dabei müssen Materialeigenschaften und spezifische Eigenschaften (z.B. Farbe, Rauigkeit, Festigkeit, Dichte, Wassergehalt, u.a.) sowie die sensorische Ermittlung von Erkennungsparametern (z.B. Georadar, Geoelektrik, RFA, LIF, u.a.) zur Entwicklung von Messverfahren zur Material-, Trennflächen- und Umfelderkennung komplex bewertet werden. Dies setzt den Aufbau leistungsfähiger Multisensor-Systeme zur Geräte- / Qualitätssteuerung voraus. Hiermit in unmittelbarem Zusammenhang steht die Entwicklung eines Abbauverfahrens für eine qualitätsgerechte (selektive) Gewinnung mit Schaufelradbagger in Kombination mit Continuous Surface Miner / Mobiler Technik, das wiederum auf die Ergebnisse der geostatistischen Lagerstättensimulation zugreift.

Für ein System zur hochselektiven Gewinnung muss die Mobilität des Gesamtgerätes deutlich gesteigert werden. Das Zielkriterium der Geräteneigung liegt bei ≥10 % für beide Geräteachsen und für das Gewinnungsorgan durch Anpassung der Hub- und Schwenkwerte sowie Erreichen einer Trennschärfe von ± 5 cm. Zusammengefasst wird die Förder- und Haldentechnik für den notwendigen selektiven Rohstoffabbau von der Gewinnung bis zur sortengerechten Ein- und Auslagerung neu- und weiterentwickelt werden müssen.

5.1.6.3 Verbundprojekt 3: Aufbereitung von Braunkohle durch Agglomeration und Trocknung

Das Verbundprojekt dient der Erforschung neuer Aufbereitungsverfahren zur optimalen Bereitstellung von Kohle für die sich anschließenden Prozessstufen Extraktion, Niedertemperaturkonversion und Vergasung.

Abb. 6 Hochselektive Gewinnung von Extraktionskohle mit angepasster Technik im Tagebau Amsdorf (Aufnahme 20.08. 2009).

Der aktuelle Stand der Aufbereitung von Braunkohle aus der Sicht der Extraktion und die derzeitigen Probleme lassen sich wie folgt umreißen:

- Der Bitumengehalt der verfügbaren Kohlen lässt einen abnehmenden Trend von gegenwärtig 12 % auf ≤ 10 % erkennen.
- Die Qualität der Kohlen hinsichtlich Aschegehalt und –zusammensetzung sowie Struktur und Festigkeit des Naturkorns verschlechtert sich. Es kommt zu unerwünschtem Kornzerfall, der die Extraktion ungünstig beeinflusst.
- Bei traditioneller Rohkohlezerkleinerung mit Hammermühlen entsteht ein hoher Unterkornanteil (bis zu 50 % ≤ 0,5 mm), der vor der Extraktion abgesiebt und pelletiert werden muss. Dieser hohe verfahrenstechnische Aufwand führt zu unbefriedigenden Extraktionsergebnissen bei hochverdichteten Pellets.

Um die notwendige Effektivitätssteigerung bei der Extraktion zu erreichen ist daher ein

festes poröses staubfreies Extraktionskorn mit einem engen Kornband anzustreben. Beim Einsatz eines Kohlegranulats mit wesentlich engerem Kornband (Dd ≈ 2/3 mm bzw. 0,25/0,5 mm) erhöht sich die Extraktionsgeschwindigkeit (bisher ca. 2 h) und der Einsatz von bitumenärmeren Kohlen wird wirtschaftlich. Die höhere Festigkeit des Kohlegranulat verbessert dabei die Wachsqualität, weil weniger Staub in der Miscella zurückbleibt und deutlich weniger Betriebsstörungen im Bandextraktor auftreten. Weiterhin wird der Einsatz der leistungsfähigeren Rührextraktion möglich. Zudem wird bei der Herstellung von festen Kohlegranulaten der (teuer zu pelletierende) Anteil des Unterkorns ≤0,5 mm zukünftig deutlich geringer ausfallen (Ziel: 10 %).

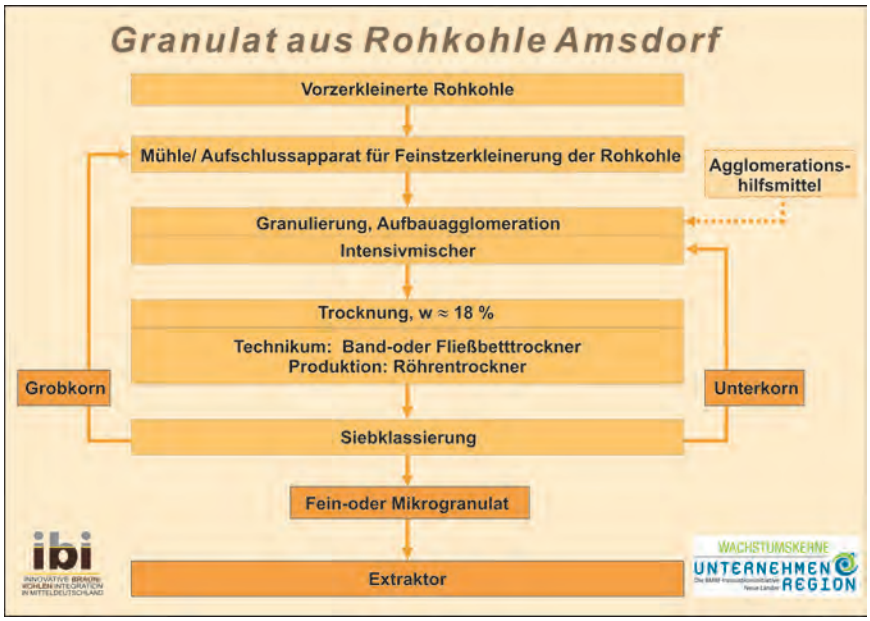


Abb. 7 Herstellung von Granulat zur optimierten Wachs-Extraktion aus selektierter Rohbraunkohle (verändert nach Naundorf et al. 2011).

Folgerichtig laufen in diesem Verbundprojekt aktuell:

- Suche und Anpassung neuer Aufschlussapparate, die bei wesentlich engerem Kornband gute Durchsatzleistungen garantieren,
- Ermittlung von Prozessparametern für den Granulierprozess, welche die Herstellung von feinkörnigen und festen Sekundärkörnungen möglich machen
- Erarbeitung von Verfahrensvorschlägen für weniger feste und oberflächenfeuchte Rohgranulate, die Transport und Zwischenlagerung dieser Granulate störungsfrei ermöglichen,
- Umsetzung des Verfahrens in einem Technikum und Nachweis der großtechnischen Umsetzbarkeit durch den Betrieb des Technikums (Abb. 7).

Für die optimierte Fest-Flüssig-Extraktion (Abb. 8) sind folgende Anforderungen zu formulieren:

- Einsatz eines selektiven, preisgünstigen und umweltverträglichen Lösungsmittels,
- Gute Zugänglichkeit von Lösungsmittel zum Wertstoff durch geeignete Porengeometrie und hohe spezifische Oberfläche,
- Optimierung des Wassergehalts,
  Einsatz verbesserter und innovativer
- Extraktionsverfahren (Perkolation von Granulaten, Immersion, Hochdruck, Kopplung z.B. mit Kristallisation).

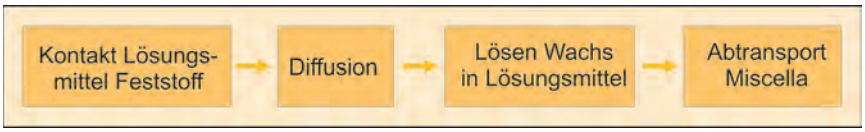


Abb. 8 Prozesskette der Fest-Flüssig-Extraktion (verändert nach Repke et al. 2011).

5.1.6.4 Verbundprojekt 4: Extraktionsverfahren zur Gewinnung neuartiger Montanwachse

Im Verbundprojekt 4 werden neue Extraktionstechnologien zur Gewinnung von Montanwachsen aus Braunkohlen unterschiedlicher Qualität und Herkunft entwickelt.

Ziel ist, die Ausbeute des Verfahrens von derzeit erreichten 70 % auf über 90 % zu steigern und damit auch Kohlen mit einem Montanwachsgehalt <10 % wirtschaftlich einsetzen zu können. Außerdem werden Verfahren entwickelt, die es ermöglichen, Montanwachse mit spezifischen Eigenschaften gezielt für ausgewählte Anwendungen produzieren zu können.

5.1.6.5 Verbundprojekt 5: Niedertemperaturkonversion

Die verfahrenstechnischen Grundsatzentwicklungen im Verbundprojekt 5, bestehend aus der katalytischen Spaltung von Braunkohle (HS Merseburg) und der Reaktivextraktion (TU BAF) sollen bis zum Jahr 2020 die direkte stoffliche Nutzung der Braunkohleinhaltsstoffe im industriellen Maßstab ermöglichen. Das Ziel besteht darin, Wertprodukte (z.B. Olefine, Aromaten, Wachse) auf niedrigem Temperaturniveau direkt zu gewinnen. Die innovative Entwicklung der katalytischen Spaltung wird ein effizientes Niedertemperaturkonversionsverfahren darstellen, weil im Vergleich zum Stand der heutigen

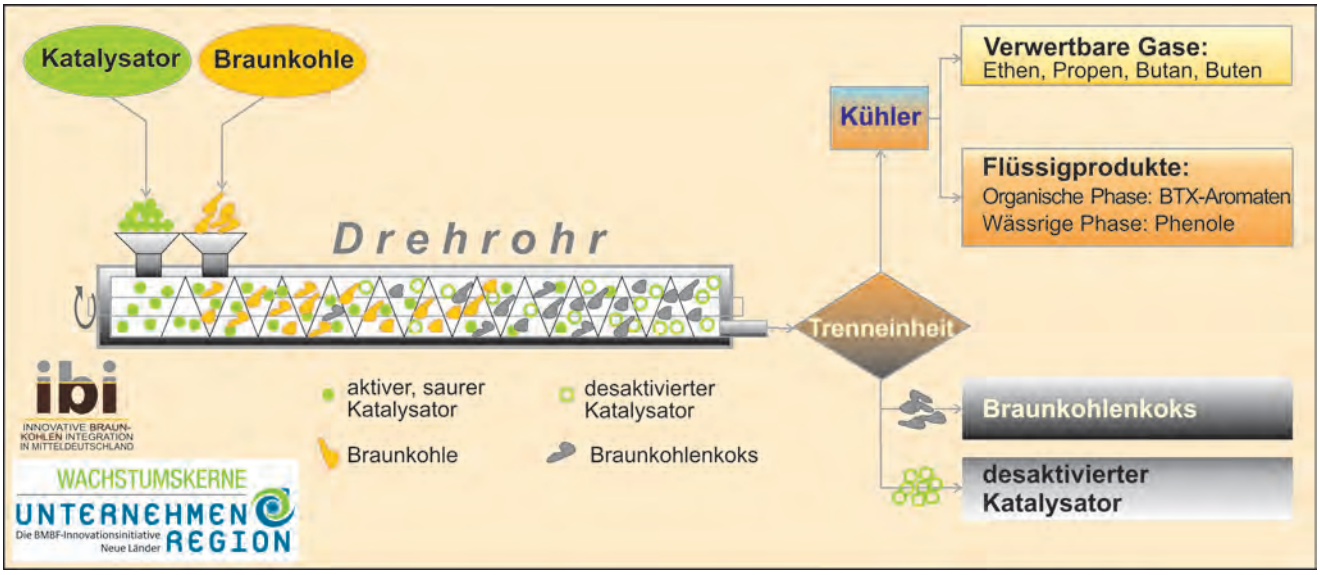


Abb. 9 Schema der katalysatorgesteuerten Niedertemperaturkonversion (verändert nach Seitz 2011).

Technik kaum unerwünschter Teer anfällt und kein kostspieliger Wasserstoff für die Hydrierung benötigt wird (Abb. 9).

Darüber hinaus entsteht ein Koks, für den wachsender Bedarf, z. B. in der Umwelttechnik besteht.

Die wissenschaftlich-technischen Herausforderungen bestehen u.a. darin
- geeignete Katalysatoren zu finden,
- die Kontaktierung Katalysator/Kohle zu optimieren und
- den Katalysator nach dem Prozess zuverlässig zurück zu gewinnen.

Hierfür gilt es, neue kopplungsfähige Verfahren zu entwickeln und die Abhängigkeit der einzelnen Prozessschritte vom Rohstoff bzw. von der Rohstoffaufbereitung zu klären. Nicht zuletzt sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Verfahrensentwicklungen zu betrachten, d.h. die Rentabilität der Niedertemperaturkonversion ist in der Gesamtprozesskette zu prüfen.

Schon jetzt zeigen die Technikumsergebnisse, dass im Vergleich zur reinen Pyrolyse durch die katalytische Spaltung gefragte Wertprodukte (insbesondere Olefine und Aromaten) gewonnen werden können und die innovative katalytische Spaltung besonders gut zur Erhöhung der Produktausbeute, z. B. von Propen und Buten,geeignet ist. Aktuell laufende bzw. zukünftige Forschungsschwerpunkte des Verbundprojekts 5 sind:
- Untersuchung der - Verkokungsmechanismen,
- Synthese von Katalysatorkugeln im kg-Maßstab und
- Versuche in kontinuierlichen Reaktoren.

Bei der Reaktivextraktion wird die Kohle mit Wasserstoff übertragenden Lösungsmitteln versetzt, so dass die gesamte Gerüststruktur der Kohle zu ölartigen Produkten erfolgt.

5.1.6.6 Verbundprojekt 6: Vergasung

Zielstellung ist hier die Entwicklung einer Anlagentechnologie zur Bereitstellung eines Synthesegases, welches in jedem beliebigen Verhältnis von Kohlen-

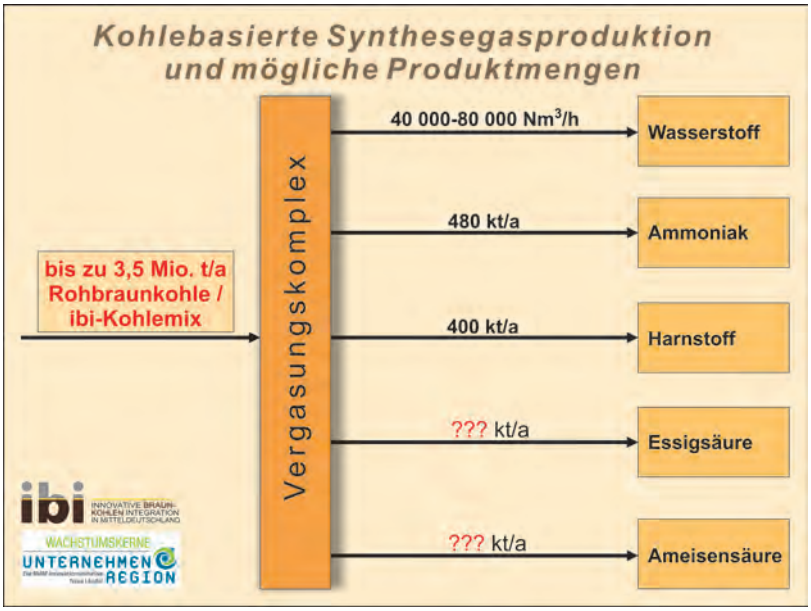


Abb. 10 Synthesegasproduktion und mögliche Produktmengen beim Einsatz von insgesamt ca. 3,5 Mio. t ibi-Kohlemix (Reststoffe aus der Extraktion und katalytischen Spaltung) und Rohbraunkohle (verändert nach MEYER 2011).

monoxid und Wasserstoff eingestellt werden kann (Abb. 10). Die Verfahrensentwicklung muss u.a. folgendes leisten:

- Bereitstellung einer Vergasertechnologie, die rohstoffseitig die Reststoffe (Koks) aus der Niedertemperaturkonversion, die extrahierte Kohle aus der Extraktion, ein definiertes Band aus der Gewinnung (selektierte Braunkohle) sowie Biomasse in breiten Mischungsverhältnissen verarbeiten kann.
- In Hinblick auf die Verwertung der Anlagentechnologie, ist auf größtmögliche Flexibilität zu achten.
- Die Vergasertechnologie soll rückstandsfrei arbeiten (keine teerhaltigen und ähnliche Rückstände). Die Gasaufbereitung muss nach den Vorgaben efolgen, die aus den downstream-Prozessen vorliegen bzw. vorgegeben werden.
- Minimierung des energetischen Gesamtaufwandes und Reduktion von Emissionen (insbesondere CO_2).

Für die großtechnische Umsetzung dieser Verfahrensentwicklung sind neben der technischen Machbarkeit die Rahmenbedingungen für eine wirtschaftliche Umsetzung entscheidend. Dazu gehören insbesondere die Entwicklung der Erdöl-/Erdgaspreise, Planungssicherheit für den CO_2-Emissionshandel, die Investitionskosten und –bedingungen sowie die Preisentwicklung für die Produkte und Zwischenprodukte der Verwertungskette.

Zusammenfassung und Ausblick der Gesamtstrategie des ibi-Wachstumskerns

In Auswertung der bisher erzielten Forschungsergebnisse zur Entwicklung der ibi-Prozesskette kann bereits zum gegenwärtigen Stand für das ibi-Verbundvorhaben eine sehr positive Zwischenbilanz gezogen werden. Gleichzeitig verstärkte sich die Nachfrage zur stofflichen Nutzung von Braunkohle seit 2010/2011 weltweit deutlich, woraus sich für die weitere Entwicklung des ibi-Wachstumskerns zusätzliche Impulse und Chancen zur wirtschaftlich erfolgreichen, globalen Produktvermarktung für die ibi-Bündnispartner ergeben.

Die aktuelle Entwicklung auf den Rohstoffmärkten ist u.a. durch die Entkopplung des Ölpreises vom Erdgaspreis und die Gaspreisentwicklung in Folge der temporären „Fracking-Gas-Hausse“ („Shale-Gas“; Schiefer- und Kohleflözgase) gekennzeichnet. Im Hinblick auf diese veränderten Randbedingungen, insbesondere für die Herstellung von chemischen Basisstoffen auf Shale-Gas-Basis, als auch auf Grund der CO_2-Problematik sowie den damit verbundenen restriktiven EU-Rahmenbedingungen und Planungsunsicherheiten für Investitionen (CO_2-Emissionshandel, Genehmigungsverfahren) ist eine Überprüfung und Präzisierung der Gesamtstrategie des ibi-Wachstumskerns zielführend. Durch die ibi-Bündnispartner erfolgt derzeit eine entsprechende Weiterentwicklung der ibi-Strategie und des Innovationskonzeptes, was eine Optimierung und Erweiterung zur nachhaltigen Stärkung der ibi-Prozesskette einschließt.

Ziel ist die Forschung und die Entwicklung von weiteren Verfahren und Technologien zur Herstellung von chemischen Grundstoffen auf Braunkohlebasis, wobei sich der ibi-Fokus vor allem auf die Produkte konzentriert, die auf Erdöl- oder Kohlebasis herstellbar sind und somit nicht von der aktuellen Preisentwicklung im Zusammenhang mit Shale-Gas tangiert werden. Der Komplex der Vergasung zur Synthesegasherstellung für die Erzeugung chemischer Basisstoffe oder fester Kohlenstoff-Produkte stellt weiterhin - sowohl aus Sicht der CO_2-emissionsarmen Wertschöpfungskette als auch angesichts der weltweiten Nachfrage - eine wichtige Technologie der ibi-Prozesskette dar. Die wichtigsten Herausforderungen stellen die Realisierung höherer Produkterlöse, die Verringerung der CO_2-Pönalen, die drastische Senkung der Investitionskosten und die Erhöhung der Investitionssicherheit dar. Hierzu tragen bedarfsgerecht erzeugte, hochpreisige Kohlenstoffprodukte durch multivalente Vergasung, die Vergasung im Annex zum Kraftwerk (Synergien des Anlagenverbunds) als auch eine größengestufte Markteinführung (downsizing) bei. Gleichzeitig werden die technischen Möglichkeiten der stofflichen Nutzung von CO_2 und die schrittweise Einbindung in die ibi-Prozesskette im Sinne einer zukunftsfähigen Gesamtstrategie weiterführend betrachtet.

Die Fortschreibung der ibi-Strategie erfolgt konsequent in einem ganzheitlichen Ansatz über die gesamte Prozesskette und unter der permanenten Berücksichtigung der Entwicklung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Deutschland, der EU und weltweit.
Der bisherige Verlauf des ibi-Verbundvorhabens mit den erzielten FuE-Ergebnissen sowie die deutlich gewachsene Nachfrage und die Marktpotenziale zur stofflichen Nutzung von Braunkohle zeigen sowohl die Möglichkeiten und Erfolgsaussichten der technischen Umsetzung der ibi-Prozesskette als auch die erhöhten Chancen für eine wirtschaftlich erfolgreiche, weltweite Vermarktung der ibi-Produkte auf.

5.1.7 Literatur und Quellennachweis

Bilkenroth, K.-D., Schroeter, A. & Wild, G.-C. (2010): Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland ibi – Neue Strategien zur stofflichen Verwertung. Freunde und FördererZeitschrift der TU Bergakademie Freiberg, Freiberg.

Günther, A., Lohsträter, O., Naundorf, M., Naundorf, T., Tretner, C., Schroeter, A. & Seitz, M. (2010): Innovative Konzepte zur stofflichen Nutzung der Braunkohle. Flyer des ibi-Bündnisses, ROMONTA i. A. mit dem ibi-Bündnis, Amsdorf.

Hiltermann, A. (2011): ibi und DER – Technologien zur stofflichen Kohlenutzung.- Vortrag beim öffentlichen Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung"; Veranstalter: ibi-Bündnis gefördert durch das BMBF – Wachstumskerne „Unternehmen Region" am 26. Oktober 2011 in Leuna.

Lohsträter O. et al. (2011): Integriertes Lagerstättenmanagement - Ansätze zur Erhöhung des Informationsgehaltes und der Vorhersagegenauigkeit im geologischen Modell..- Vortrag beim öffentlichen Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung"; Veranstalter: ibi-Bündnis gefördert durch das BMBF – Wachstumskerne „Unternehmen Region" am 26. Oktober 2011 in Leuna.

Meyer, B. (2011): ibi – Ein integrativer Innovationsansatz.- Vortrag beim öffentlichen Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung"; Veranstalter: ibi-Bündnis gefördert durch das BMBF – Wachstumskerne „Unternehmen Region" am 26. Oktober 2011 in Leuna.

Mühlhaus C. (2011): Strategische Einordnung der Kohlechemie für die Sicherung des Chemiestandortes Europa.- Vortrag beim öffentlichen Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung"; Veranstalter: ibi-Bündnis gefördert durch das BMBF – Wachstumskerne „Unternehmen Region" am 26. Oktober 2011 in Leuna.

Naundorf, T., Schröder, H.-W., Repke, J.-U. & Fehse, F. (2011): Aufbereitung von Braunkohle durch Agglomeration und Trocknung.- Vortrag beim öffentlichen Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung"; Veranstalter: ibi-Bündnis gefördert durch das BMBF – Wachstumskerne „Unternehmen Region" am 26. Oktober 2011 in Leuna.

Repke, J.-U. et al. (2011): Extraktionsverfahren zur Gewinnung neuartiger Montanwachse.- Vortrag beim öffentlichen Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung"; Veranstalter: ibi-Bündnis gefördert durch das BMBF – Wachstumskerne „Unternehmen Region" am 26. Oktober 2011 in Leuna.

Schroeter, A. et al. (2009): Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland ibi – Neue Strategien zur stofflichen Verwertung – Tagungsband zur Abschlusstagung des Innovationsforums vom 26. und 27.02.2009 in Freiberg (Blatt 1 – 261), Herausgeber: IHU GmbH mit Unterstützung des BMBF und des Pt DLR, Förderkennzeichen: 01H/0802, ISBN-Nr. 978-3-00-027984-3, Halle (S.).

Seitz, M. (2011): Niedertemperaturkonversion.- Vortrag beim öffentlichen Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung"; Veranstalter: ibi-Bündnis gefördert durch das BMBF – Wachstumskerne „Unternehmen Region" am 26. Oktober 2011 in Leuna.

Kontaktdaten des ibi-Bündnisses

Sprecher ibi-Vorstand: Herr Andreas Hiltermann

Kontakt über ibi-Geschäftsstelle
Email: hiltermann.infra@t-online.de

isw Gesellschaft für wissenschaftliche
Beratung und Dienstleistung mbH
Seebener Straße 22
D-06114 Halle/Saale
Telefon: +49 (0) 345 299 82 70
Telefax: +49 (0) 345 299 82 711
Internet: http://www.isw-gmbh.de/
E-Mail: info@ibi-geschaeftsstelle.de
Ansprechpartner: Herr Dr. Gunthard Bratzke

Projektübergreifende Koordinierung des ibi-Verbundvorhabens
IHU Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH
Niederlassung Halle/Merseburg
Passendorfer Weg 1
D - 06128 Halle/Saale
Telefon: +49 (0) 345 - 5 20 88-0
Telefax: +49 (0) 345 - 5 20 88-21
Internet: www.ihu-gmbh.com
E-Mail: ibi@ihu-gmbh.com
Ansprechpartner: Herr Dr. Andreas Schroeter

5.2 Das Vorhaben “Erfassung und Neubewertung der Braunkohlenpotenziale als zukünftige Rohstoffbasis der chemischen Industrie Mitteldeutschlands“ im Rahmen der regionalen Wirtschaftsförderung

Regine Präger[1], Thomas Böhm[2], Klaus Stedingk[1], Andreas Schaubs[3], Jörg Schmidt[3] & Thomas Hertwig[4]

5.2.1 Ausgangspunkt und Zielsetzung

Das hier beschriebene Vorhaben verfolgt das Ziel, die verfügbaren Rohstoffpotenziale der Braunkohle in Sachsen-Anhalt zu erfassen und für eine stoffliche Verwertung neu zu bewerten. Das Projekt ist strategisch und inhaltlich auf die Ziele des „Regionalen Wachstumskerns ibi – Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland“ ausgerichtet und als assoziierter Bestandteil dieses Verbundvorhabens unverzichtbar.

Das vom BMBF geförderte Projekt „ibi“ bündelt als Kompetenz-Netzwerk die wissenschaftlich-verfahrenstechnischen Ressourcen mit den Zielen

- die verfügbaren Rohstoffpotenziale und Technologiefelder zu analysieren und
- deren wissenschaftliche und wirtschaftliche Zukunftschancen zu bewerten sowie Erfolg versprechende Handlungs- und Marktfelder zu erschließen.

Aufgrund der mittel- und langfristig weltweit knapper werdenden Versorgung mit Erdöl und -gas wird das Interesse an kostengünstigen Kohlenwasserstoffquellen steigen, wobei Kohle generell neben den beiden genannten Rohstoffen die einzige Quelle mit einer hohen Kohlenstoffdichte darstellt. Der Vorteil speziell der Braunkohle besteht darin, dass sie der Preisentwicklung an den internationalen Energiemärkten nicht folgt.

In Zukunft werden weltweit Verfahrenstechnologien und Anlagen benötigt, die alternative Kohlenwasserstoffquellen für die chemische Industrie nutzbar machen. Hierbei rücken auch Komplettlösungen in den Fokus, die den Einsatz von Kohle erfordern. In Mitteldeutschland stellt die Synergie von Braunkohlenlagerstätten, chemischer Industrie und Anlagenbau auf engem Raum eine ideale Basis dar, um neue Technologien bis zur Praxisreife zu entwickeln und diese Innovationen großtechnisch einzusetzen.

Gegenwärtig beträgt die kumulierte Förderleistung des Mitteldeutschen Reviers etwa 20 Millionen Tonnen Rohbraunkohle pro Jahr. Damit ist die Region der drittgrößte Braunkohleförderer in Deutschland. Der zusätzliche jährliche Bedarf einer neu zu errichtenden, kommerziellen Anlage zur stofflichen Verwertung von Braunkohle in der chemischen Industrie wird langfristig auf ca. 7 Millionen Tonnen Rohkohle geschätzt. Diese Mengenbedarfssteigerung würde zur schnelleren Erschöpfung der Braunkohlenvorräte in den bestehenden Tagebauen führen und damit insbesondere die Versorgungssicherheit der bestehenden Kraftwerke Schkopau (Land Sachsen-Anhalt) und Lippendorf (Freistaat Sachsen) tangieren. Im Ergebnis des Teilprojekts ist deshalb nachzuweisen, dass in der mitteldeutschen Region Braunkohlenpotenziale vorhanden sind, die

(a) quantitativ und qualitativ den langfristigen Betrieb von industriellen Chemieanlagen zur stofflichen Verwertung von Braunkohle ermöglichen und
(b) unter den gegebenen ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen auch gewonnen werden können.

Wegen ihrer spezifischen Eigenschaften ist die wachs- und bitumenreiche Braunkohle des Eozäns als zukünftige Rohstoffbasis der chemischen Industrie Mitteldeutschlands prädestiniert (Abb. 2). Aus diesem Grund fokussiert das Projekt zunächst auf diesen Rohstoff. Das Verbreitungsgebiet der Braunkohle ist in der mitteldeutsche Region gegeben (Abb. 1), eingeschlossen die Gebiete des Projektträgers (Burgenland- und Saalekreis). Hier liegen nach derzeitigem Erkundungsstand insgesamt ca. 10 Milliarden Tonnen geologische Vorräte, von denen möglicherweise bis zu 3,5 Milliarden Tonnen Rohbraunkohle wirtschaftlich förder- und veredelbar sein dürften.

Weil die Wirtschaftlichkeit eines zukünftigen „Braunkohle-Chemieparks“ entscheidend von der Nähe zur Rohstoffbasis abhängt, bildet die Erfassung der Braun-

1 Dipl.-Geoln. Regine Präger und Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).
2 Thomas Böhm, Burgenlandkreis, Leiter Wirtschaftsamt, Schönburger Straße 41, 06618 Naumburg.
3 Dipl.-Geol. Andreas Schaubs und Dipl.-Geol. Jörg Schmidt Jena Geos Ingenieurbüro GmbH, Saalbahnhofstraße 25c, 07743 Jena.
4 Dr. Thomas Hertwig, Beak Consultants GmbH, Am St. Niclas Schacht 13, 09599 Freiberg.

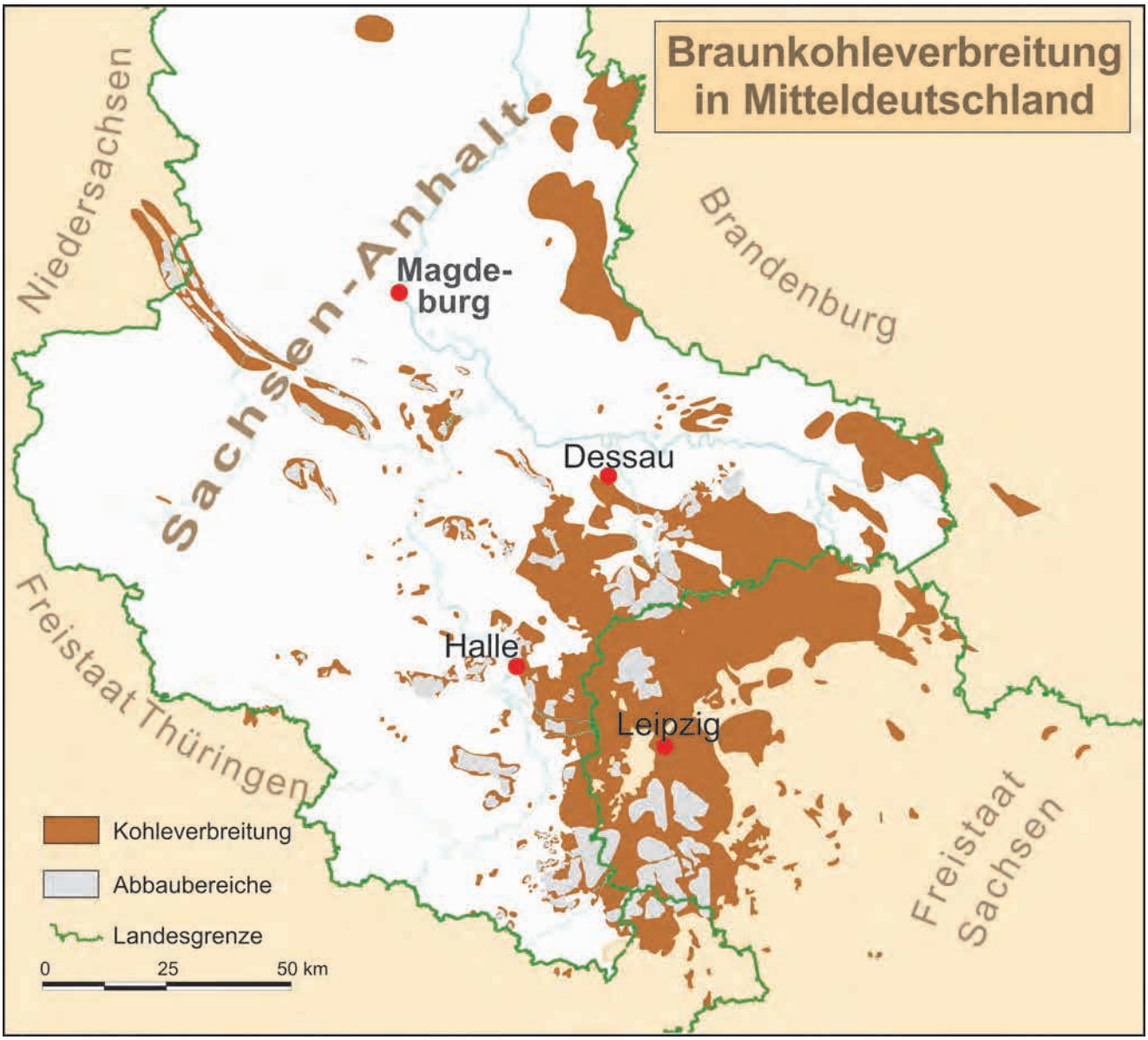


Abb. 1 Übersicht der Braunkohleverbreitung im mitteldeutschen Raum.

kohlenpotenziale unseres Raumes zugleich eine der wichtigsten Grundlagen zur Realisierung des ibi-Vorhabens.

Das Ziel muss darin bestehen, Braunkohlenvorräte landesplanerisch zu sichern, die langfristig den wirtschaftlichen Betrieb einer innovativen Veredlungsanlage ermöglichen. Die Realisierung des Projekts stellt hierzu eine grundlegende Aufgabe dar. Nur auf der Basis wirtschaftlich und ökologisch gewinnbarer Braunkohlenressourcen werden innovative und nachhaltige Wirtschaftsstrukturen im mitteldeutschen Raum erhalten bleiben und sich weiter entwickeln können.

Das hier beschriebene Projekt wird aus Fördermitteln des Bundes (Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ [GRW]) sowie Dritt- und Eigenmitteln finanziert. Die Antragstellung und die Projektleitung erfolgten durch den Burgenlandkreis (BLK) in Kooperation mit dem Saalekreis (SK) als verantwortlichen Projektträgern. Das fachliche Controlling für die Projektdurchführung liegt beim Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB). Weitere Partner der antragstellenden Kreise sind die Unternehmen MIBRAG, ROMONTA sowie INFRALEUNA. Neben dem ibi-Beirat wird das Projekt außerdem vom Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft Sachsen-Anhalt (MW LSA) begleitet. Weiterhin sind erfahrene Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft mit langjähriger Fachkunde auf den Gebieten Braunkohlengeologie, Rohstoffdatenerfassung und -potenzialbewertung sowie deren digitaler Aufbereitung mit den erforderlichen, einschlägigen geowissenschaftlichen und regionalen Referenzen einbezogen.
Mit dem positiven Zuwendungsbescheid des BMWi

vom 28.09.2010 konnte die Leistung nach einem Bieterwettbewerb ausgeschrieben werden. Die Auftragserteilung für die ingenieurtechnische Umsetzung und Begleitung erfolgte nach Abschluss und im Ergebnis eines öffentlichen Ausschreibungsverfahrens am 30.05.2011.

5.2.2 Gegenwärtiger Kenntnisstand und Defizite

Die derzeitig verfügbaren Daten und Angaben sowie Unterlagen über die Braunkohlenvorräte beruhen im Wesentlichen auf der „Gesamteinschätzung Ressourcenpotenzial Braunkohle DDR-GERP“ (1982). Diese Zusammenstellung enthält eine Daten-Auswertung der fast ausschließlich unter dem Aspekt der Energiegewinnung bis 1980 erkundeten Lagerstätten. Die Unterlagen entsprechen daher fachlich nicht den Anforderungen, die sich aus einer innovativen stofflichen Nutzung ergeben. Für eine Neubewertung des nutzbaren Potenzials ist daher eine möglichst vollständige Erfassung der umfangreichen Primärdaten der großflächig erkundeten Braunkohlenfelder unumgänglich. Einschlägige Datenbestände befinden sich in verschiedenen Archiven. Über den größten Primärdatenbestand verfügt das LAGB. Darüber hinaus besitzen die Bodenverwertungs- und -verwaltungs GmbH (BVVG, Berlin), die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV, Standort Leipzig), das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG, Standort Freiberg) sowie die Braunkohle gewinnenden Unternehmen MIBRAG (Theißen) und ROMONTA (Amsdorf) wichtige Unterlagen (u.a. Ergebnisberichte zu den einzelnen Erkundungsobjekten). Lediglich in den aktuell in Abbau befindlichen Braunkohlenfeldern liegen auf Initiative der Industrie die lagerstättenspezifischen Daten in digital auswertbarer Form vor.

Grundvoraussetzung für alle weiteren Schritte ist die Aufbereitung und Umsetzung dieser digitalen Daten zur fachspezifischen variablen Lagerstättenmodellierung. Gegenwärtig kann die Eignung der bekannten Braunkohlenpotenziale für innovative Veredelungstechnologien nur sehr grob eingeschätzt werden, weil die Untersuchungen in der Vergangenheit fast ausschließlich auf die energetische Nutzung des Rohstoffes Braunkohle abstellten. Demzufolge beschränkte sich die Analytik im Wesentlichen auf die Parameter

- Aschegehalt,
- Heizwert und
- Gesamtschwefel.

Nur an ausgewählten Proben und in sehr geringer Anzahl wurden folgende Untersuchungen durchgeführt bzw. Parameter bestimmt:

- Petrographie bzw. Fazies,
- Kohle- und Ascheelementaranalysen,
- Ascheschmelzverhalten,
- Spurenelementgehalte,
- Schwelteerausbeute und
- Bitumengehalt.

Die Kernaufgabe besteht in der möglichst vollständigen Transformation der Altdaten in Datenstrukturen, die eine projektbezogene Neubewertung zulassen.

Im Freistaat Sachsen ist im Jahre 2011 ein analoges Projekt „Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für ausgewählte sächsische Rohstoffe (Braunkohlenlagerstätten) mit besonderer Berücksichtigung ihrer stofflichen und energetischen Eigenschaften“ abgeschlossen worden (Kalies et al. 2012). Die Erfahrungen aus diesem Vorhaben und neuere Forschungsergebnisse (z.B. positive Korrelation von Heizwert und Aschegehalt) sollen in dem aktuellen Projekt berücksichtigt und genutzt werden.

5.2.3 Aufgabenstellung und Arbeitsplan

Mit dem Projekt ist zunächst die Bewertungsmethodik für die Rohstoffpotenzialsicherung zu definieren und mit den zukünftigen bergbaulichen sowie den industriellen Anforderungen in Einklang zu bringen. Von entscheidender Bedeutung für die Bewertung sind folgende Schwerpunkte:

- Rohstoffgeologische und lagerstättenwirtschaftliche Kennwerte (z. B. Bohrungsdaten,
- Vorratsmengen, Flächenverbreitung),
- Erfassung sämtlicher rohstoffgeologischer und stofflicher Daten der erkundeten Braunkohlenvorkommen;
- Neubewertung der vorhandenen Rohstoffpotenziale hinsichtlich ihrer Gewinnbarkeit sowie qualifizierte Einstufung zur innovativen stofflichen Verwertung von Braunkohle,
- Analyse der Nutzungskonflikte (Bestand, Vorbehaltsflächen, Restriktionsgebiete),
- räumliche und ökologische Einbindung des Bergbaus und ggf. des Anlagenbetriebes.

Für das Vorhaben ist von einer Gesamtlaufzeit von 30 Monaten auszugehen. Die Ausrichtung des Projekts hat folgende Schwerpunkte:

I	Grundlagenermittlung, Datenbankstruktur, Aufstellung des Erfassungsschlüssels, Datenbereitstellung und -übernahme,
II	Digitale Datenerfassung und Aufbau der Projektdatenbank „Erfassung und Neubewertung der Braunkohlenpotenziale im Burgenland und Saalekreis als zukünftige Rohstoffbasis der chemischen Industrie Mitteldeutschlands“,
III	Plausibilitätsprüfung,

IV	Projektdatenbankrecherchen und Datenbereitstellung aus der Projektdatenbank (z.B. ACCESS; GeoDIN),
V	Entwicklung eines angepassten Lagerstättenmodells Braunkohle,
VI	Neubewertung der Braunkohlenpotenziale hinsichtlich ihrer Gewinnbarkeit sowie qualifizierte Einstufung zur innovativen stofflichen Verwertung,
VII	Vorschlag einer nach Prioritäten abgewogenen Liste von Braunkohlenlagerstätten für die landesplanerische Sicherung als Beitrag zur Verbesserung der Wirtschaftsstruktur und Daseinsvorsorge,
VIII	Dokumentation und Berichterstattung.

Zur Vorbereitung der Ausschreibung des Projekts wurde der Umfang der Arbeiten wie folgt abgeschätzt:

- Erfassung von ca. 15000 Schichtenverzeichnissen (Recherche, Abgleich mit Bestand, Koordinatenfindung, Eingabe in GEODIN® im Format SEP3),
- Recherche und Archivierung von ca. 200 Berichten (Recherche, scannen, georeferenzieren, digitalisieren),
- Erfassung sämtlicher verfügbarer Analysedaten (Recherche, Prüfung des eindeutigen Bohrungs- und Schichtbezuges, Dateneingabe),
- Programmierarbeiten zur Einbindung der Daten in die Systeme des LAGB,
- Datenauswertung, Neubewertung der Braunkohlenpotenziale.

5.2.4 Stand der laufenden Arbeiten

Im Ergebnis der Ausschreibung konnte der Auftrag an die Arbeitsgemeinschaft aus den Unternehmen

- Jena Geos Ingenieurbüro GmbH und
- Beak Consultants GmbH

vergeben werden. Die Arbeitsgemeinschaft konnte nachweisen, dass sie mit fachlich qualifiziertem Personal unter Beachtung von Quantität und Qualität die Durchführung der Aufgabe leisten kann. Im Juni 2011 wurde mit der Bearbeitung des Projekts begonnen.

Die Umsetzung des Projekts wird durch regelmäßige Arbeitsgruppentreffen begleitet, in denen zum Fortgang der Aufgabenerledigung berichtet wird und Festlegungen zum weiteren Klärungsbedarf getroffen werden. In der Arbeitsgruppe sind neben den bearbeitenden Firmen, der Projektträger (Wirtschaftsämter des Burgenland- und des Saalekreises), die isw Gesellschaft für wissenschaftliche Beratung und Dienstleistung mbH (verantwortlich für die Projektbetreuung) sowie das Landesamt für Geologie und Bergwesen (verantwortlich für die fachliche Koordinierung) integriert.

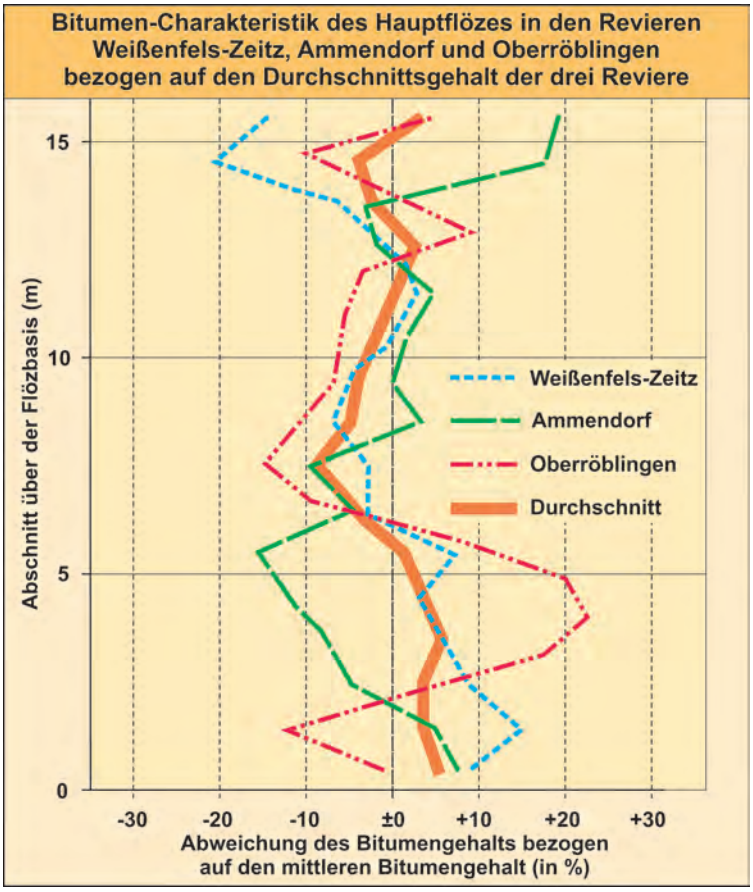


Abb. 2 Bitumen Charakteristik eozäner Braunkohle in mitteldeutschen Revieren (vereinfacht nach Franke 1933).

Zur Standortbestimmung des Projekts und im Zuge einer breiteren Berichterstattung fand am 06.06.2012 im Landratsamt Burgenlandkreis ein Workshop zum Projekt „Erfassung und Neubewertung der Braunkohlenpotenziale als zukünftige Rohstoffbasis der chemischen Industrie Mitteldeutschlands“ statt, in dem Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Forschung der aktuelle Stand der Arbeiten präsentiert und die Einordnung der Arbeiten in das Projekt „Innovative Braunkohlenintegration- ibi“ (siehe Kap. 5.1) verdeutlicht wurden.

Bis zum August dieses Berichtsjahres sind bereits 7200 Schichtenverzeichnisse von Braunkohlenbohrungen recherchiert und verschlüsselt worden (Abb. 3). Das entspricht etwa 48 % des vorgegebenen Umfanges. Die Prüfung und Einstellung in die Landesbohrdatenbank des LAGB erfolgt zeitgleich, so dass viele dieser Schichtdaten bereits in digital nutzbarer Form zur Verfügung stehen.

Neben den Schichtenverzeichnissen sind die Analysen aus den Braunkohlenerkundungen zu erfassen. Hier bereitet das Auffinden der Daten besondere Schwierigkeiten, da die Einzeldaten in den Objektakten aufbewahrt worden sind. Diese sind in den meisten Fällen nicht mehr vor-

handen. Insgesamt sind erst 17074 Analysenwerte von 1600 Proben aus 131 Bohrungen erfasst.

Parallel hierzu werden die vorhandenen Berichte von Alterkundungen aufgearbeitet, indem die Unterlagen komplett gescannt werden. Die wichtigsten Kartenunterlagen werden georeferenziert und digitalisiert, so dass sie für spätere Neubewertungen genutzt werden können.
Es werden u.a. erfasst:
- Auswertegebietsgrenzen,
- Schnittspuren,
- Flözverbreitungen,
- Vorratsgrenzen und
- Isopachen der einzelnen Flöze.

Mit 47 Berichten ist erst ein Viertel des Gesamtumfanges erfasst.

Diese Tatsache ergibt sich aus der sach- und fachgerechten Bearbeitung des Ausgangsmaterials. Hierbei ist ein höherer Zeitaufwand für das Auffinden von Unterlagen (vor allem Bohrschichtenverzeichnisse sowie Analysedaten) erforderlich geworden, als in der ursprünglichen Planung veranschlagt. Das bedeutet, dass sich dieser Teil der Bearbeitung sowie die Überführung der Daten in bestehende Datenbanken bis in die erste Hälfte 2013 hinziehen werden.

Mit der Umsetzung des Projekts wurden einige Probleme deutlich, die bei der Ausschreibung der Leistungen so nicht absehbar waren. So fehlen ca. 10000 Schichtenverzeichnisse von Bohrungen, von denen lediglich die Kopfdaten (Bezeichnung, Hoch-/ Rechtswert; Ansatzhöhe, Endteufe) bekannt sind. Die Suche nach dem dazugehörigen Schichtenverzeichnis ist oftmals weit aufwendiger, als erwartet. Aktuell finden in den Archiven des LfULG (Freiberg) und der LMBV umfangreiche Recherchen statt.

Besonderer Aufwand bei der Erfassung der Daten ergibt sich weiterhin aus folgenden Aspekten:
- Existenz mehrerer Koordinatensysteme und dadurch Notwendigkeit des lagegenauen Abgleichs der Bohrungen,
- Schwierige Lesbarkeit der z.T. handschriftlichen Aufzeichnungen,
- Vorhandensein alter Maßangaben (Lachter, Klafter etc.) und der Notwendigkeit der Umrechnung.

Die bisher recherchierten Analysedaten dienen fast ausschließlich der Bewertung des Rohstoffes zur thermi-

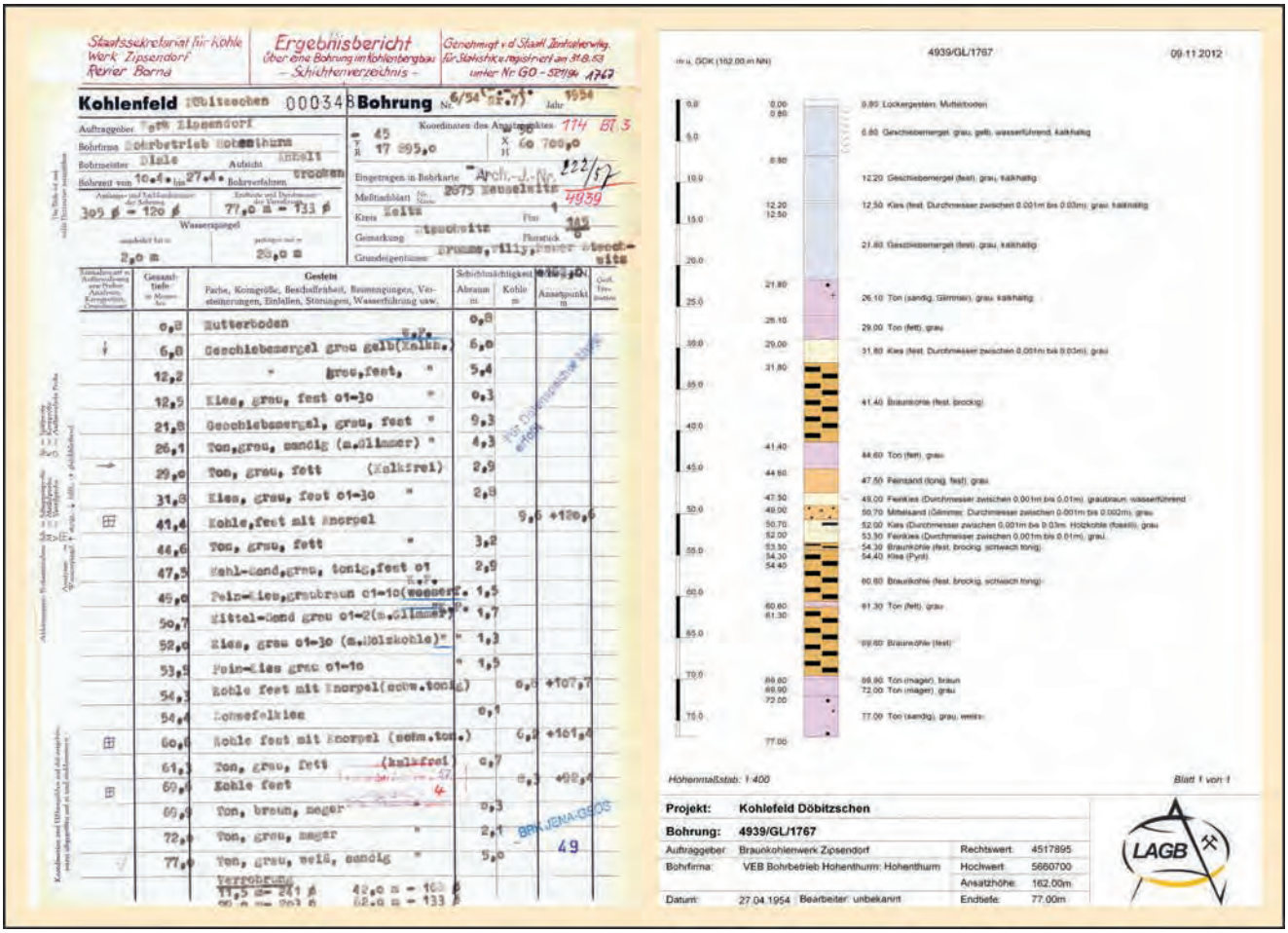


Abb. 3 Umsetzung eines Schichtenverzeichnisses in die digitale Form. Links: Formbatt der Bohrung 6 aus dem Jahr 1954 im Kohlenfeld Döbitzschen. Rechts: Ausdruck des digital umgesetzten Schichtenverzeichnisses aus der Bohrdatenbank des LAGB.

schen Verwendung und lassen nur eine eingeschränkte Einstufung hinsichtlich der Eignung für eine stoffliche Verwertung zu. Es gibt dennoch Möglichkeiten, um aus der Bezeichnung „Kohle“ durch Datenintegration mehr Informationen zu extrahieren, die für eine stoffliche Verwertung maßgeblich sind (Escher & Rascher 2010).

Für die Bewertung und stoffliche Qualitätssicherung von Kohlefeldern mit unzureichender Anzahl kohlechemischer Analysen müssen Analogiebetrachtungen auf der Grundlage einer lithofaziellen Flöztypisierung zusätzlich zum ursprünglich geplanten Projekt angestellt werden (Hartmann 2005, Standke et al. 2010, Kalies et al. 2012). Diese basieren auf einer Auswertung der die Kohlequalität bestimmenden genetischen Faktoren. Dabei sind prä-, syn- sowie postgenetische Faktoren über alle relevanten Zeiträume zu untersuchen:

Prägenetische Faktoren (Einflüsse vor der Kohlebildung):
- Paläoklima (Temperatur- und Niederschlagsdaten; Klimagliederung),
- Paläobotanik (Ausgangssubstanzen für die Inkohlung, Moor- und Sumpfverbreitung; Rekonstruktion von Moortypen für die einzelnen Kohleflöze),
- Paläogeographie (Meeresverbreitung, Transgressions- und Regressionszyklen; Brack- und Süßwasserbereiche).

Syngenetische Faktoren (Einflüsse während der Kohlebildung):
- Geländemorphologie (Einfluss aus Flusssystemen, Subrosionssenken, Prätertiärrelief),
- Tektonische Beeinflussung (Lagerstättentypisierung; Absenkungsgeschwindigkeit).

Postgenetische Faktoren (Einflüsse nach der Kohlebildung):
- Erosion und Akkumulation,
- Phase der Inkohlung,
- Glazigene Prozesse,
- Einfluss durch mineralisierte Wässer.

Zu den einzelnen Themenkomplexen sind Grundlagenkarten für das gesamte Untersuchungsgebiet zu erstellen, die flächenhaft und zeitlich differenziert folgende Parameter widerspiegeln:
- Sumpf- und Moorverbreitung,
- Meeresverbreitung,
- Brack- und Süßwasserverteilung,
- Prätertiärrelief bzw. -basis,
- Verlauf der Flusssysteme,
- Lage von prätertiären Subrosionssenken,
- Paläoklima.

Insbesondere sind für die Rohstoffkennwerte flächenhafte Übersichten anzufertigen (Abb. 4):
- Abgeleitete Kennwertkarten (Aschegehalt, Heizwert, Bitumengehalt usw.),
- Lithogenetische Flöztypisierung,
- Potenzialkarten der für die stoffliche Verwertung geeigneten Braunkohle.

Nur die Aufarbeitung sämtlicher Faktoren im Zusammenspiel mit den vorhandenen punkthaften Daten aus Rohstoffuntersuchungen kann unter Anwendung geostatistischer Verfahren zu Aussagen über Art und Grad des Zusammenhanges zwischen den genetischen Einflüssen und der für die stoffliche Verwertung relevanten Rohstoffkennwerte führen. Im Ergebnis wird das stoffliche Verwertungspotenzial der noch vorhandenen Braunkohlenressourcen qualitativ auf Grundlage der verfügbaren und ableitbaren Informationen ermittelt und lagerstättenspezifiziert in einer Datenbank abgelegt.

Absehbar ist bereits jetzt, dass aufgrund der zusätzlichen Arbeiten der ursprüngliche Zeitplan nicht mehr eingehalten werden kann und endgültige Ergebnisse zum Ende des Jahres 2013 zu erwarten sein werden.

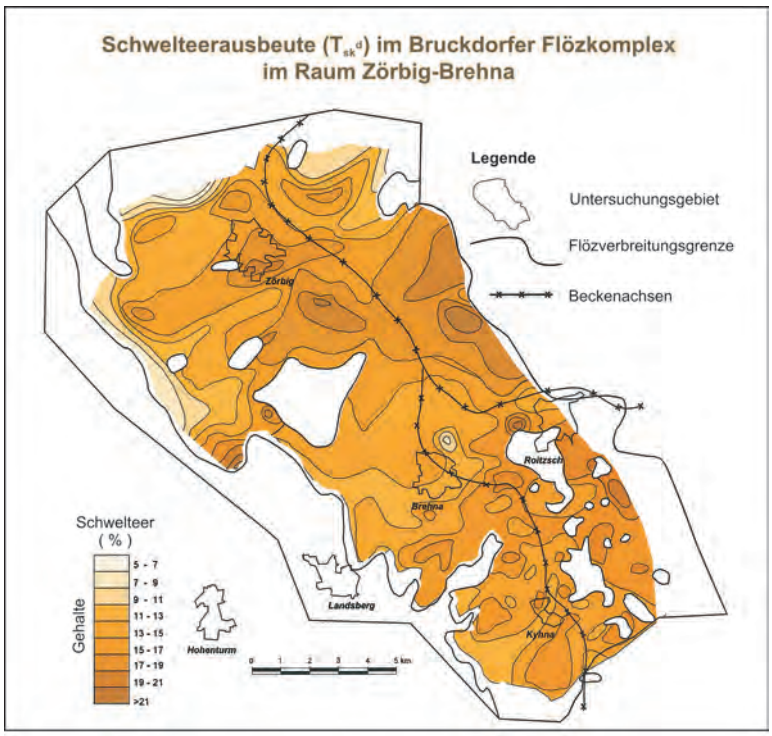


Abb. 4 Die lagerstättengenetischen Faktoren haben entscheidenden Einfluss auf die Kohlequalität. Das Beispiel zeigt die laterale Veränderung der Schwelteerausbeute für den Flözkomplex Bruckdorf im Raum Zörbig-Brehna (aus Hartmann 2005, verändert). Das Ziel des laufenden Projekts besteht darin, in analoger Weise das Verhalten der einzelnen Kennwerte darzustellen.

Literatur und Quellen:

Escher, D. & Rascher, J. (2010): Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für ausgewählte sächsische Rohstoffe (Braunkohlenlagerstätten) mit besonderer Berücksichtigung ihrer stofflichen und energetischen Eigenschaften.- FuE Bewertungsverfahren Steine-Erden-Rohstoffe & Braunkohlen, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Vortrag am 09.04.2010 in Profen.

Franke, P. (1933): A. Riebeck´sche Montanwerke – die Geschichte einer mitteldeutschen Bergwerksgesellschaft.- 445 S., 221 Abb., zr. Tab., 9 Anl., München (F. Brückmann AG).

Hartmann, B. (2005): Die Genese des stofflichen Inventars des Braunkohlenflözes Bruckdorf (Obereozän) zwischen Halle und Bitterfeld, Sachsen-Anhalt.- Diss. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg (unveröff.).

Kalies, H., Imkamp, I., Lehmann, T., Künne, G., Escher, D., Rascher, J., Kleeberg, K. & Brauer, R. (2012): Das digitale Bewertungsverfahren für Rohstoffe Sachsens - Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für ausgewählte sächsische Rohstoffe (Braunkohlen) mit besonderer Berücksichtigung ihrer stofflichen und energetischen Eigenschaften.- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Schriftenreihe, Heft 26, 76 S. 41 Abb. 29 Tab., Dresden. Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter http://www.smul.sachsen.de/lfulg/6447.htm heruntergeladen werden.

Standke, G., Escher, D., Fischer, J. & Rascher, J. (2010): Das Tertiär Nordwestsachsens - Ein geologischer Überblick.- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 158 S., 167 Abb., 4 Tab., 1 CD, Dresden.

Prof. Dr. Ing.-habil. Klaus-Dieter Bilkenroth

Prof. Klaus-Dieter Bilkenroth, Ehrensenator der TU Bergakademie Freiberg, gehört zu den Hauptinitiatoren des „Regionalen Wachstumskerns ibi – Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland“ (hier auf dem Fachsymposium „ibi als Beitrag zur stofflichen Kohlenutzung“ am 26. Oktober 2011 in Leuna). In dieses Projekt brachte er die Erfahrungen aus seiner über 40 jährigen Tätigkeit in der Braunkohleindustrie ein. Seine Grundüberzeugung lässt sich nach wie vor in dem Fazit zusammenfassen: „Die mitteldeutsche Kohle veredelt man.“

Am Stadtort Amsdorf hat die stoffliche und nachgeordnete energetische Nutzung von Braunkohle eine jahrzehntelange Tradition.

5.3 Untersuchung der Schwermineral-Spektren in Terrassenablagerungen der Elbe, Saale und Weißen Elster (Sachsen-Anhalt)

Andy Allenberg[1], Danilo Wolf[1], Jens Andersen[2], Gavyn Rollinson[2], Gregor Borg[1], Regine Präger[3] & Klaus Stedingk[3]

5.3.1 Einführung und Zielstellung

Eine lagerstättenwirtschaftliche Einordnung des Schwer- und Wertmineralinhalts der quartären Schotterterrassen in Sachsen-Anhalt ist nur sehr eingeschränkt möglich. Hierfür fehlt es landesweit an aktuellen und repräsentativen Analysen aus den in Abbau stehenden Kiessandlagerstätten. Um einen groben Überblick der aktuellen Verhältnisse zu bekommen, wurden in ausgewählten Terrassenablagerungen der Elbe, Saale und Weißen Elster weiträumig *Schwermineralkonzentrate aus den Rohkiessanden* gewonnen und diese einer sedimentpetrographisch-mineralogischen Analyse und quantitativen Bewertung unterzogen.

Die wissenschaftliche Bearbeitung der *vollständigen* Schwermineral-Spektren (im Folgenden SM-Spektren) entlang der o.g. Flusssysteme erfolgte in Zusammenarbeit zwischen der Martin-Luther-Universität (Institut für Geowissenschaften) und dem Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB) sowie der Camborne School of Mines (Großbritannien) in zwei Etappen. Über die Ergebnisse der hierbei angefertigten Diplomarbeiten (Wolf 2010, Allenberg 2011) wird im vorliegenden Beitrag berichtet.

Eine erste methodisch moderne Analyse der gesamten SM-Assoziation führte Wolf (2010) im Bereich der Saale und Weißen Elster durch. Das Ziel der Beprobungen war in erster Linie auf die qualitative und quantitative Erfassung sämtlicher Schwerminerale gerichtet. In einem zweiten Schritt unterzog dieser Bearbeiter ausgewählte Minerale (Gold, Platin, Kassiterit, Chromit) einer Wertermittlung.

Unschärfen bei der quantitativen Bestimmung der SM-Spektren führten zur Entwicklung eines angepassten Aufbereitungsschemas im halbtechnischen Maßstab, das für die zweite Untersuchungsetappe im Bereich der Elbe zur Anwendung kam (Allenberg 2011). Die Leitlinien für diese Arbeiten waren:

- identische Probennahme an allen Gewinnungsstellen,
- definierter Großprobenumfang,
- standardisiertes Aufbereitungsschema,
- möglichst verlustfreie Separation der Minerale.

Nur durch striktes Einhalten dieser Vorgaben gelang eine zuverlässige und reproduzierbare Quantifizierung der Schwermineralführung in den einzelnen Beprobungsstandorten. Hierdurch besteht die Möglichkeit der direkten Vergleichbarkeit ihrer absoluten Gehalte.

Weitere Ergebnisse die von Wolf (2010) und Allenberg (2011) erzielt wurden, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- mineralogisch geochemische Charakterisierung einzelner Schwermineralseparate,
- Entwicklung eines Ablagerungsmodells (Provenienz und Migrationspfade ausgewählter Schwerminerale, stratigraphische Einstufung von Schotterkörpern),
- Abschätzung der Stabilität einzelner Schwerminerale gegenüber mechanischer und chemischer Beanspruchung,
- Bewertung des Aufbereitungserfolges.

Trotz der methodisch unterschiedlichen Aufbereitungswege in den beiden Untersuchungsetappen, lassen die SM-Spektren aufgrund ihrer qualitativen und quantitativen Charakteristika die Betrachtung in einem zusammenhängenden geologischen Kontext zu.

5.3.2 Geologischer Rahmen

Die Stratigraphie des Quartärs in Sachsen-Anhalt ist das Ergebnis zyklischer Klimaschwankungen und basiert auf der Untergliederung in kaltzeitliche Schotterterrassen und interglaziale Sedimente. Für die fluviatilen Kiesakkumulationen können insgesamt sechs Phasen voneinander unterschieden werden. Die derzeitige Differenzierung geht von drei früh-pleistozänen Etappen sowie drei mehrphasigen Kaltzeiten aus. Letztere werden der Elster-, Saale- und Weichsel-Eiszeit zugeordnet, an die

1 Dipl.-Geol. Andy Allenberg, Dipl.-Geol. Danilo Wolf, Prof. Gregor Borg, Economic Geology and Petrology Research Unit, Institute for Geosciences Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Von-Seckendorff-Platz 3, 06120 Halle (Saale).
2 Dr. Jens Andersen, Prof. Gavyn Rollinson, Camborne School of Mines, College of Engineering, Mathematics & Physical Sciences (CEMPS), University of Exeter, Tremough Campus Penryn, TR10 9EZ Cornwall, UK.
3 Dipl.-Geoln. Regine Präger, Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

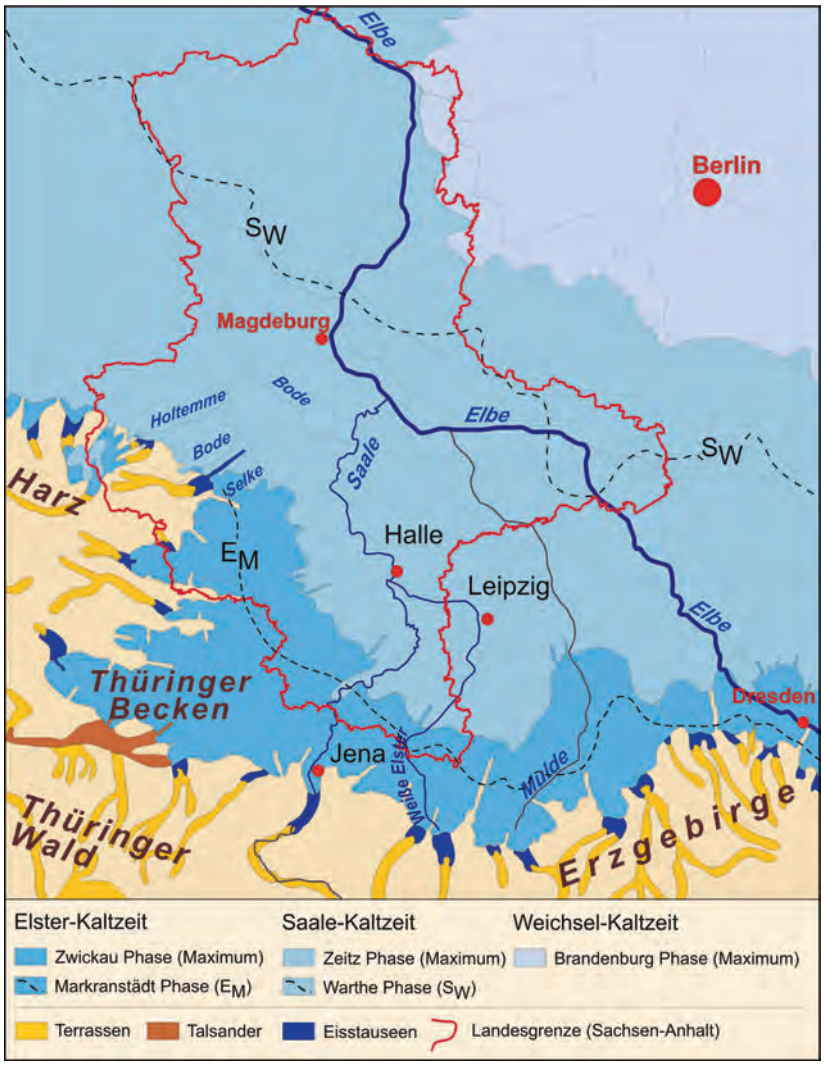


Abb. 1 Maximale Eisrandlagen in den Vereisungsphasen der Elster-, Saale- und Weichsel-Kaltzeit im Gebiet von Sachsen-Anhalt (verändert nach Eissmann 1997). Durch das Vorrücken des Eises kommt es zur Aufarbeitung und Umlagerung bereits abgelagerter Lockersedimente (Terrassen-gelb, Talsander-dunkelbraun, Eisstauseen-dunkelblau). Diese Prozesse fanden während jeder Phase eines Eisvorstoßes statt (verändert nach Stiefel 2004 und Erickson 2008).

5.3.2.1 Die Elbe und ihre Nebenflüsse in den einzelnen Zeitabschnitten

Die Schwermineralzusammensetzungen der Kiessandkörper werden im Wesentlichen durch den geologischen Untergrund der Einzugsgebiete der rezenten und fossilen Flusssysteme bestimmt. Ein zusätzlicher und für die Mineralogie der SM-Assoziation nicht zu vernachlässigender Faktor ist auch der mehrphasige Eintrag nordischen Materials.

Mit einem Einzugsgebiet von etwa 148 000 km² und einer Flusslänge von rund 1 100 km zählt die Elbe zu den größten Flüssen Mitteleuropas und bildet das wichtigste Flusssystem in Sachsen-Anhalt. Der SM-Gehalt der Elbeschotter wird nicht nur durch das Einzugsgebiet der Elbe, sondern auch direkt durch die zeitlich unterschiedliche Zufuhr von Schwermineralen aus den jeweiligen Einzugsgebieten der Nebenflüsse bestimmt. Bedeutende Nebenflüsse, die unmittelbar im Land Sachsen-Anhalt in die Elbe münden, sind die Schwarze Elster bei Elster-Zahna, die vereinigte Mulde bei Dessau-Roßlau sowie die Saale in der Nähe von Barby (Elbe). Die jeweiligen Teileinzugsgebiete der Nebenflüsse reichen dabei weit über die Landesgrenzen hinaus.

Die Konfiguration der rezenten Einzugsgebiete beschreibt nur annähernd die pleistozänen Flusssysteme und ihre Ablagerungsräume. Durch mehrphasige Inlandeisbedeckungen kam es im Laufe des Quartärs zu durchgreifenden Flusslaufverlegungen (Eissmann 2002).

zyklische Eisvorstöße gebunden sind. Die daraus resultierenden Haupt- und Niederterrassenschotter sind das Ergebnis einer Überlastung der Fließgewässer im Früh- oder Anaglazial. Die meist ab dem Hochglazial einsetzende und während des Kataglazials andauernde Belastungsabnahme der Flüsse, hatte eine anschließende Tiefenerosion der Schottermassen zur Folge. Zu Beginn der Frühglaziale bestand vermutlich ein Gleichgewichtszustand zwischen Akkumulation und Erosion. Dies waren Phasen intensiver Umlagerung, Aufarbeitung und Durchmischung der Schotterablagerungen (Eissmann 1981). Einen umfassenden Überblick über die zeitliche und räumliche Abfolge der Ablagerungen innerhalb der einzelnen Kaltzeiten gab Erickson (2008). Abb.1 fasst die wichtigsten Eisvorstöße der entsprechenden Kaltzeiten mit ihren maximalen Eisrandlagen zusammen.

Die Abb. 2 und 3 geben einen regionalen Überblick zur Flusslaufentwicklung seit dem tieferen Miozän bis zum rezenten Abflussregime.

Untermiozän bis ältestes Frühpleistozän

In Mitteldeutschland ist vor allem die Leipziger Bucht seit dem älteren Tertiär Durchflussgebiet bedeutender Gewässer, mit weit über die gegenwärtigen Wasserscheiden hinausgreifenden Einzugsgebieten. Mit Ausnahme der Elbe, die sich seit der jungtertiären Heraushebung des Erzgebirges und der Lausitz an der offenbar tiefsten Stelle antezedent behauptete, sind mit diesem tektonisch mehrphasigen Akt die Einzugsgebiete der übrigen Flüsse im Großen und Ganzen auf die gegenwärtige Fläche reduziert worden. Seit dem höheren Miozän wird

die Leipziger Bucht von der Saale mit sämtlichen thüringischen (Unstrut, Helme, Ilm) und sächsischen Nebenflüssen (Weiße Elster, Pleiße) durchflossen.

Das Gebiet zwischen der heutigen Mulde und Elbe war über lange Zeiträume hinweg auch Durchflussgebiet der fossilen Elbläufe. Die Existenz der Elbe ist seit dem älteren Miozän nachweisbar (Eissmann 1994, 2002). Darauf deuten Ergebnisse von Schwermineraluntersuchungen und die Verbreitung der dazu gehörigen fluviatilen Sande und Kiese der Niederlausitz und des westelbischen Gebietes klar hin. In Folge der Heraushebung des Erzgebirges im Unter- bis Mittelmiozän trat der als Senftenberger Elbelauf bezeichnete Flusslauf nördlich von Dresden in das heutige Tiefland ein (Wolf & Schubert 1992). Nach Eissmann (1994) bildete der Senftenberger Elbelauf vermutlich einen breiten Schwemmfächer (Abb. 2), der in weitem Bogen bis in den Raum Torgau-Schmiedeberg-Wittenberg reichte. Im tiefsten Quartär nahm die Elbe bereits ab Pirna ihren Weg durch die Lausitz und floss über den Bautzener Elbelauf ins Tiefland (Genieser 1955, 1962). Im Frühpleistozän verlegte die Elbe zwischen Dresden und Wittenberg mehrfach ihren Lauf und floss schließlich als Schildauer-, Schmiedeberger- und früh-elsterzeitlicher Streumener Elbelauf in Richtung Nordwesten (Eissmann 1975; Wolf 1977a, 1980). Der weitere Verlauf der früh-pleistozänen Elbeläufe ist unklar. Entsprechende SM-Spektren deuten darauf hin, dass die Elbe zeitweilig in die Niederlande entwässerte, wobei Saale und Mulde zu Nebenflüssen wurden. Während der Elster-Kaltzeit wurden die alten Elbeläufe durch das Inlandeis blockiert und es kam zur Ausbildung großer periglazialer Eisstauseen (Ehlers 1992).

Holstein-Interglazial bis Saale-Kaltzeit

Nach der Elstervereisung fand die Elbe ihren gegenwärtigen Weg von Dresden über Meißen und Riesa nach Norden und verfüllte die vom Elstereis ausgeschürfte Elbtalwanne. In der darauf folgenden Warmzeit bis zur Saalevereisung floss die Elbe über die Gegend von Jüterbog nach Berlin (Berliner Elbelauf). Erst seit die Gletscher der Saale-Kaltzeit erneut den nach Norden gerichteten Abfluss unterbrochen haben, existiert das gegenwärtige Drainagesystem über Wittenberg nach Magdeburg (Abb. 3). Die Saale und die Mulde flossen zwischen der Elster- und Saalevereisung in den Raum Magdeburg und wurden erst während des Saale-Eiszerfalls zu den gegenwärtig getrennten Nebenflüssen der Elbe (Eissmann 1994, 2002). Nach Litt & Wansa (2008) lassen sich die früh-saalezeitlichen Flussläufe anhand von Geröll- und SM-Assoziationen gut rekonstruieren. Somit ist davon auszugehen, dass sich das heutige Ge-

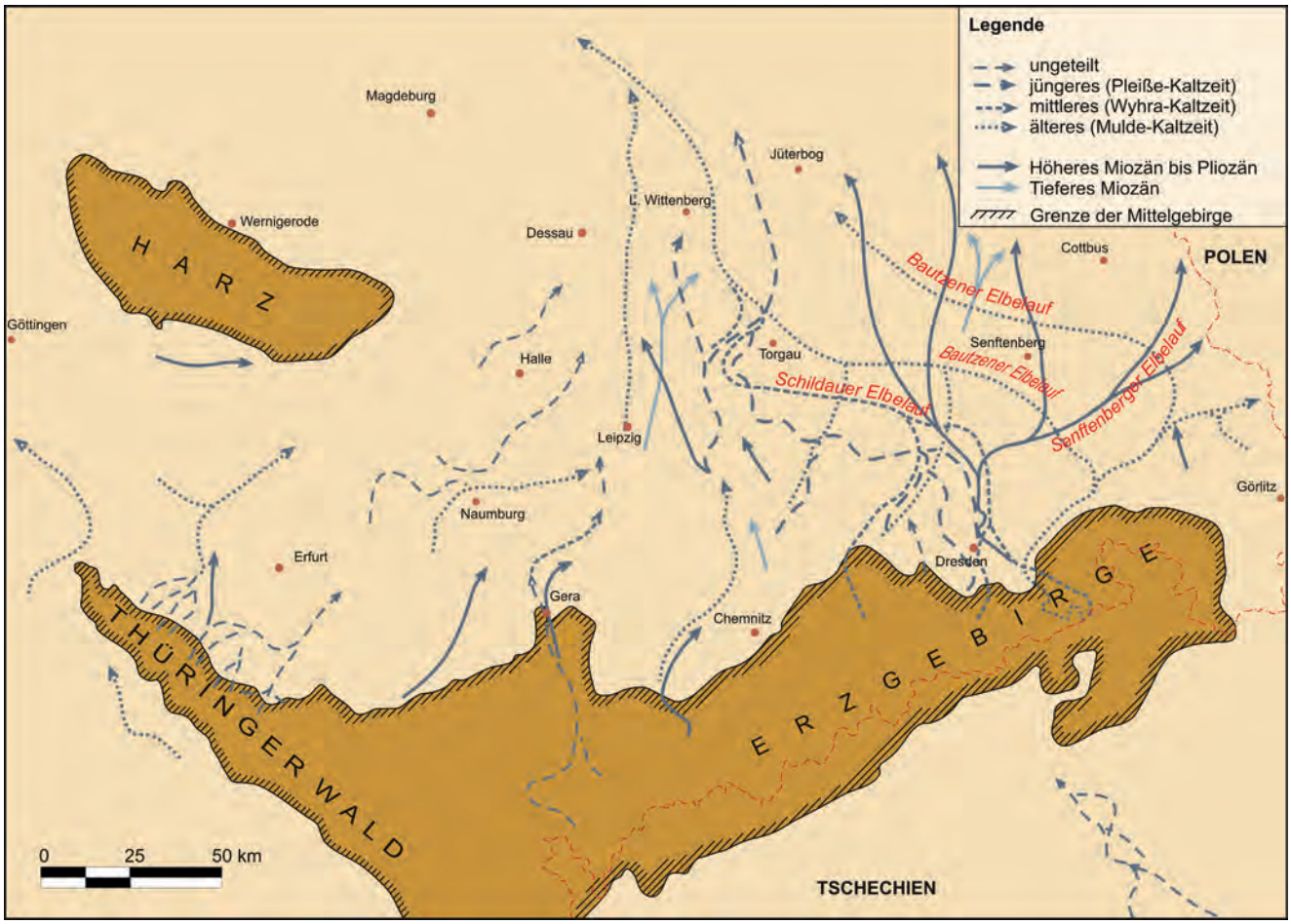


Abb. 2 Die Entwicklung der Flusssysteme zwischen Werra und Neiße vom tieferen Miozän bis zur Pleiße-Kaltzeit (verändert nach Eissmann 1975).

wässernetz während der Abschmelzphase des Drenthe- und Warthe-Eises herausbildete.

5.3.2.2 Lithologische Einheiten im Elbe-Saale-Einzugsgebiet

Neben der Petrographie (Geröllzählung) gehört das SM-Spektrum zu den signifikantesten Merkmalen eines klastischen Lockersediments. Insbesondere gilt dies für die fluviatilen Lockersedimente, die aus ihrem Einzugsgebiet charakteristische SM-Assoziationen mitbringen. Unter günstigen Umständen können die Schwerminerale wichtige Hinweise auf die regionale Herkunft, klimatische Faktoren und damit indirekt auch auf ihre Altersstellung geben. Im Hügelland drückt sich der Einfluss des anstehenden Liegendgesteins unmittelbar in der Schwermineralzusammensetzung der quartären Sedimente aus. Im Flachland dagegen sind es Mischungseffekte, wodurch sich mit zunehmendem Transportweg das Mineralspektrum durch seitliche Zuflüsse und Einträge von anderem Material ändern kann.

Die Palette der in den potenziellen Liefergebieten anstehenden Gesteine ist im Elbe- und Saale-Gebiet außerordentlich breit gefächert und repräsentiert stratigraphisch und petrographisch weite Teile der mitteleuropäischen Geologie. Das auf die Untersuchungsstandorte anwendbare Einzugsgebiet der Fließgewässer reicht vereinfacht vom Harz, über das Thüringische Schiefergebirge, das Vogtland, das Erzgebirge und das Granulitgebirge bis hin zum Böhmischen Becken. Die meisten regionalgeologischen Einheiten führen felsische bis mafische Gesteinsäquivalente, sodass potenziell dieselben Schwerminerale geliefert werden können. Ausschließlich lokal auftretende lithologische Einheiten, die charakteristische SM-Arten liefern, können eine Dominanz im Spektrum hervorbringen.

5.3.3 Beprobte Kiessand-Gewinnungsstellen

Insgesamt konnten mit den beiden Diplomarbeiten 19 Gewinnungsstellen auf ihr SM-Spektrum untersucht werden. In Abstimmung mit den jeweiligen Betreibern der Kiessand-Gewinnungsstellen erfolgte die Probenahme mit zwei Ausnahmen ausschließlich an Standorten innerhalb von Sachsen-Anhalt (Abb. 4). Mit einer Ausnahme an der Weißen Elster wurden ausschließlich, die zum überwiegenden Teil in Abbau stehenden Terrassenschotter der Saale und Elbe beprobt. Das Auswahlkriterium der untersuchten Standorte stand in enger Be-

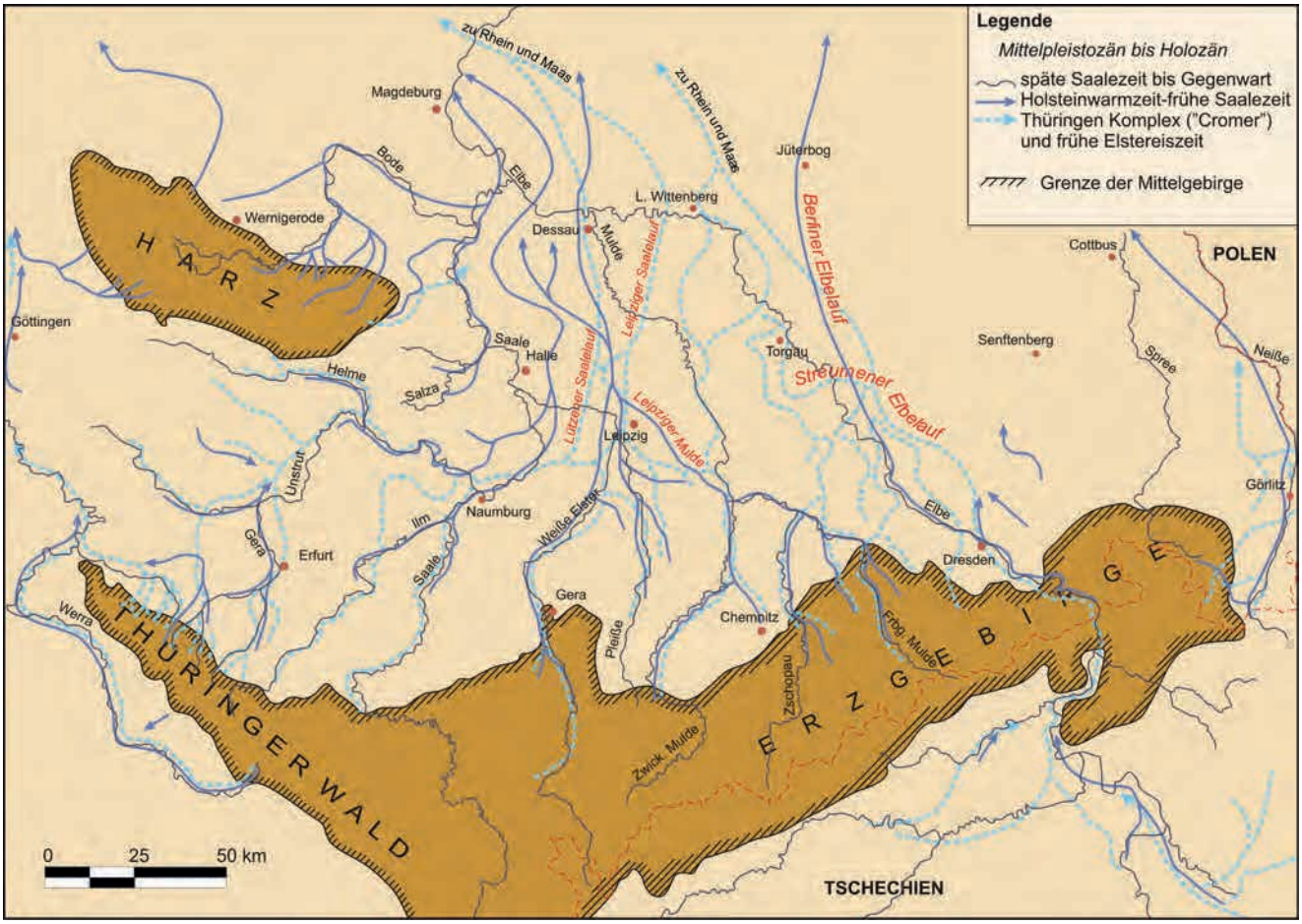


Abb. 3 Rekonstruktion der Flusssysteme zwischen Werra und Neiße von der frühen Elster-Kaltzeit bis zur Gegenwart (verändert nach Eissmann 1975).

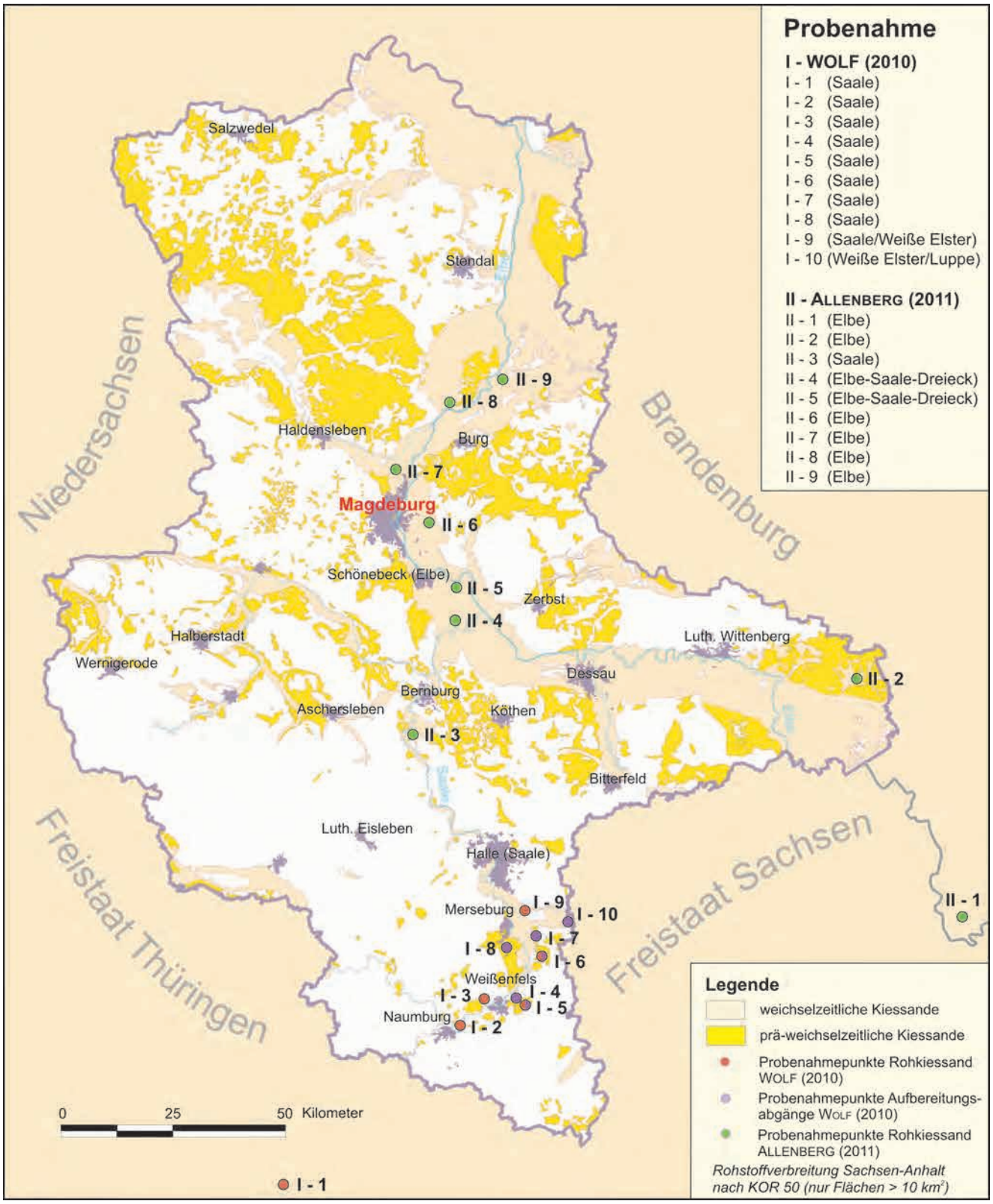


Abb. 4 Lage der Probenahmepunkte entlang der Flusssysteme Elbe und Saale. Farblich unterlegt sind weichselzeitliche sowie prä-weichselzeitliche Kiessandverbreitungen im Bereich der Flussauen (Kartengrundlage: LAGB, Halle).

ziehung zur Aufgabenstellung. Hervorzuheben ist, dass Wolf (2010) sowohl Gewinnungsstellen im Trocken- sowie Nassabbau bearbeitete und zusätzlich sechs Aufbereitungsabgänge als Referenzproben analysierte. Aus technischen Gründen (Probenumfang und Aufbereitung) konzentrierte sich dagegen Allenberg (2011) auf Kieswerke, deren Rohstoffgewinnung im Nassabbau stattfindet. Hieraus, ergeben sich zwei zum Teil räumlich abweichende Beprobungsmuster.

5.3.4. Methodik – vom Rohkiessand zum Schwermineralkonzentrat

5.3.4.1 Angewandte Aufbereitungsschemata

Das Pilotprojekt von Wolf (2010) lieferte umfassende und z.T. überraschende Resultate über Art, Menge und Aufbereitungsverhalten der Schwerminerale in den Kiessanden im Mittellauf der Saale. Hiermit war auch die Identifizierung potenziell wirtschaftlich interessanter Wertminerale wie Gold, Platin, Kassiterit und Chromit verbunden. Weil in der Pilotphase die durchgesetzten Mengen sowie das Kornband der zu analysierenden Proben nicht hinreichend beachtet wurde, erwiesen sich die späteren Angaben zu den Wertmineralgehalten als problematisch.

Auf Grund dieser Erfahrungen war es vorrangiges Ziel der Studie von Allenberg (2011), durch Anwendung eines streng kontrollierten Aufbereitungsschemas die Schwer- und Wertminerale quantitativ und reproduzierbar auszubringen. Hiermit konnte qualitativ und quantitativ eine direkte Vergleichbarkeit der Wertmineralführung zwischen den einzelnen Standorten erreicht werden.

Zur Abtrennung von Schwermineralen aus Kiessanden werden allgemein physikochemische Eigenschaften genutzt, bei denen sich die Schwerminerale zumindest hinsichtlich einer Eigenschaft (Korngröße, Dichte, Magnetismus, Oberflächeneigenschaften) von der restlichen Kies- oder Sandfraktion unterscheiden. Die *Methoden* zur Herstellung der Schwermineral-Vorkonzentrate waren bei den beiden Diplomarbeiten allerdings *grundlegend verschieden*. Während Wolf (2010) die Rohkiessande mittels Nassabsiebung, Waschrinne und Waschpfanne vor Ort zu einem Schwermineral-Vorkonzentrat aufbereitete (Abb. 5), bediente sich Allenberg (2011) eines Aufbereitungsschemas, in dem die einzelnen Verfahrensschritte kontrolliert reproduzierbare Ergebnisse lieferten. Zur Herstellung der Schwermineral-Vorkonzentrate kam hier ein Aufbereitungsgang im halbtechnischen Maßstab zum Einsatz, der auch in der praktischen Verfahrenstechnik erfolgreich genutzt wird.
Die daran anschließenden Arbeitsschritte

- Separation der reinen Schwermineralfraktionen sowie
- qualitative und quantitative Analyse des SM-Spektrums erfolgten in beiden Studien methodisch nach dem gleichen Schema. Abb. 6 beschreibt das Aufbereitungsschema nach Allenberg (2011).

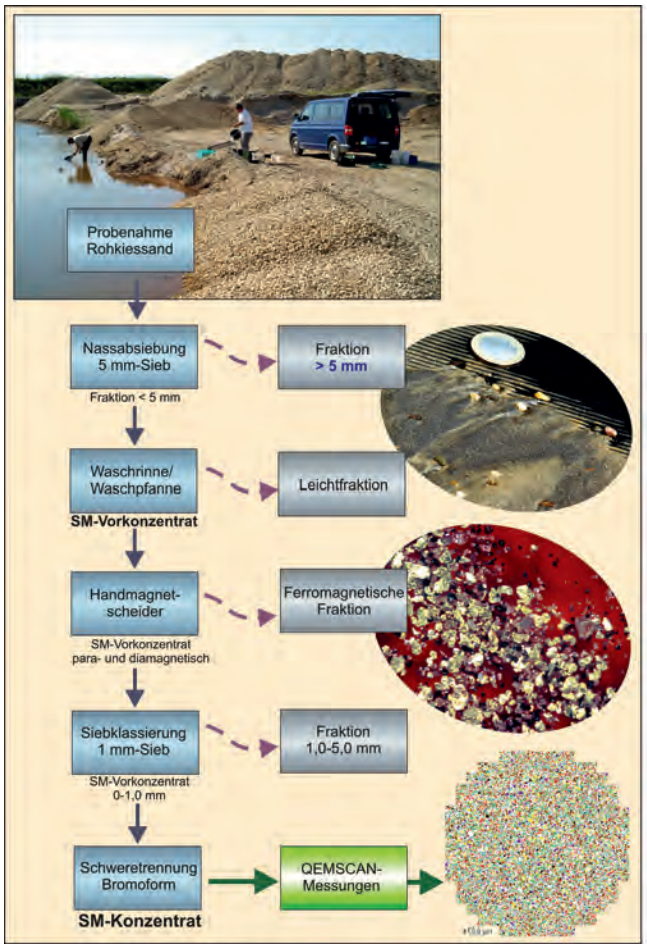


Abb. 5 Aufbereitungsschema der Rohkiessande nach Wolf (2010).

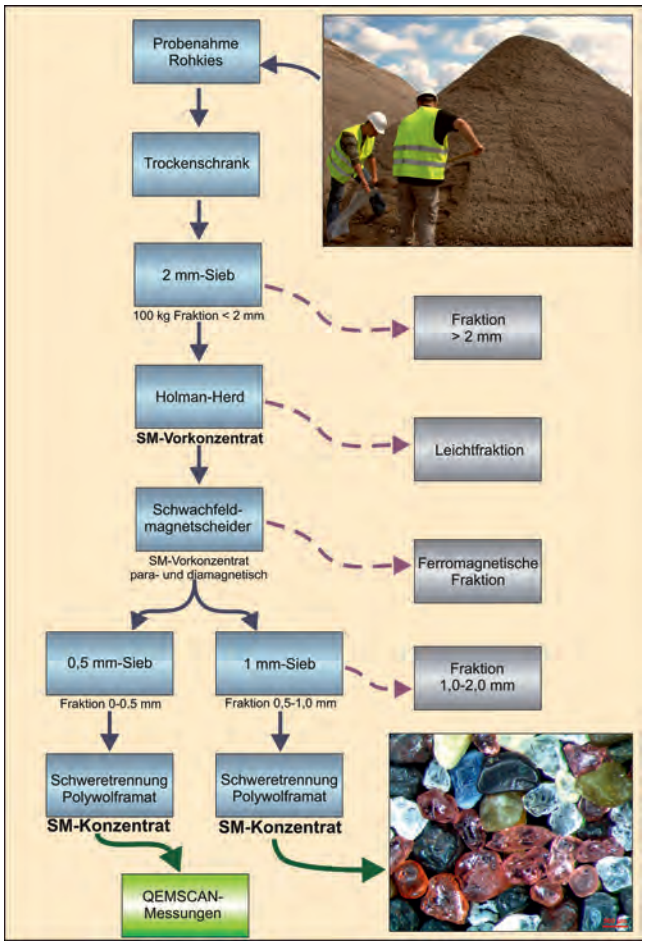


Abb. 6 Aufbereitungsschema der Rohkiessande nach Allenberg (2011)

5.3.4.2 Probenahme und Probenmenge

Grundvoraussetzung für die Repräsentativität der SM-Analytik war die Entnahme einer möglichst frischen Rohkiesprobe. Damit können Veränderungen im Gefüge und Mineralbestand durch Oberflächenverwitterung weitgehend ausgeschlossen werden. Die Beprobungsart richtete sich dabei nach den örtlichen Gegebenheiten, sodass einige Rohkiese direkt vom Förderband, andere als Mischproben aus frischen Rohkieshalden gewonnen wurden (Abb. 7). Der Umfang der zu entnehmenden Rohkiessande ergab sich im „Elbe-Gebiet“ aus der Arbeitshypothese, *dass jeweils einhundert Kilogramm einer aus der Gesamtprobe abgesiebten Sandfraktion auf ihr SM-Spektrum untersucht werden sollten.* Demnach wurden, unter Berücksichtigung und Abschätzung des Kiesanteils vor Ort, großzügige Probenmengen entnommen, die je nach sedimentologischer Beschaffenheit zwischen 140 und 270 kg betrugen.
Es gilt zu berücksichtigen, dass Wolf (2010) überwiegend Rohkiessande aus dem Trockenschnitt begutachtete (Abb. 8) und keinen klar definierten Probenumfang

Abb. 8 Direkte Probenahme aus dem Abbaustoß (Grobkies im Trockenschnitt).

Abb. 7 Den örtlichen Gegebenheiten angepasste Probenahme im Nassabbau (a) vom Band und (b) der frischen Rohkieshalde sowie (c) Probenvorbereitung und (d) Transport in weitläufiger Gewinnungsstelle.

Tab. 1 Übersicht der Beprobungsstellen. Hellgelb unterlegt ist die (nicht-repräsentative) Beprobung von Aufbereitungsabgängen.

Gewinnungsstelle	Stratigraphie / Terrasse	Beprobungsart	Rohkies-probe [kg]	
I – 1	Terrassenschotter der Saale – *subrezent*	Nassschnitt (Rohkieshalde)	75	75
I – 2	Hauptterrassenschotter der Saale – *Saalezeit*	Nassschnitt (Rohkieshalde)	50	50
I – 3	Hauptterrassenschotter der Saale – *Saalezeit*	Trockenschnitt (Rohkieshalde)	75	75
I – 4	Hauptterrassenschotter der Saale – *Elsterzeit*	Ablassbecken (Aufbereitung)	50	15
I – 5	Hauptterrassenschotter der Saale – *Elsterzeit*	Trockenschnitt (Abbauwand)	50	
I – 6	Hauptterrassenschotter der Saale – *Saalezeit*	Trockenschnitt (Materialhalde 0/8)	50	
I – 7	Hauptterrassenschotter der Saale – *Saalezeit*	Ablassrinne (Aufbereitung)	10	5
I – 8	Hauptterrassenschotter der Saale – *Saalezeit*	Absetzbecken (Aufbereitung)	40	40
I – 9	Niederterrassenschotter der Elster/Luppe – *Weichselzeit*	Trockenschnitt (Abbauwand)	50	50
I – 10	Niederterrassenschotter der Elster/Luppe – *Weichselzeit*	Überlauf Rüttelsieb (Aufbereitung)	5	2,5
II – 1	Terrassenschotter der Elbe – *Spätelster- bis Frühsaalezeit*	Nassschnitt (Rohkieshalde)	190	
II – 2	Schmelzwassersande, *Flusssande/ -kiese – Saalezeit*	Nassschnitt (Rohkieshalde)	170	
II – 3	Niederterrassenschotter der *Saale – Weichselzeit*	Nassschnitt (Rohkieshalde)	220	
II – 4	Niederterrassenschotter der Elbe – Weichselzeit	Nassschnitt (Gurtanlage)	245	
II – 5	Niederterrassenschotter der Elbe – *Holozän bis Weichselzeit*	Nassschnitt (Eimerkettenbagger)	265	
II – 6	Niederterrassenschotter der Elbe – *Weichselzeit*	Nassschnitt (ältere Rohkieshalde)	155	
II – 7	Niederterrassenschotter der Elbe – *Holozän bis Weichselzeit*	Nassschnitt (Gurtanlage)	160	
II – 8	Niederterrassenschotter der Elbe – *Weichsel- bis Saalezeit*	Nassschnitt (Gurtanlage)	140	
II – 9	Niederterrassenschotter der Elbe – *Weichselzeit*	Nassschnitt (Baggerschaufel)	60	

wählte. Wegen des geringeren Aufwands (kleinere Probenmenge) bestand jedoch die Möglichkeit einer Zweitbeprobung, die er in einem etwa 10-wöchigen Abstand durchführte. Die Übersicht (Tab. 1) zeigt zusammenfassend die stratigraphische Zuordnung der Gewinnungsstellen, die durchgeführte Beprobungsart sowie die entnommenen Rohkiesmengen.

5.3.4.3 Probenvorbereitung – Trocknen, Sieben (Allenberg)

Da von jeder Einzelprobe eine Rohsandmenge von einhundert Kilogramm herzustellen war, kam aus technischen und zeitlichen Gründen nur die Klassierung über Trockensiebung in Betracht. Insgesamt mussten für die Absiebung zirka *zwei Tonnen Rohkiessand getrocknet* werden. Im Landesamt für Geologie und Bergwesen (Halle) bestand die Möglichkeit diese Probenmengen mit Hilfe zweier Trockenschränke in kürzester Zeit zu trocknen (Abb. 9).
Freundlicherweise stellte das Kiessandunternehmen „Kies- und Baustoffwerke Barleben GmbH & Co. KG“ ihre vollautomatische Siebanlage für die anschließende Siebklassierung zur Verfügung, die den erforderlich hohen Materialdurchsatz in vertretbarer Zeit ermöglichte (Abb. 10).

Abb. 10 Trocken-Absiebung der Fraktion <2 mm im Kieswerk Barby (Kies- und Baustoffwerke Barleben GmbH & Co. KG).

Abb. 9 Trocknen der Rohkiesproben im LAGB (Maße der Schränke ca. 150 x 200 cm).

5.3.4.4 Holman-Herd (Allenberg)

Nach Herstellung der zu untersuchenden Sandfraktion kam als nächster Aufbereitungsschritt der Holman-Herd zum Einsatz. So genannte Setztische gehören seit Jahrhunderten zu den klassischen Anlagen der Mineralaufbereitung. Sie lassen sich als Dichtesortieranlagen mit sehr hoher Selektivität aber relativ geringer Durchsatzkapazität beschreiben. Aus diesem Grund eignen sie sich vor allem für mehrstufige Anreicherungsprozesse und somit auch zur Herstellung von Schwermineral-Vorkonzentraten. Durch rhythmische Stoßbewegungen wird das Aufgabegut im Wasserstrom nach der Partikeldichte und nachgeordnet der Korngröße aufgefächert und kann in verschiedenen Produkten ausgetragen werden. In Abb. 11 wird die Differenzierung der Probe in eine Schwemmfraktion (org. Bestandteile, Glimmer), Leichtfraktion (überwiegend Quarz- und Feldspataggregate) sowie der Schwermineralfraktion deutlich.
Nach Optimierung der Einstellungen des Holman-Herdes (Neigung, Wassermenge, Probenaufgabe) gelang es, aus der Sandfraktion den kompletten Schwermineralbestand mit seinen stark variierenden Mineraldichten mit hoher Trennschärfe zu separieren. Damit erwies sich dieser klassische Verfahrensschritt als saubere und wirksame Methode.

5.3.4.5 Schwachfeldmagnetscheidung (Allenberg)

In diesem Arbeitsschritt erfolgte die Separation der ferromagnetischen Fraktion. Zwar trägt diese ebenso zur Gesamtheit eines SM-Spektrums bei, überlagert jedoch dieses signifikant bei deren Quantifizierung in den nachfolgenden Analysen. Im Gegensatz zu den wenigen ferromagnetischen Schwermineralen, wie Magnetit und Magnetkies, bilden die paramagnetischen Schwerminerale mitunter einen erheblichen Anteil im Gesamtspektrum aus. Bei der magnetischen Separation war deshalb zu beachten, dass diese Minerale nicht abgetrennt werden. Unter diesem Aspekt kam für die magnetische Separation lediglich eine Schwachfeldmagnetscheidung in Frage. Zum Einsatz kam dabei ein Permanent-Trommel-Scheider der Firma „SKET“ (Abb. 12).

Abb. 11 Dichtesortierung mit Holman-Herd (TU Clausthal, Institut für Aufbereitung). (a) Manuelle Aufgabe der Sandfraktion ≤ 2 mm auf den Holman-Herd. (b) Wirkungsprinzip des Herdes, der die Sandfraktion nach der Dichte sowie nachgeordnet auch in der Korngröße aufgliedert, (c) Abfüllen des dunklen Schwermineral-Vorkonzentrats, (d) Schwermineral-Vorkonzentrat.

Abb. 12 (a) Permanent-Trommel-Schwachfeld-Magnetscheider der Firma „SKET" (TU Clausthal, Institut für Aufbereitung). (b) Separierte ferromagnetische Fraktion.

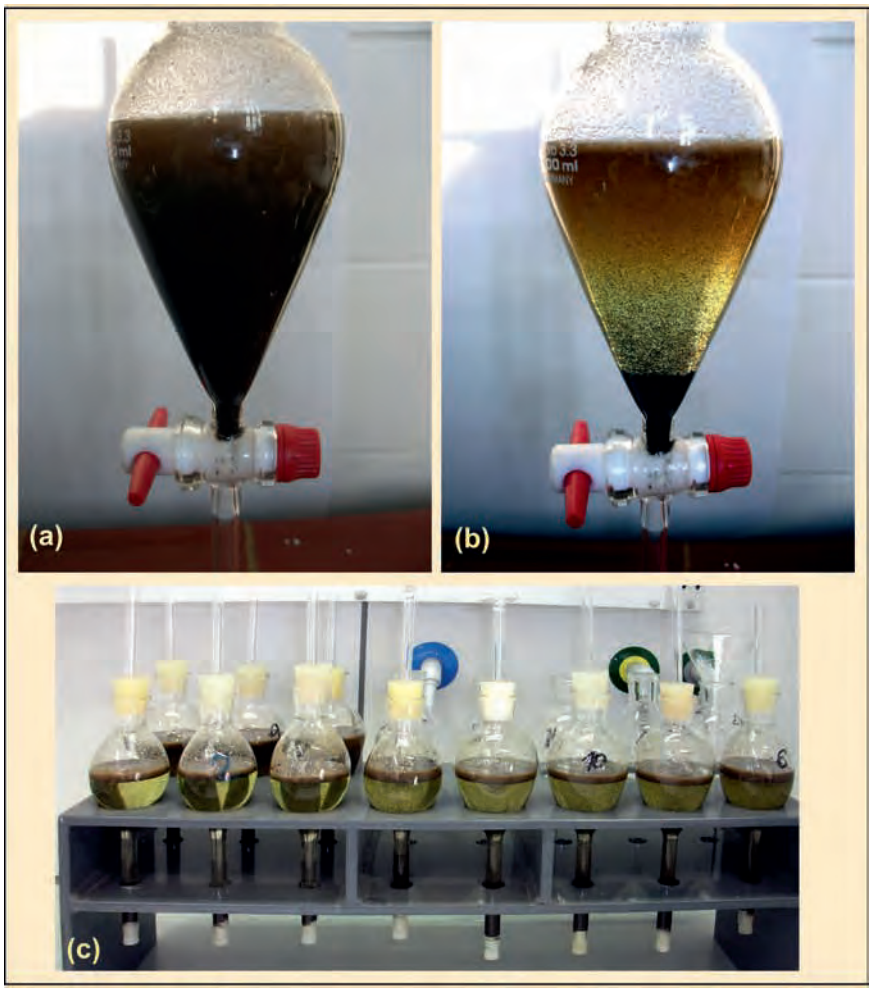


Abb. 13 Herstellung des reinen Schwermineral-Konzentrats mittels Sink-Schwimm-Analyse. (a) Scheidetrichter nach einer Befüllung mit 40 g Probenmaterial homogenisiert, (b) Trennung der SM-Fraktion von der Leichtfraktion nach ca. zehn Minuten, (c) Abgeschlossener Trennvorgang nach ca. zwei Stunden Trennzeit.

5.3.4.6 Schweretrennung (Allenberg)

Weil die über den Holman-Herd gewonnenen Schwermineral-Vorkonzentrate noch erhebliche Mengen leichter Minerale enthielten, erfolgte die Herstellung eines reinen Schwermineral-Konzentrats im Labor mit Hilfe der Sink-Schwimm- Analyse. Hierbei wurde die Leichtfraktion durch Einsatz einer Schwereflüssigkeit vom erwünschten Schwermineralbestand abgetrennt. Zur Anwendung kam eine gebrauchsfertige wässrige Lösung von Natriumpolywolframat, mit einer voreingestellten Dichte von 2,82 g/cm^3.

Der Trennprozess erfolgte in Scheidetrichtern, wobei sich die Schwermineralfraktion von der Leichtfraktion räumlich trennt und separat abgelassen werden kann (Abb. 13). In der praktischen Durchführung zeigte sich, dass für diesen Verfahrensschritt eine zusätzliche Klassierung der Vorkonzentrate erforderlich war, um eine optimale Trennleistung zu erzielen. Die Ursachen dafür liegen sowohl in den petrophysikalischen Eigenschaften der Körner, als auch in den geometrischen Beschaffenheiten der Apparaturen begründet.

Somit wurde lediglich die Kornfraktion ≤ 0,5 mm mit der Schwerelösung bearbeitet und zur quantitativen Auswertung herangezogen.

5.3.4.7 Das QEMSCAN-System

In der Vergangenheit erfolgte die klassische quantitative Bestimmung von Schwermineralen überwiegend durch Kornauszählungen unter dem Binokular. Wolf (2010) und Allenberg (2011) nutzten für die Quantifizierung das QEMSCAN-System (Quantitative Evaluation of Minera-

Abb 14 QEMSCAN-Apparatur (Camborne School of Mines, Universität Exeter, Großbritannien).

logy by Scanning Electron Microscopy), ein vollautomatisiertes Rasterelektronenmikroskop, das sich mit Hilfe seiner softwaregestützten Messungen für die Aufgabenstellung als ein effektives und statistisch gesichertes Analyseverfahren erwies (Abb. 14).
Das über die vier EDX-Detektoren ermittelte „chemische" Spektrum eines jeden Messpunktes wird mittels angepasster Software zu einem Gesamtspektrum kombiniert und in einer internen Datenbank mit Mineralstandards abgeglichen. In dieser Datenbank sind bis zu 750 definierte Mineralspektren hinterlegt, wodurch jeder identifizierten Phase eine Falschfarbe zugeordnet werden kann (Pirrie et al. 2004). Nach einer entsprechenden Datennachbearbeitung durch den Operator wird ein Analyseergebnis erzielt, das in Form der modalen Zusammensetzung der Probe, einer Falschfarbenabbildung der Probe (Abb. 15) sowie in einer umfassenden und detaillierten Mineralauflistung vorliegt. Das QEMSCAN-System verfügt insgesamt über fünf verschiedene Messmodifikationen, die je nach Probenbeschaffenheit und Aufgabenstellung zur Anwendung kommen können.

Für die Analysen wurden Teilproben von jeweils einem Gramm pro Probe zur Herstellung von Streupräparaten verwendet. Weil hier die zu analysierenden Schwermineralkonzentrate in Form einzelner Kornpartikel vorlagen, wurden für die qualitative und quantitative Erfassung des gesamten Mineralspektrums der FS-Modus (Field Scan Image) mit anschließendem PMA-Modus (Particle Mineral Analysis) angewandt. Die beiden Messmodifikationen unterscheiden sich in ihrer Fähigkeit, Partikel in bestimmten Korngrößenbereichen sauber zu fokussieren und quantitativ zu erfassen. *Gemessen wurden dabei 3000-5000 Körner je Präparat*, was als statistisch gesicherter Wert für die Gesamtprobe angesehen werden kann. In Abhängigkeit vom Messmodus ergaben sich *bis zu 3,3 Mio. REM-EDX Messpunkte pro Streupräparat.*

5.3.4.8 Kritische Betrachtung der Methodik

Aus den individuellen Fragestellungen einer Schwer- und Wertmineraluntersuchung ergeben sich sehr unterschiedliche Möglichkeiten, Rohkiessande aufzubereiten und ein Schwermineral-Konzentrat herzustellen. Nicht zuletzt werden dadurch die Parameter der Probenahme, Probenmenge, Wahl der Korngröße sowie die daran anzupassende Methode der Schwermineralseparation mit anschließender Analytik festgelegt.

Grundlegender Anlass zur Kritik ergibt sich aus der recht geringen Beprobungsdichte, die auf Aufschlussmangel in diesem Gebiet beruht. Somit ist ein großer Streckenabschnitt unzureichend belegt und der Einfluss der Mulde auf das SM-Spektrum kaum verifizierbar. Ebenso müssen einige Terrassenschotter als stratigraphisch unsicher eingestuft werden, wodurch die Korrelation und Interpretation von SM-Spektren erschwert werden kann. Dies betrifft vor allem die lokal auftretenden Mischschot-

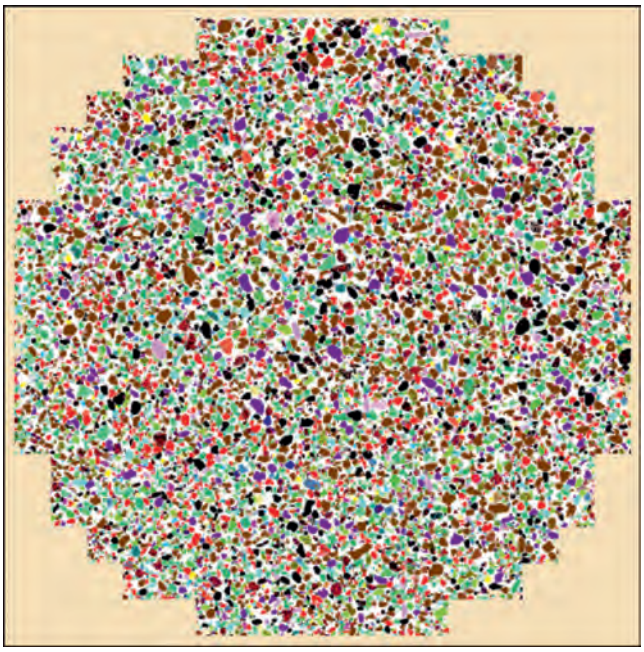


Abb. 15 Falschfarbenkarte des FS-Modus. In diesem Messmodus wurden aus der SM-Fraktion ≤ 0,5 mm alle Partikel >50 µm erfasst. Der Probenblock besitzt einen Durchmesser von 2,7 cm.

ter im Saalegebiet. Ein weiterer wesentlicher Faktor, der die Schwermineral-Konzentrate in ihrer Aussagefähigkeit in Frage stellen kann, ist die Anzahl der entnommenen Proben. In den Studien von Wolf (2010) und besonders von Allenberg (2011) wurde in der Quantifizierung der Schwerminerale, die technische Aufbereitung der stratigraphischen Aussagefähigkeit vorgezogen, sodass den erhaltenen Spektren lediglich Zusatzinformationen abzugewinnen sind. Dennoch bleibt festzuhalten, dass auch einzelne Großproben, durchaus repräsentative Aussagen über das SM-Spektrum eines Kieskörpers liefern können.

In der Aufbereitungspraxis (Allenberg 2011) hat sich gezeigt, dass vor allem der Probenumfang sowie die Auswahl des zu untersuchenden Kornbandes die Anwendbarkeit des Aufbereitungsschemas entscheidend mitbestimmen. Hierbei ist die Trockenabsiebung größerer Probenmengen (bis zu 300 kg) als ein besonders kritisches Verfahren zu betrachten. Gerade bei diesem Verfahrensschritt können durch Oberflächeneffekte *unkontrollierbare Verluste* auftreten, weil z.B. ausgewalzte Gold- und Platinkörner bevorzugt am Überkorn haften bleiben können.

Während die Sandfraktionen ≤ 2 mm gut mit Holman-Herd und Magnetscheider bearbeitet werden konnten, ist es bei der Schweretrennung generell vorteilhaft, das Kornband in mehrere eng klassierte Fraktionen aufzuteilen und separat zu bearbeiten. Durch eine Klassierung konnte die Trennleistung zwar optimiert werden, jedoch mussten in der anschließenden Quantifizierung Abstriche erfolgen, da mit steigender Korngröße, eine negative Trennleistung beobachtet werden konnte. Somit hat Allenberg (2011) lediglich die Schwermineralfraktion ≤ 0,5 mm und Wolf (2010) ≤ 1 mm mittels QEMSCAN-Analyse quantifizieren können. Die gewählte Obergrenze einer Kornfraktion ist von Bearbeiter zu Bearbeiter verschieden und wird meistens bei 0,5 mm festgelegt. Das heißt jedoch nicht, dass es jenseits dieser Korngrenze keine Schwerminerale mehr gibt. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass sich der Großteil der Schwerminerale in der Feinfraktion anreichert. Die Quantifizierung der Schwerminerale mittels QEMSCAN-System liefert eine statistisch gesicherte Datengrundlage, wobei mittels chemischer Elementerfassung auch opake Schwerminerale quantifiziert werden können, die bisher in mikroskopischen Kornauszählungen meist vernachlässigt werden mussten. Die Grenzen des QEMSCAN-Systems sind lediglich bei Mineralen mit dem gleichen oder sehr ähnlichem Chemismus/Spektrum vorgegeben.

Generell können in jedem Aufbereitungsschritt zwar geringe, aber nicht bestimmbare Schwermineralverluste auftreten. *Ein Vergleich der gewonnenen SM-Gehalte zwischen Allenberg (2011) und Wolf (2010) ergab, dass durch das Aufbereitungsschema im halbtechnischen Maßstab, ein etwa 10-fach erhöhtes Ausbringen erzielt werden kann.* Qualitative bzw. quantitative Unterschiede der Spektrenzusammensetzungen in Abhängigkeit zur absoluten SM-Ausbeute der verschiedenen Aufbereitungsmethoden waren dabei nicht festzustellen. Allerdings gilt es dabei zu beachten, dass dieses Aufbereitungsschema für die reine Wertmineralanalyse nur bedingt anwendbar ist. Ebenso steht die rein qualitative SM-Analyse in keinem Verhältnis zu dem Probenumfang, der in diesen Kampagnen gewählt wurde, in der es in erster Linie um die Anwendung von Aufbereitungstechniken im industriellen Maßstab ging. Zur Visualisierung der Aufbereitungs- und Ausbringungsdimensionen wird in Tab. 2 beispielhaft die Probenaufbereitung mit den jeweiligen quantitativen Erzeugnissen dargestellt.

5.3.5 Auswertung und Kartendarstellung

Die Ergebnisse der QEMSCAN-Messungen stellen Rohanalysen dar, in denen nicht selten sekundäre Bildungen mit enthalten sind. Eine Korrelation zwischen den einzelnen SM-Spektren ist jedoch nur dann möglich, wenn die

Tab. 2 Beispiel für die einzelnen Aufbereitungsschritte für das Material der Gewinnungsstelle II-1 mit den jeweiligen quantitativ abgetrennten Fraktionen. Hellgelb unterlegt sind dabei die abgetrennten und nicht weiter verarbeiteten Teilfraktionen.

Aufbereitungsschritt	**Gewinnungsstelle II-1**	
Probenahme-Rohkies	**189,105 kg**	
Trockensiebung (≤ 2 mm/> 2 mm)	**106,004 kg**	83,101 kg
Holman-Herd (≤ 2 mm)	**1188,98 g**	
Magnetscheidung (nicht-mag./mag. Fraktion)	**1081,59 g**	107,39 g
Siebklassierung (≤ 0,5 mm/0,5-2,0 mm)	**1056,49 g**	25,10 g
Schweretrennung (SM-Konzentrat/Leichtfraktion)	**372,12 g**	684,37 g

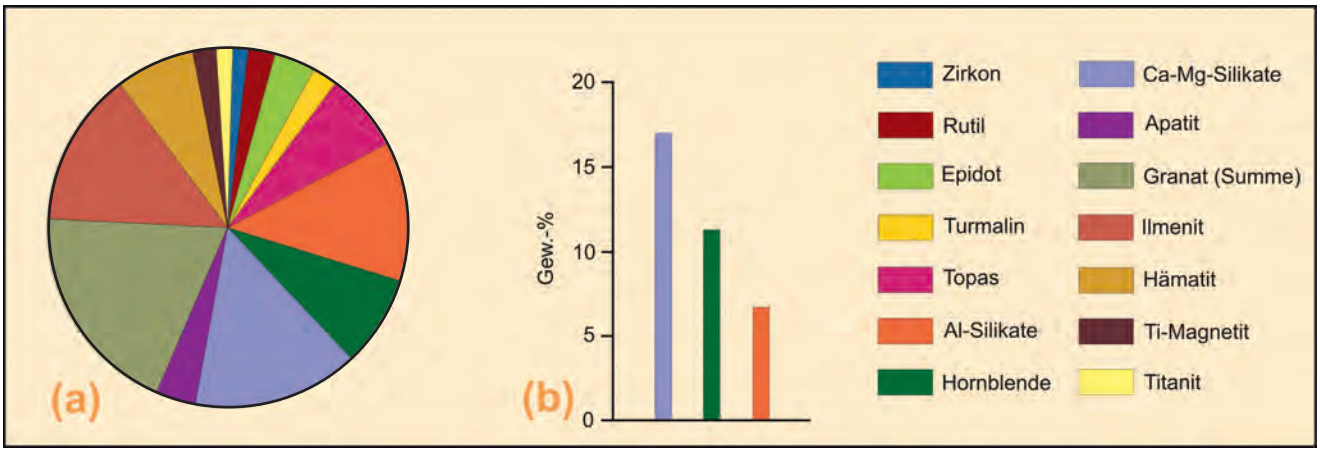


Abb. 16 Beispiel für die gewählten (a) Kreis- und (b) Säulendiagramme zur Darstellung bestimmter SM-Spektren in der Rohstoffübersichtskarte.

primär abgelagerte SM-Assoziation zur Auswertung herangezogen wird. Zur Rekonstruktion der primären Assoziationen wurden Korrekturrechnungen durchgeführt, die sekundär gebildete Minerale aus dem Spektrum eliminieren. Ebenso wurde mit Schwermineralen verfahren, deren Gehalte jenseits der Darstellungsgrenze lagen und deren Anteil weder von wirtschaftlicher Relevanz war, noch einen spektrumsändernden Einfluss auf die primäre SM-Assoziation besaß. Das so korrigierte Messergebnis gilt als repräsentativ für das primär abgelagerte SM-Spektrum der jeweiligen Gewinnungsstelle.

In der Auswertung wurden alle quantitativen Angaben der QEMSCAN-Analysen in Gewichtsprozent berechnet, die aus Umrechnung mit den durchschnittlichen Dichten der einzelnen Schwerminerale resultieren. Zur Visualisierung der SM-Spektren wurden Kreisdiagramme gewählt. Für die Gegenüberstellung einzelner Schwerminerale kamen Säulendiagramme zur Anwendung (Abb. 16).

Für die Korrelation bestimmter SM-Spektren erwies es sich als vorteilhaft, Gruppen von Schwermineralen zu bilden, deren Eigenschaften bzw. Verhalten als „Stabil", „Instabil" und „Opak" charakterisiert werden können. Als „Stabile" werden alle Schwerminerale zusammengefasst, die die höchste Resistenz gegenüber chemischer und physikalischer Verwitterung besitzen. Dazu zählen Zirkon, Rutil, Turmalin und Monazit. Die Gruppe der „Instabilen" setzt sich i.W. aus Epidot, Hornblende, Granat und Titanit zusammen. Die Gruppe der „Opaken" wird durch Ilmenit, Hämatit und Titanomagnetit bestimmt. Sekundärbildungen wie Eisenhydroxide und Pyrit bzw. Markasit wurden aus der primär abgelagerten SM-Assoziation herausgerechnet und bleiben unberücksichtigt. Ebenso werden die alterierten Magnetite nicht zu der Gruppe der „Opaken" gezählt. Im Unterschied hierzu wird Titanomagnetit - obwohl dieses Schwermineral in geringen Mengen auch in der ferromagnetischen Fraktion nachweisbar war - in der Auswertung fallweise berücksichtigt. Nach Jackson et al. (1998) und Wall (2000) variiert die magnetische Suszeptibilität von Titanomagnetiten stark mit der Mineralzusammensetzung und ist abhängig von der Feldstärke des angelegten Magnetfeldes. Somit ist davon auszugehen, dass die vom QEMSCAN-System gemessenen Titanomagnetite keine Restkontamination nach der Schwachfeldmagnetscheidung darstellen und diese daher in der Auswertung berücksichtigt werden müssen. Dieses Vorgehen erwies sich für die regionale Stratifizierung von Schotterkörpern als zweckmäßig, weil die Verteilung des Titanomagnetits genetische Beziehungen zwischen den einzelnen Gewinnungsstellen erkennen lässt.

Ältere schwermineralogische Untersuchungen basieren in erster Linie auf Kornauszählung nach mineraloptischen Kriterien. Da die über das QEMSCAN-System bestimmten Mineralphasen durch chemische Spektren ermittelt wurden, ist eine Differenzierung von Mineralmodifikationen und Mineralen mit ähnlichem Chemismus ohne Zusatzanalysen generell unmöglich, wodurch diese unter spezifischen Übergruppen zusammengefasst werden. So zum Beispiel werden die Minerale Andalusit, Sillimanit und Disthen unter der Gruppe der „Al-Silikate" zusammengefasst. Unter der angegebenen Gruppe der „Ca-Mg-Silikate" können sich dagegen Schwerminerale der Pyroxenreihe aber auch einige Vertreter aus der Amphibolgruppe befinden. In den angefertigten Streupräparaten wurden in erster Linie Augite identifiziert, die in diesem Fall den größten Anteil in der Gruppe der „Ca-Mg-Silikate" ausmachen dürften. Konkrete Aussagen zu ihrem quantitativen Auftreten sind jedoch an dieser Stelle nicht möglich.

5.3.5.1 Schwermineralzusammensetzung – Saale (anteilig auch Elster)

Das SM-Spektrum der Kiessande der Saale zwischen Rudolstadt und südlich Bernburg besteht aus stark variierenden Anteilen von 14 opaken und 14 transparenten Schwermineralen (Tab. 3). Der Eintrag von Schwermineralen aus der Unstrut, Weißen Elster und Bode be-

einflusst die Zusammensetzung des SM-Spektrums in dem untersuchten Gebiet z.T. erheblich. Das Spektrum wird von einer Assoziation aus Ilmenit, Granat, Hämatit, Epidot, Topas, Rutil, Zirkon, Ca-Mg-Silikaten, Titanit und Titanomagnetit dominiert. Lokal wurden erhöhte Werte an Monazit, Kassiterit, Turmalin, Chromit und Al-Silikaten identifiziert.

Kieswerke I-1, I-2

Die Kiessande der Gewinnungsstellen I-1 und I-2 werden in die Weichsel- und Saale-Kaltzeit gestellt und zeigen die Entwicklung der SM-Assoziation zwischen Rudolstadt und Naumburg ohne den Einfluss der Unstrut an. Nachweislich mündete die saalezeitliche Unstrut nicht bei Naumburg in die Saale sondern floss bei Freyburg über das Zeuchfelder Tal in nordöstlicher Richtung. Der Zusammenfluss mit der Saale lag zwischen Großkorbetha und Merseburg (Schulz 1962, Ruske 1964). Vor allem die Spektren der Kiessand-Gewinnungsstelle I-1 zeigen auf, wie sich die SM-Assoziation nach dem Durchfluss der Saale durch das Fichtelgebirge, die Münchberger Gneismasse und das Thüringer Schiefergebirge zusammensetzt. Das erfasste SM-Spektrum wird durch instabile wie auch opake Minerale dominiert. Die Gruppe der instabilen Minerale umfasst im Gesamtspektrum mehr als ein Drittel, wobei Epidot (> 15 Gew.-%) und Granat (> 9 Gew.-%), überwiegen. Die Ca-Mg-Fe-Silikate und Titanit stellen mit Gehalten um 4 Gew.-% untergeordnete Komponenten dar. Die opaken Minerale dominieren das Spektrum mit 50 Gew.-%, hier vor allem der Ilmenit mit über 30 Gew.-%. Im Vergleich zu den Instabilen ist die Gruppe der Stabilen mit 12 Gew.-% am Gesamtspektrum relativ niedrig. Bestimmt wird die stabile Gruppe von Rutil und Monazit mit gleichzeitig sehr geringen Gehalten an Zirkon (≈ 2 Gew.-%). Vor allem die hohen Gehalte an Epidot, Ca-Mg-Fe-Silikaten, Monazit und Granat sowie die niedrigen Zirkongehalte können als charakteristische SM-Assoziation der Saalesedimente für diesen Flussabschnitt betrachtet werden.

Die Kiessande der Gewinnungsstelle I-2 befinden sich 65 km flussabwärts von der Gewinnungsstelle I-1 und stellen einen isolierten saalezeitlichen Schotterrest dar. Der Vergleich mit den Spektren der Gewinnungsstelle I-1 ergibt eine deutliche Zunahme der stabilen Minerale sowie eine klare Abnahme der Instabilen. Die Veränderungen in den jeweiligen Gruppen wirken sich aber sehr unterschiedlich in den Gehalten der einzelnen Schwerminerale aus. Die Gesamtmenge der stabilen Minerale nimmt über 5 Gew.-% zu, dies ist ausschließlich durch den starken Anstieg des Zirkons von zirka 2 Gew.-% auf etwa 9,7 Gew.-% bedingt. Der Rutilgehalt bleibt nahezu unverändert und Monazit wird um mehr als das 2,5 fache dezimiert. Die instabilen Minerale nehmen um ca. 40 % gegenüber der SM-Assoziation von I-1 ab. Vor allem Epidot und die Ca-Mg-Fe-Silikate gehen um mehr als die Hälfte zurück. Die Gruppe der opaken und undifferenzierten Minerale bleibt nahezu konstant. Die Verschiebung des SM-Spektrums, vor allem die Zunahme des Zirkons und der starke Rückgang der instabilen Minerale, spiegelt die Veränderung der geologischen Verhältnisse wider. Nach dem Passieren von Rudolstadt erfolgte der Übergang der Saale vom Thüringer Schiefergebirge in den südöstlichen Teil der Trias des Thüringer Beckens, das örtlich durch Gesteine des Buntsandstein dominiert wird. In diesem Streckenabschnitt bis Naumburg hat die Saale, mit Ausnahme der durch Triasgesteine fließenden Ilm, nur geringe Seiteneinträge aufgenommen. Mit dem Eintritt der Saale in das Triasland werden hauptsächlich die Schwerminerale Zirkon, Rutil, Granat und Turmalin in die Saale eingebracht (Langbein 1970, Seidel 2003). Vor allem die starke Abnahme von Epidot, Monazit, Titanit und den Ca-Mg-Fe-Silikaten sind als Verdünnungseffekte durch die zunehmende Distanz zum Liefergebiet dieser Minerale, hauptsächlich des Thüringer Schiefergebirges, zu betrachten.

Kieswerke I-3, I-4, I-5

Die Kiessande der Gewinnungsstellen I-3/4/5 werden stratigraphisch in die Elster-Kaltzeit gestellt und geben die Schwermineralsignaturen der Saale sowie der zufließenden Unstrut am Saale-Unterlauf bei Weißenfels wider. Die Gewinnungsstelle I-3 liegt in dem frühelsterzeitlichen Flusslauf der Saale, der mit dem Beginn des Holstein-Interglazials nicht mehr durchflossen wurde (Steinmüller 1976). Der Zufluss der Unstrut drückt sich im Vergleich zu den „reinen Saaleschottern“, durch keine starke Veränderung des SM-Spektrums aus. Die Zu- und Abnahme der jeweiligen Schwermineralgruppen liegt bei lediglich 2-4 Gew.-%. Der Einfluss der Unstrut wirkt sich im Spektrum vor allem durch den Anstieg der Gehalte von Rutil, Epidot und Ilmenit aus. Die Epidotgehalte liegen zirka 5 Gew.-%, die Rutilgehalte etwa 2 Gew.-% und die Ilmenitgehalte um 10 Gew-% höher. In der Gruppe der undifferenzierten Minerale steigen die Gehalte der Al-Silikate und Karbonate an. Einzig Titanomagnetit, verweist mit einer Abnahme von über 50 % auf eine nur geringe Zuführung dieses Minerals über die Unstrut. Damit wird deutlich, dass über die Unstrut ein breites Spektrum an Schwermineralen zugeführt wird, das gegenüber dem Liefergebiet der Saale erhöhte Gehalte an Epidot, Rutil und Ilmenit aufweist.

Die Kiessand-Gewinnungsstelle I-5 liegt nordöstlich von Weißenfels am Übergang der Saale von den engen Mittelgebirgstälern in die weite Fläche der Leipziger Tieflandsbucht. Im Vergleich zu der SM-Assoziation der Gewinnungsstelle I-3 nur wenige Kilometer flussaufwärts, mit gleicher stratigraphischer Position, ergeben sich erhebliche Unterschiede. Vor allem die Gruppe der Instabilen nimmt im Vergleich zur Gewinnungsstelle I-3 über 12 Gew.-% ab. Insbesondere der für die elsterzeitlichen Schotterakkumulationen charakteristische Epidot sinkt von zirka 13 Gew.-% auf 6,6 Gew.-%. Granat liegt unterhalb von 6 Gew.-% was einer Dezimierung um mehr als 25 % entspricht. Die Gruppe der undifferen-

zierten und stabilen Minerale zeigen nur geringfügige Veränderungen im Spektrum. Die Opaken dominieren das Spektrum mit über 60 Gew.-%, repräsentiert durch Ilmenit und Hämatit. Die Verdünnung der Schwerminerale durch weitere Zuflüsse oder durch Transportseparation, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Eine derart wirksame Separierung kann zum einen durch die abnehmende Transportenergie der Saale beim Eintritt ins Flachland erfolgen, und zum anderen befindet sich diese Gewinnungsstelle in einem Gebiet, in dem sich saalezeitliche und elsterzeitliche Schotterkomplexe der Saale überschneiden. Somit sind Mischschotter und damit einhergehend kontaminierte SM-Spektren nicht auszuschließen. Für die nicht repräsentativ beprobte Gewinnungsstelle I-4 kann durch die räumliche Nähe zur Gewinnungsstelle I-5, eine ähnliche SM-Assoziation angenommen werden.

Kieswerke I-6, I-8

Die an den Kies-Gewinnungsstellen I-6 und I-8 abgebauten Kiessande werden der Saalezeit zugeordnet und liegen innerhalb des von Schulz (1962) und Ruske (1964) postulierten saalezeitlichen Zusammenflusses von Unstrut und Saale. Im Vergleich zu den Spektren der Gewinnungsstelle I-1 und I-2 zeigen diese saalezeitlichen Akkumulationen eine SM-Assoziation, die durch Ilmenit (38 Gew.-%), Epidot (>10 Gew.-%) und Granat (>11 Gew.-%), Zirkon (>9 Gew.-%) und Rutil (>6 Gew.-%) dominiert wird. Wie bei den elsterzeitlichen Kiesen, deren SM-Assoziationen durch Saale und Unstrut geprägt sind, ist die Menge an Titanomagnetit sowie Monazit gering. Die Werte ähneln sich bzw. sind ab diesem Zufluss mit den elsterzeitlichen Schotterkomplexen (Gewinnungsstellen I-3 bis I-5), deren SM-Assoziation durch Saale und Unstrut geprägt ist, vergleichbar. Innerhalb des Untersuchungsgebietes der Saale stellen *die nicht repräsentativen Spektren der Abgänge an Gewinnungsstelle I-8* eine Besonderheit dar. Die Abgänge weisen extrem hohe Rutil- und Epidotgehalte auf, trotz nachweislicher Abreicherung dieser Minerale bei der Aufbereitung. Eine saalezeitliche Stellung dieser Kiese kann damit postuliert werden. Die stratigraphische Zuordnung zu den Saaleschottern, belegt durch die extrem hohen Gehalte der o.g. Minerale, ist unsicher. Dieses Resultat spricht möglicherweise dafür, dass es sich um von der Unstrut dominierte Ablagerungen handeln könnte. Diese Hypothese müsste durch weiterführende Analysen belegt werden.

Kieswerk I-9

Die Kiessande der Gewinnungsstelle I-9 werden stratigraphisch der Weichsel-Kaltzeit zugeordnet und stellen *Schotterakkumulationen der Weißen Elster* dar. Charakteristisch für die Weiße Elster sind sehr hohe Gehalte an Topas und Granat sowie sehr geringe Gehalte an Monazit. Topasgehalte bis 10 Gew.-% sowie 15,9 Gew.-% bis knapp 30 Gew.-% Granat konnten im SM-Spektrum der Elsterkiese ermittelt werden. Der Anteil an Monazit liegt mit 0,44 bzw. 0,68 Gew.-% um das Zwei- bis Dreifache niedriger als in den Kiesen der Saale. Die hohen Schwankungen sind durch ein alternierendes Flusssystem bedingt, da Schwerminerale, abhängig vom energetischen Transportmilieu, unterschiedlich abgelagert werden. Dennoch müssen die ermittelten Spektren der Weißen-Elster-Ablagerungen kritisch betrachtet werden. Durch den Ost-West-Verlauf der Weißen Elster zwischen Leipzig und Halle wurden mit großer Wahrscheinlichkeit, stratigraphisch verschiedene Schotterkomplexe der Saale als auch glaziale Ablagerungen aufgearbeitet, vermischt und wieder abgelagert. Zweifelsfrei bleibt allerdings, dass die erhöhten Granat- und Topasgehalte mit den Gesteinen des Liefergebiets der Weißen Elster (z.B. hochdifferenzierten Granite im westlichen Erzgebirge) im Einklang stehen.

Kieswerk II-3

Der Standort II-3 befindet sich am *Unterlauf der Saale*. Hier stehen weichselzeitliche Niederterrassenschotter der Saale in Abbau. Der Anteil der stabilen und instabilen Schwerminerale ist mit 12,11 und 47,23 Gew.-% nahezu identisch mit denen der SM-Assoziationen der Elbe. In der stabilen Gruppe dominiert Rutil mit 5,06 Gew.-% sowie Turmalin mit 3,87 Gew.-% gegenüber Zirkon und Monazit. In der instabilen Assoziation unterscheiden sich jedoch die Spektren deutlich von denen der Elbeschotter. Während Granat mit 26,20 Gew.-% das Spektrum der Instabilen dominiert, tritt Epidot mit fast 15 Gew.-% deutlich in den Vordergrund und charakterisiert die Schotter der Saale. Der Anteil der Hornblende nimmt in dieser Schwermineralgruppe mit 4,39 Gew.-% nur noch eine untergeordnete Rolle ein. Anders als die Gruppe der stabilen und instabilen Schwerminerale steigt der Gehalt der opaken Schwerminerale in den Saaleschottern deutlich und bildet nach den Instabilen mit 24,58 Gew.-% die zweit häufigste Gruppe im Gesamtspektrum. Darunter ist Ilmenit mit 15,61 Gew.-% weiterhin die dominierende Mineralphase. Einen deutlichen Zuwachs bekommen jedoch Hämatit mit 5,96 Gew.-% und Titanomagnetit mit 3,01 Gew.-%. Auffällig ist, dass sowohl die Al-Silikate als auch die Ca-Mg-Silikate quantitativ zurücktreten. Mit 0,97 und 1,40 Gew.-% sind diese lediglich akzessorische Begleitminerale in der SM-Assoziation. Eine deutliche Zunahme ist dagegen bei Topas zu beobachten, dessen Gehalt sich in den Saaleschottern nahezu verdoppelt hat und 8,94 Gew.-% am SM-Spektrum belegt. Die Wertminerale Kassiterit und Chrom-Spinell finden sich im Spektrum mit 0,02 bzw. 0,59 Gew.-% wieder. Zusammenfassend lässt sich das SM-Spektrum aus dem Einzugsgebiet der Saale mit erhöhten Gehalten an Epidot, Topas, Hämatit und Titanomagnetit gegenüber den SM-Spektren der Elbeschotter bewerten. Die charakteristischen und zugleich stabilen Werte der Al- und Ca-Mg-Silikate aus den Elbeschottern treten in den Spektren der Saale fast vollständig zurück und zeigen den Einfluss der unterschiedlichen Einzugsgebiete.

Tab. 3 Quantitative SM-Spektren der Saale- und Weiße Elster-Rohkiessande (Angaben in Gew.-%.).

Probe	I-1*	I-2*	I-3*	I-5*	I-6*	I-9*	II-3**
Flusssystem	Saale	Saale	Saale (nach Unstrut-Zufluss)	Saale (nach Unstrut-Zufluss)	Saale (nach Unstrut-Zufluss)	Saale/ Weiße Elster (Misch-schotter)	Saale (nach Weiße Elster-Zufluss)
Zirkon	1,68	9,68	9,50	8,26	9,41	4,41	2,72
Rutil	4,84	5,32	7,19	6,41	6,01	5,38	5,06
Epidot	16,28	8,28	12,89	6,60	10,15	4,61	14,96
Turmalin	0,35	0,79	1,03	0,43	0,41	1,06	3,87
Monazit	4,68	1,82	1,85	1,47	1,59	0,41	0,46
Topas	0,01	0,28	0,61	0,74	0,75	10,52	8,94
Al-Silikate	0,60	0,66	1,06	0,69	1,07	1,29	0,97
Ca-Mg-Silikate	4,94	2,24	2,38	0,83	2,18	2,37	1,40
Karbonat	0,09	0,39	0,14	0,73	0,05	0,02	0,47
Apatit	0,42	0,87	0,38	0,56	0,45	0,09	0,62
Granat	9,40	10,27	11,79	5,93	11,76	29,98	26,20
Ilmenit	32,69	26,68	34,98	38,47	37,74	33,44	15,61
Hämatit	15,34	18,08	10,16	21,27	12,29	2,17	5,96
Magnetit ***	0,38	6,58	0,05	1,70	1,26	0,01	2,89
Titanomagnetit	1,80	4,83	2,26	3,05	2,33	1,43	3,01
Kassiterit	0,15	0,40	0,80	0,54	0,30	0,11	0,02
Chrom-Spinell	0,56	0,56	0,67	0,67	0,63	1,03	0,59
Xenotim	0,04	0,15	0,22	0,09	0,07	0,06	0,10
Titanit	5,28	1,64	1,73	1,22	1,41	1,19	1,68
Summe	***99,53***	***99,52***	***99,69***	***99,66***	***99,86***	***99,58***	***95,53***

* Wolf (2010); ** Hornblende, Karbonat und Mn-Phase bei Allenberg (2011) nicht angegeben;
*** verschleppte Restgehalte der Magnetscheidung.

Vergleich der SM-Spektren von Rohkiesen und Aufbereitungsabgängen

Vergleichende SM-Analysen von Rohkiesen und Aufbereitungsabgängen der Kieswäschen zeigen, dass die hydromechanische Aufbereitung (Wäsche und Nass-Siebung) die SM-Spektren drastisch verändern. Im Allgemeinen werden bei der Aufbereitung insbesondere Zirkon, Monazit, Kassiterit, Chromit und Gold in den Abgängen z.T. extrem (Gold) angereichert. Schwerminerale wie Epidot, Hornblende, Turmalin, Granat, Topas und die Al-Silikate gehen im SM-Spektrum durch die physikochemische Beanspruchung in erheblichen Mengen verloren bzw. gelangen reduziert in die Abgänge (Abb. 17).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Schwermineralspektren der Proben aus den Aufbereitungsanlagen quantitativ in Richtung der stabilen Assoziation hin verschoben sind. Qualitative Veränderungen der Schwermineralkonzentrate durch die mechanische Aufbereitung wurden nicht beobachtet.

Die vergleichende Analyse der quantitativen Veränderung der Spektren ergab, dass die Anreicherung nicht grundsätzlich an Korngröße und Dichte gebunden ist. Allerdings ist eine bevorzugte Anreicherung von Mineralkörnern mit höherer Dichte und größerem Korndurchmesser zu beobachten (Abb. 18). Diese Effekte schränken die Aussagefähigkeit der ermittelten SM-Spektren und -gehalte deutlich ein, so dass diese nicht zu wissenschaftlichen stratigraphischen Aussagen über Schotterkörper oder Schuttdecken herangezogen werden können. Im Idealfall, wie in den Abgängen der Gewinnungsstelle I-8 (Abb. 19) aufgezeigt wurde, können bei drastischen Schwermineralverschiebungen auch die Abgänge der Aufbereitung zu einer vorsichtigen Interpretation herangezogen werden.

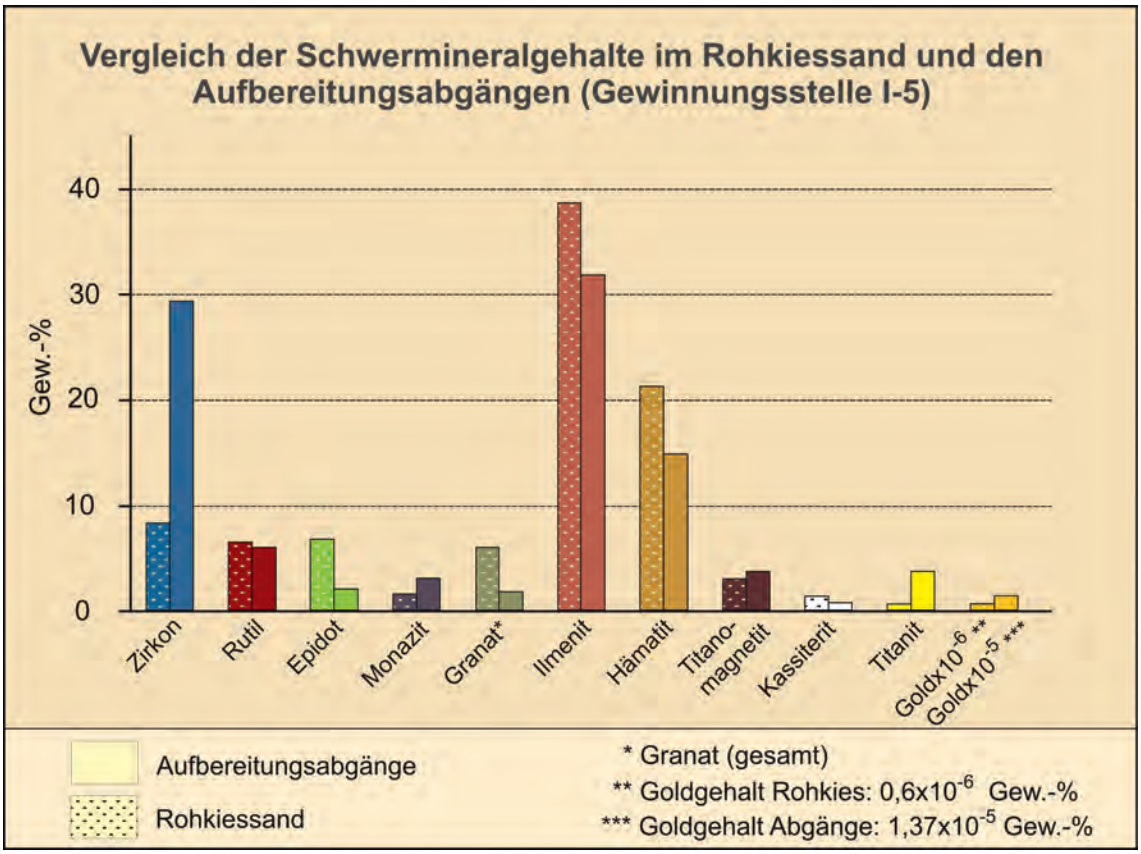


Abb. 17a Vergleich der Schwermineralgehalte im Rohkiessand und den Aufbereitungsabgängen der Gewinnungsstelle I-5 (Saale-Hauptterrasse SE-Merseburg).

Abb. 17b Abbaustoß der Kiessandgewinnungsstelle I-5.

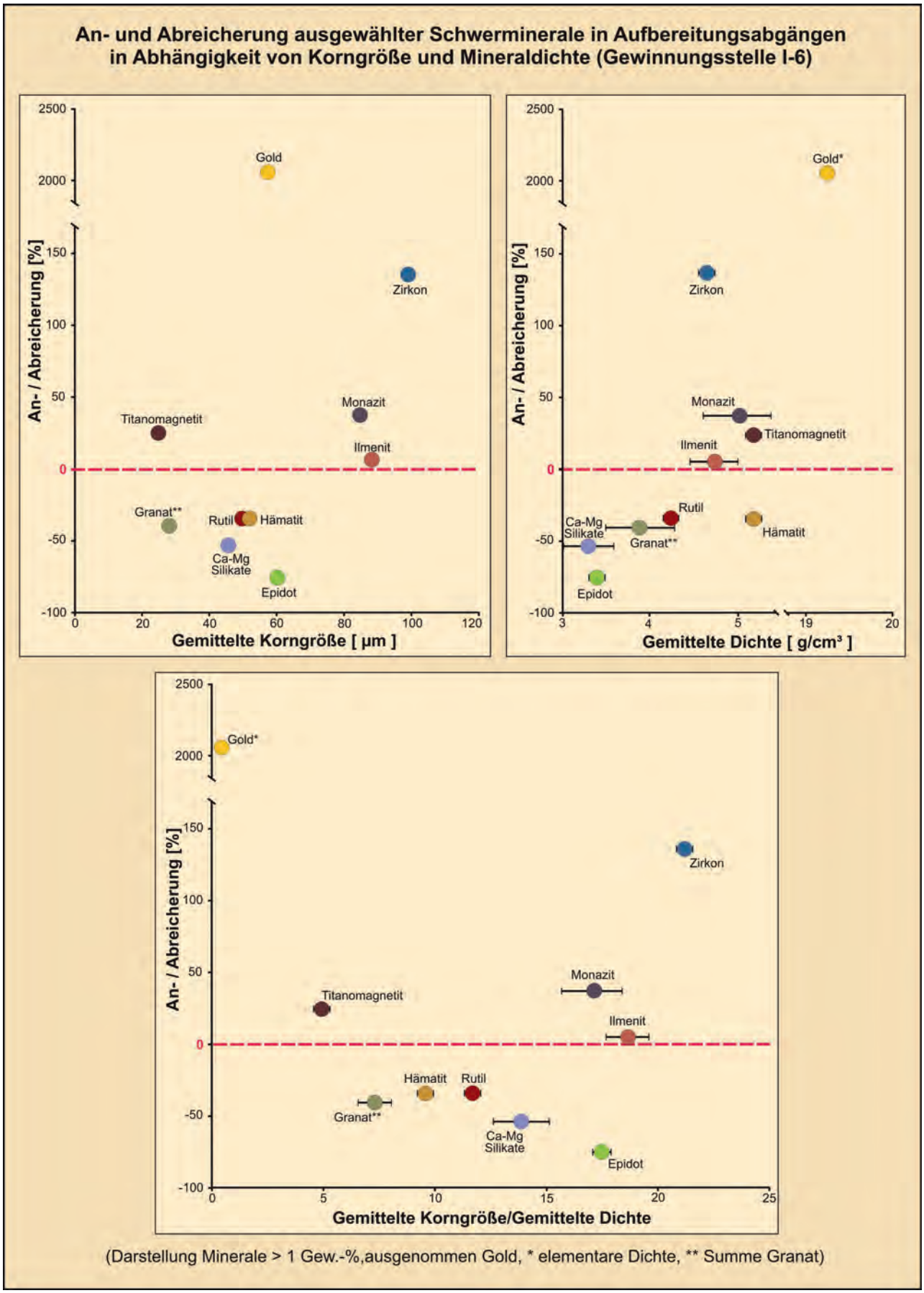


Abb. 18 An- und Abreicherungen ausgewählter Schwerminerale in den Aufbereitungsabgängen der Gewinnungsstelle I-6 (Saale-Hauptterrasse SE-Merseburg) im Vergleich zu den Rohkiessanden in Abhängigkeit von Korngröße und Dichte.

5.3.5.2 Schwermineralzusammensetzung – Elbe

Die SM-Assoziationen der Rohkiese aus den Terrassenschottern der Elbe ähneln qualitativ denen der Saale. Auch der Streckenabschnitt vor Einmündung der Saale in die Elbe zeigt annähernd dieselbe Assoziation. Erhebliche Unterschiede lassen sich jedoch im quantitativen Auftreten verifizieren. In Abb. 19 werden die qualitativ und quantitativ analysierten SM-Spektren der Saale und Elbe dargestellt.

Kieswerk II-1
Die Gewinnungsstelle II-1 stellt in der Kampagne von Allenberg (2011) den südöstlichsten Beprobungsstandort entlang der Elbe dar und liefert somit das erste SM-Spektrum, mit dem die weiteren Spektren flussabwärts in Beziehung gesetzt werden können (Tab. 4). Im Kieswerk werden fluviatile Kiessande aus der späten Elster- bis frühen Saale-Kaltzeit abgebaut. In der SM-Aufbereitung zeigte sich, dass *dieser Standort mit Abstand den höchsten SM-Gehalt* aufwies. Das SM-Spektrum wird im Wesentlichen durch die instabile SM-Assoziation dominiert, die einen Anteil von 43,23 Gew.-% am Gesamtspektrum belegt. Mit zunehmender Häufigkeit sind das Titanit, Epidot, Hornblende und Granat. Mit jeweils 22,43 Gew.-% und 13,90 Gew.-% nehmen Granat und Hornblende den größten Anteil in dieser Gruppe ein (Tab. 4). Die stabile Assoziation der Schwerminerale (Zirkon, Rutil, Turmalin, Monazit) bildet in diesen Ablagerungen nur einen geringen Anteil von 10,52 Gew.-%. Rutil ist neben Turmalin die vorherrschende Mineralspezies in dieser Gruppe. In der Assoziation der opaken Schwerminerale dominiert Ilmenit mit 15,18 Gew.-% deutlich vor Hämatit mit 1,42 Gew.-% und Titanomagnetit mit 1,18 Gew.-%. Die Gruppe der Al-Silikate nimmt mit 2,26 Gew.-% nur eine untergeordnete Rolle ein. Anders dagegen sind die Ca-Mg-Silikate mit 19,43 Gew.-% sehr dominant innerhalb des Gesamtspektrums vertreten. Wie bereits durch die Untersuchungen der Streupräparate vermutet werden kann, handelt es sich dabei in erster Linie um Augite. Ihr überdurchschnittlich häufiges Auftreten wurde ebenso in älteren SM-Analysen als typische Signatur der Elbeschotter beschrieben. Als wirtschaftlich potenziell interessante Wertminerale treten Chrom-Spinell mit 0,84 Gew.-% und Kassiterit mit 0,20 Gew.-% am Gesamtspektrum der primär abgelagerten Mineralassoziation auf. Die absoluten Gehalte liegen auf Grund der Korrekturrechnungen unter den angegebenen Werten, sodass mit diesen Angaben keine konkreten wirtschaftlichen Bewertungen abgegeben werden können.

Kieswerk II-2
Das zweite SM-Spektrum konnte erst ca. 70 km weiter flussabwärts aus Kiessanden der Saale-Kaltzeit gewonnen werden. Diese SM-Assoziation wurde aufgrund des massenhaften Auftretens von über 35 Gew.-% Pyrit bzw. Markasit stark überlagert (Tab. 4). Nach den Korrekturrechnungen ergab sich für die stabile SM-Assoziation ein Anteil von 11,36 Gew.-% am Gesamtspektrum. In dieser Gruppe tritt jedoch Zirkon zu Gunsten von Rutil und Turmalin zurück, die mit jeweils 4,90 und 4,41 Gew.-% die Assoziation dominieren.
Die instabile SM-Assoziation steigt um weitere drei Prozent an und nimmt mit 46,24 Gew.-% den größten Anteil im Gesamtspektrum ein. Die Häufigkeitsverteilung von Titanit zu Epidot über Hornblende und Granat bleibt bestehen. Während Epidot mit 6,50 Gew.-% und Granat auf bis 29,69 Gew.-% deutlich zulegen, geht Hornblende um mehr als ein Drittel zurück und besitzt nur noch 8,83 Gew.-% am Gesamtspektrum. Die Gruppe der opaken Schwerminerale nimmt in diesem Spektrum 16,47 Gew.-% ein und liegt somit nur unwesentlich unter dem, der ersten Gewinnungsstelle. In II-1 tritt jedoch Hämatit und Titanomagnetit fast vollständig zurück und kann nur noch spurenhaft im Spektrum nachgewiesen werden. Dominiert wird diese Mineralgruppe weiterhin von Ilmenit, der mit 16,28 Gew.-% fast die gesamte Gruppe bestimmt.

Wesentliche Veränderungen zeigen sich bereits bei den Al-Silikaten sowie bei den Ca-Mg-Silikaten. Während der Anteil der Al-Silikate um fast 50 Gew.-% steigt, treten die Ca-Mg-Silikate um 25 Gew.-% zurück. Ein ähnlicher Trend ist bei den Topaswerten zu verzeichnen, die ebenso um mehr als 40 Gew.-% zunehmen. Eine derartige Änderung lässt auf den Einfluss eines anderen Flusssystems schließen. Zusammenfassend ist eine deutliche Zunahme von Granat, Epidot, und Topas zu erkennen, wodurch übrige Schwerminerale fast gesetzmäßig zurücktreten. Die steigende Dominanz dieser Schwerminerale lässt in diesem Raum bereits den Einfluss der Mulde vermuten, wofür auch paläogeographische Argumente sprechen. Vor allem die Zwickauer Mulde ist für ihre charakteristischen Topasgehalte bekannt, die mit großer Wahrscheinlichkeit aus hoch spezialisierten Granitoiden des Vogtlandes und des Erzgebirges zugeführt wurden. Ein ebenso gegenläufiger Trend lässt sich bei Kassiterit erkennen, der auf ein Zehntel abfällt und in II-2 lediglich mit 0,02 Gew.-% vertreten ist. Die Gehalte von Chrom-Spinell bleiben dagegen stabil und erhöhen sich leicht auf fast 1 Gew.-% am Gesamtspektrum.

Kieswerk II-4/5 (Saale-Elbe-Dreieck)
Die Gewinnungsstellen II-4 und II-5 liegen nur etwa fünf Kilometer in der Luftlinie voneinander entfernt und befinden sich beide im Saale-Elbe-Dreieck. Deshalb werden die beiden SM-Spektren zusammen betrachtet und unmittelbar mit den SM-Assoziationen der Saale und denen der Elbe verglichen (Tab. 4). Regionalgeologisch zählen die weichselzeitlichen Schotterkörper beider Gewinnungsstellen zur Niederterrasse der Elbe. Gleichzeitig spiegeln die Ablagerungen den direkten Einfluss der in die Elbe mündenden Saale wider. Die stabile Schwermineralgruppe Zirkon, Rutil, Turmalin und Monazit liegt hier

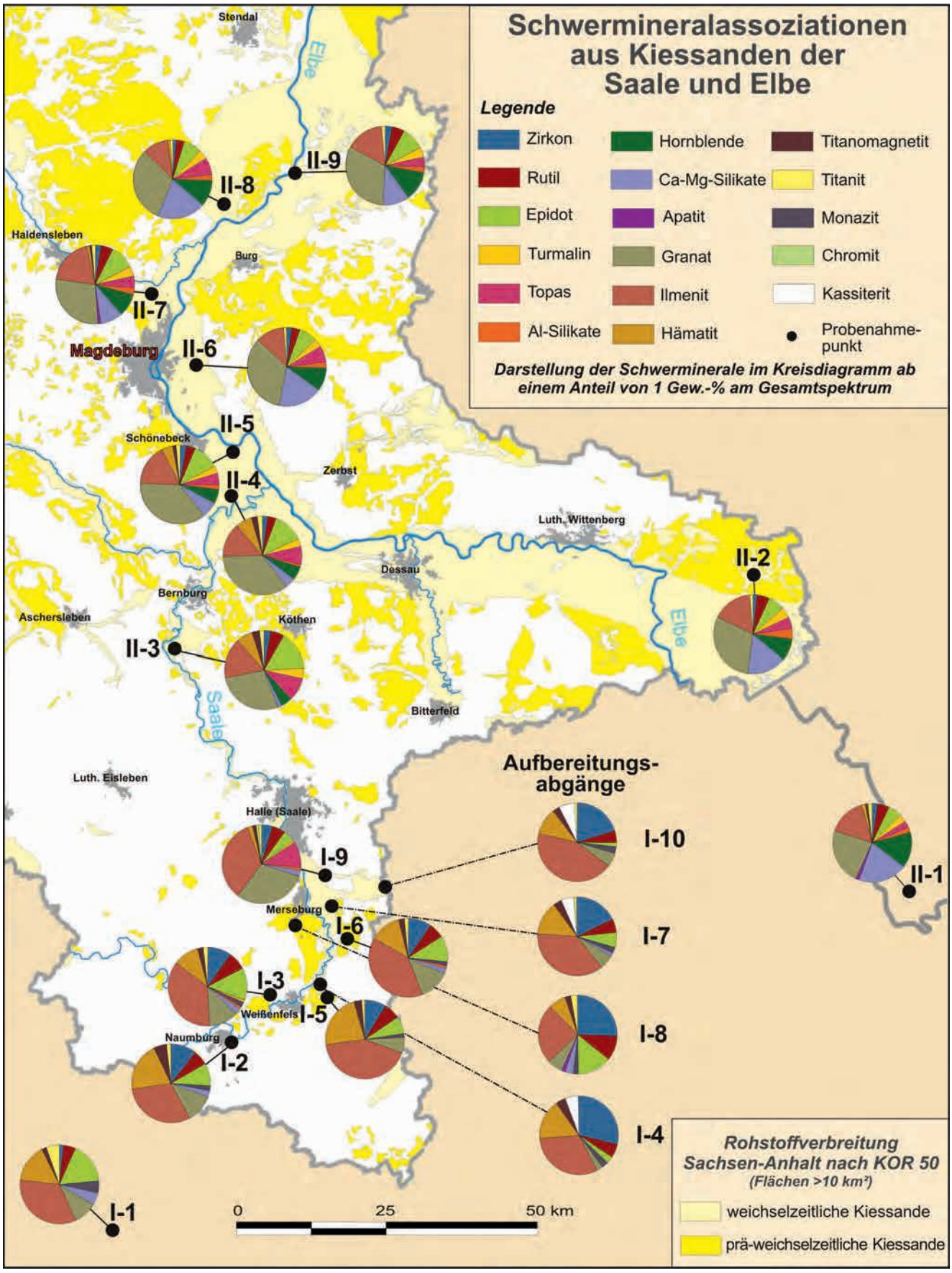


Abb. 19 Die SM-Assoziationen in primär abgelagerten Rohkiessanden und Aufbereitungsabgängen der Flusssysteme Saale, Weiße Elster und Elbe.

zum ersten Mal unter zehn Prozent des Gesamtspektrums. Eine auffällige Abnahme einzelner Schwerminerale konnte nicht beobachtet werden. Insgesamt treten sowohl Zirkon, Rutil, Turmalin und Monazit gleichmäßig zurück. Eine deutliche Zunahme erfährt in beiden Gewinnungsstellen dagegen die Gruppe der Instabilen, die mit fast 53 Gew.-% mehr als die Hälfte des Gesamtspektrums bestimmen. Ein deutlicher Zuwachs ist bei Granat zu beobachten, der mit rund 34 bzw. 35 Gew.-% das SM-Spektrum dominiert. Dafür ist zum einen die relativ hohe Granatführung der Elbeschotter selbst und zum anderen der Granateintrag aus der Saale verantwortlich. Die Werte von Epidot fallen dagegen von knapp 15 Gew.-% aus den reinen Saaleschottern auf 11,85 bzw. 10,32 Gew.-%. Diese Werte sind dennoch um mehr als das Doppelte gegenüber den Werten aus den Elbekiesen erhöht. Hornblende erhält dagegen wieder einen leichten Anstieg in ihren Gehalten, wodurch der Einfluss der Elbe bestehen bleibt.

Ein Mischungseffekt der Schwermineralspektren von Elbe und Saale wird ebenso bei den Gehalten der opaken Minerale ersichtlich. Im Saale-Elbe-Dreieck liegen die Opaken erwartungsgemäß zwischen den Gehalten der reinen Saaleschotter und denen der Elbeschotter. Insgesamt besitzen diese einen Anteil von ungefähr 23 Gew.-% am gesamten SM-Spektrum. Ilmenit bleibt dabei das dominierende Mineral in dieser Gruppe. Hämatit und Titanomagnetit zeigen weiterhin erhöhte Werte und kennzeichnen somit den Einfluss der Saale. In den Werten von Topas lassen sich mit 6,88 bzw. 4,63 Gew.-% ebenso noch spezifische Signaturen der Saale erkennen (Abb. 20). Die Werte fallen nur annähernd auf das Niveau der Elbeschotter. Gegenläufig erhält die Gruppe der Al- und Ca-Mg-Silikate wieder stetigen Zuwachs am Gesamtspektrum. Dies ist ein Kennzeichen für die charakteristische Schwermineralführung der Elbekiese. Vor allem erhalten die Ca-Mg-Silikate einen sprunghaften Anstieg von 1,40 Gew.-% (Unterlauf der Saale, Gewinnungsstelle II-3) auf 3,92 bzw. 6,43 Gew.-% (Abb. 21). Dieser Anstieg dürfte auf das vermehrte Auftreten von Augit, dem typischen Leitmineral der Elbe, zurückzuführen sein. Dagegen bleiben die potenziellen Wertminerale Kassiterit und Chrom-Spinell in ihren Werten nahezu konstant. Anhand der verschiedensten Schwerminerale lassen sich im Bereich des Saale-Elbe-Dreiecks die Wechselwirkungen zwischen Mineralzuführung und progressiver Verdünnung deutlich erkennen. Somit sind Epidot, Topas, Hämatit und Titanomagnetit spezifische Schwerminerale, die aus dem Einzugsgebiet der Saale stammen und im Bereich ihrer Einmündung eine Erhöhung in den Werten der Elbespektren zur Folge haben (Abb. 20). Gegensätzlich wird im Saale-Elbe-Dreieck eine progressive Verdünnung bestimmter Schwerminerale erreicht. Dies konnte vor allem bei den Al-Silikaten, den Ca-Mg-Silikaten und bei Hornblende beobachtet werden, da diese Schwerminerale nur in sehr geringen Mengen aus dem Einzugsgebiet der Saale geliefert werden (Abb. 19).

Kieswerk II-6

Die Kiessande der Gewinnungsstelle II-6 werden stratigraphisch in die Weichsel-Kaltzeit gestellt und gehören der Niederterrasse der Elbe an. Das SM-Spektrum zeigt eine deutliche Veränderung zu den Spektren aus dem Saale-Elbe-Dreieck (Tab. 4, Abb. 19). Während die stabilen und instabilen Assoziationen nur geringfügig zurücktreten, ist bei den opaken Schwermineralen ein deutlicher Rückgang zu beobachten. In der Gruppe der Stabilen sind keine großen Veränderungen in der Mineralhäufigkeit ersichtlich. Zirkon, Rutil, Turmalin und Monazit sind nahezu in selben Anteilen vertreten wie in den Spektren zuvor. Die instabile Assoziation zeigt weiterhin sehr hohe Werte von Granat (32,97 Gew.-%). Ein mäßiger Rückgang ist bei Epidot zu erkennen, der aber weiterhin die Signatur des Saaleeinflusses trägt. Die Hornblende nimmt dagegen wieder stetig in ihrem Gehalt zu und besitzt bereits 9,07 Gew.-% am Gesamtspektrum. Der Anteil der opaken Schwerminerale hat sich im Vergleich zu den Werten des Saale-Elbe-Dreiecks halbiert und liegt auch weit unter den Werten der Elbeschotter von den Standorten II-1/2. Hämatit ist nahezu vollständig aus dem Spektrum der opaken Schwerminerale verschwunden. Ilmenit und Titanomagnetit erfahren ebenso eine drastische Reduzierung in ihren Anteilen. Die Ursache dafür ist sehr wahrscheinlich in den Lagerungsverhältnissen der Kiessande zu suchen, die seit mehr als fünf Jahren der Oberflächenverwitterung ausgesetzt sind und somit unter dem Einfluss von Niederschlag standen. Demnach ist bei diesem SM-Spektrum mit einem potenziellen Verwitterungsprofil zu rechnen, wobei besonders chemisch instabile Schwerminerale in ihrer Anzahl dezimiert wurden. Die Vermutung, dass in diesen Kiessanden nach bereits fünf Jahren ein Verwitterungsprofil vorliegen kann, wird ebenso im anschließenden Teil „Sekundärbildungen und der Einfluss der Liegendsedimente“ diskutiert. Die Schwermineralgruppen der Al- und Ca-Mg-Silikate erhalten einen sprunghaften Anstieg. Die Al-Silikate sind dabei mit 2,44 Gew.-% und die Ca-Mg-Silikate mit 17,54 Gew.-% am Gesamtspektrum vertreten. Ihre Werte lassen sich daher wieder mit den typischen Elbespektren korrelieren. Der Prozess der progressiven Verdünnung ist somit nach fast 20 km kaum noch nachzuweisen (Abb. 21). Anders dagegen bleibt die Zuführung spezifischer Schwerminerale über weite Strecken im Spektrum erhalten. Besonders wird dieser Effekt bei den Schwermineralen Topas und Epidot deutlich (Tab. 4). Während Epidot nur eine geringe Dezimierung in seinen Anteilen erfährt, bleiben die Werte von Topas nahezu konstant und deutlich über den Werten der Elbespektren von II-1 und II-2. Die Gehalte der potenziellen Wertminerale Kassiterit und Chrom-Spinell ändern sich dagegen kaum und liegen bei 0,06 bzw. 0,58 Gew.-%.

Kieswerk II-7

Quantitativ unterscheidet sich das SM-Spektrum nur geringfügig von den bisherigen SM-Assoziationen der

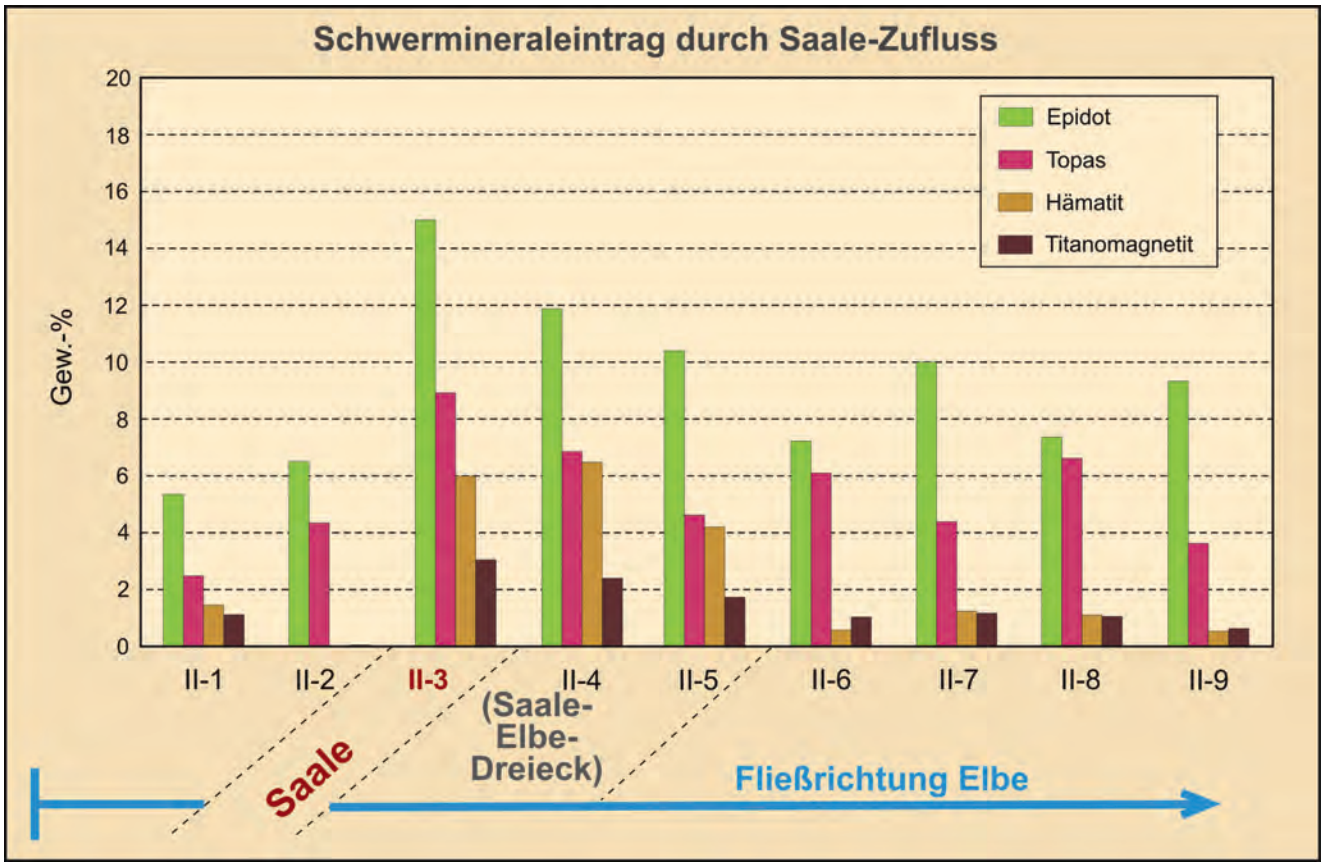


Abb. 20 Aus dem Einzugsgebiet der Saale werden erhöhte Gehalte an Epidot, Topas, Hämatit und Titanomagnetit geliefert. In den SM-Spektren der Elbeschotter im Saale-Elbe-Dreieck spiegelt sich der Einfluss der Saale deutlich wider.

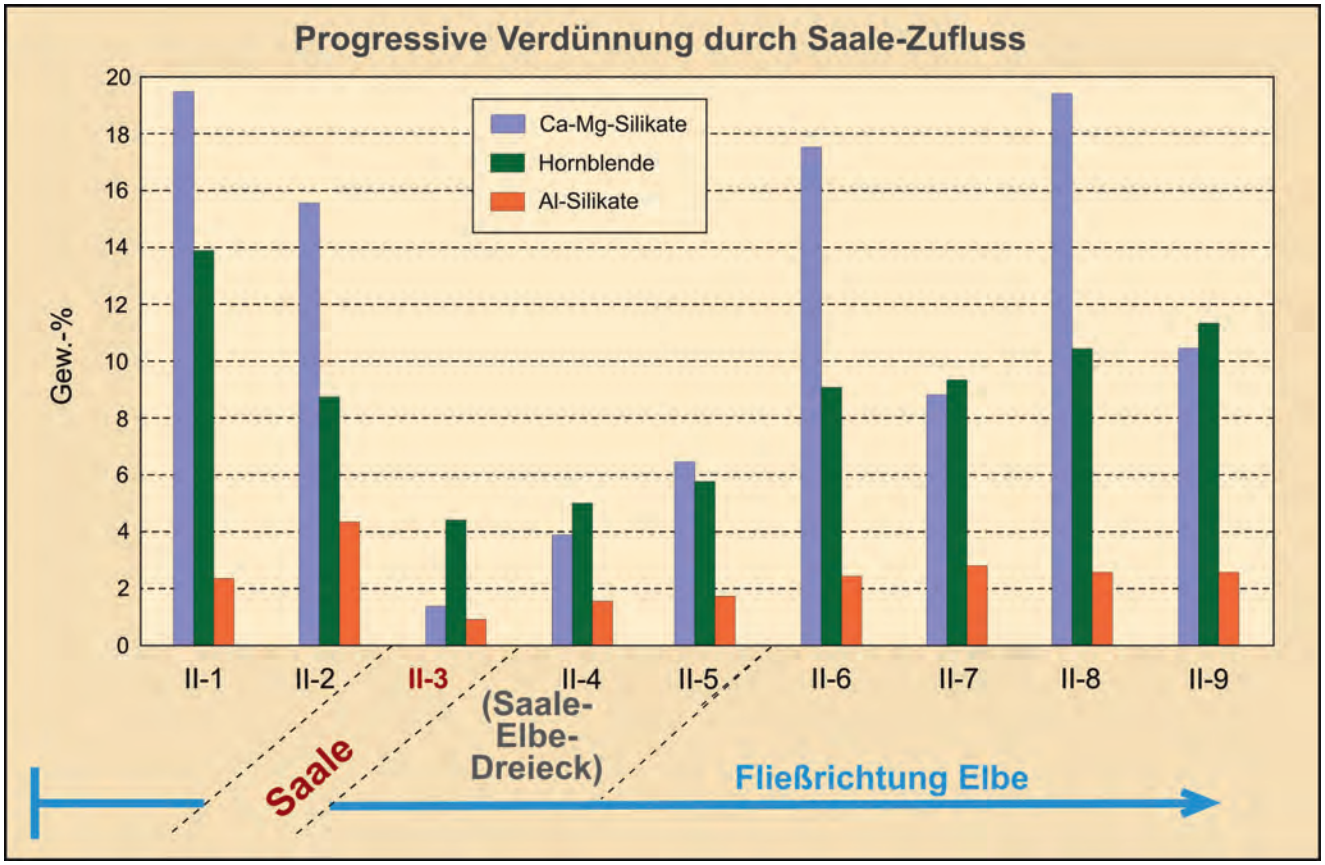


Abb. 21 Innerhalb des Saale-Elbe-Dreiecks wird eine progressive Verdünnung bei den Schwermineralgruppen der Ca-Mg-Silikate, Al-Silikate und bei Hornblende deutlich. Weiter nördlich stellt sich für diese Minerale wieder die „normale" Elbeverteilung ein.

Elbekiese. In der stabilen Gruppe dominieren Rutil und Turmalin vor Zirkon und Monazit. Die instabile Assoziation bestimmt dagegen weiterhin das gesamte Spektrum mit 48,27 Gew.-% (Tab. 4). Granat ist dabei durchgängig die dominierende Mineralphase. Hornblende und Epidot sind mit jeweils 9,31 und 10,01 Gew.-% nahezu in gleichen Anteilen in dieser Gruppe vertreten. Die hohen Hornblendewerte sind dabei charakteristische Werte für die Elbe und die hohen Epidotgehalte signalisieren weiterhin den bereits weit zurückliegenden Einfluss der Saale. Somit wird mit wachsender Transportdistanz zunehmend deutlich, dass der Effekt der progressiven Verdünnung nach bereits 40 km keinen Niederschlag mehr im Mineralspektrum findet (Abb. 21). Die Gehalte von Epidot haben sich seit dem Saale-Elbe-Dreieck kaum geändert und sind nahezu konstant. Die Gruppe der opaken Schwerminerale erhält im Vergleich zum vorherigen Spektrum wieder einen erheblichen Anstieg auf 20,94 Gew.-%, bedingt durch das erhöhte Auftreten von Ilmenit. Dieser Wert stützt die Vermutung, dass im vorherigen SM-Spektrum ein Verwitterungsprofil vorlag. Sowohl bei Ilmenit als auch bei Hämatit ist ein Anstieg der Gehalte zu konstatieren. Bei den Al-Silikaten ist weiterhin eine leichte Zunahme in den Gehalten zu beobachten. Ein schwach rückläufiger Trend lässt sich bei Topas beobachten. Dieser zeigt jedoch mit 4,39 Gew.-% weiterhin erhöhte Gehalte und somit den Einfluss der Saale auf das Gesamtspektrum. Die Werte von Kassiterit und Chrom-Spinell liegen jeweils bei 0,03 und 0,44 Gew.-%.

Kieswerk II-8

Aus der Gewinnungsstelle II-8 werden weichsel- bis saalezeitliche Kiessande aus der Niederterrasse der Elbe gewonnen. Im Spektrum ist eine klare Dominanz der Instabilen gegenüber der Gruppe der stabilen- sowie opaken Schwerminerale zu verzeichnen (Tab. 4). Die stabile Assoziation weist einen geringen Rückgang ihrer Gehalte gegenüber dem SM-Spektrum von II-7 auf. Dabei sind alle Minerale dieser Gruppe gleichermaßen von einem abnehmenden Trend betroffen. Die instabile Assoziation bleibt dagegen zum vorherigen Spektrum konstant und besitzt einen Anteil von 49,12 Gew.-% am Gesamtspektrum. Granat dominiert diese Gruppe mit 30,20 Gew.-% gefolgt von Hornblende mit 10,38 Gew.-%, die seit dem Saale-Elbe-Dreieck einen stetigen Zuwachs ihrer Gehalte erfuhr. Epidot markiert mit 7,38 Gew.-% weiterhin den Einfluss der Saale auf das Gesamtspektrum. Die Gruppe der opaken Schwerminerale zeigt wieder einen drastischen Rückgang in ihren Gehalten an und kann mit den Werten des Verwitterungsprofils von II-6 korreliert werden. Eine starke Regression ist wiederholt bei Ilmenit zu beobachten, der das Spektrum der opaken Schwerminerale größtenteils dominiert. Die Kiessande wurden zwar in diesem Fall aus dem Grundwasserbereich gewonnen, dennoch ist bei einer oberflächennahen Gewinnung nicht auszuschließen, dass ein Verwitterungsprofil vorliegen kann. Eine Degradation von Mineralen ist besonders im Grundwasserschwankungsbereich zu beobachten, wo häufig ein Wechsel des pH-Wertes und der Redox-Bedingungen stattfindet. Die Gruppe der Al-Silikate bleibt dagegen ohne große Veränderungen in ihren Gehalten konstant. Gegenläufig erfahren die Ca-Mg-Silikate erneut einen sprunghaften Anstieg in ihren Gehalten und dominieren mit fast 20 Gew.-% neben Granat das SM-Spektrum. Hier lässt sich eine Vormacht von Augit vermuten, der mit solch hohen Werten typische Elbsedimente charakterisiert (Abb. 21). Ebenso wie Epidot signalisieren die Topaswerte gleichermaßen den bestehenden Einfluss der Saale auf das Gesamtspektrum der Elbekiese. Die Gehalte von Kassiterit und Chrom-Spinell stagnieren nahezu bei 0,04 und 0,50 Gew.-%.

Kieswerk II-9

Die Gewinnungsstelle II-9 stellt in dieser Kampagne den nördlichsten Beprobungspunkt dar. Die Lagerstätte besteht aus weichselzeitlichen Kiessanden der Elbe-Niederterrasse. Insgesamt zeigt das SM-Spektrum der Rohkiese eine leichte Erhöhung aller Schwermineralgruppen im Vergleich zum Standort II-8 (Tab. 4, Abb. 19). In der Gruppe der Stabilen dominiert Rutil vor Turmalin, Zirkon und Monazit. Trotz der 250 km langen Transportdistanz sind die Werte nahezu identisch mit den SM-Daten der Kieswerke II-2 und II-1. In der instabilen Assoziation wird das Spektrum weiterhin von Granat dominiert (31,04 Gew.-%), gefolgt von Hornblende mit 11,31 Gew.-% und Epidot mit 9,31 Gew.-%.

Hornblende ist innerhalb der Elbekiese bis auf Ausnahme des Saale-Elbe-Dreiecks ein konstant auftretendes Leitmineral. Daher ist eine progressive Verdünnung meist nur von lokaler Bedeutung. Eine signifikante Abnahme über die Transportdistanz ist dagegen nicht zu beobachten, da die charakteristischen Gehalte des Epidots seit der Zuführung über die Saale bestehen bleiben. Die Gruppe der opaken Schwerminerale zeigt dagegen wieder erhöhte Werte von 16,41 Gew.-%. Die Gruppe der Al-Silikate bleibt im letzten SM-Spektrum unverändert und besitzt weiterhin konstante Werte. Die Ca-Mg-Silikate zeigen dagegen erneut einen rapiden Abfall von 19,36 auf 10,48 Gew.-%, dessen Ursache sich auf syn- bis postsedimentäre Verwitterung zurückführen lässt. Im Bereich der Wertminerale ist bei Kassiterit ein leichter Anstieg der Gehalte auf 0,06 Gew.% zu verzeichnen. Die Gehalte von Chrom-Spinell stagnieren dagegen bei 0,51 Gew.-%.

5.3.5.3 Ausgewählte Schwer- und Wertminerale

Sekundärbildungen

Die primären Rohdaten der QEMSCAN-Analysen ließen im SM-Spektrum eine Reihe sekundärer Mineralneubildungen erkennen. Dabei kann besonders die Gruppe der Eisenhydroxide, -karbonate und vor allem die

Tab. 4 Quantitative SM-Spektren der Elbe-Rohkiessande (Angaben in Gew.-%).

Probe	II-1	II-2	II-4*	II-5*	II-6	II-7	II-8	II-9
Fluss-system	Elbe	Elbe	Saale-Elbe-Dreieck	Saale-Elbe-Dreieck	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe
Zirkon	2,31	1,92	2,48	2,64	2,13	2,37	1,42	2,94
Rutil	4,73	4,90	3,27	3,69	3,30	4,67	3,15	4,75
Turmalin	3,07	4,41	3,14	3,06	3,23	4,22	3,89	3,87
Monazit	0,41	0,13	0,30	0,20	0,18	0,21	0,20	0,27
Epidot	5,27	6,50	11,85	10,32	7,24	10,01	7,38	9,31
Hornblende	13,90	8,83	5,02	5,78	9,07	9,31	10,38	11,31
Granat	22,43	29,69	34,03	35,08	32,97	27,67	30,20	31,04
Titanit	1,63	1,22	1,97	1,39	1,12	1,28	1,16	1,32
Ilmenit	15,18	16,28	13,96	16,58	11,17	18,62	10,35	15,17
Hämatit	1,42	<0,01	6,51	4,21	0,59	1,24	1,08	0,55
Titano-magnetit	1,18	0,19	2,36	1,68	0,84	1,08	0,83	0,69
Topas	2,47	4,33	6,88	4,63	6,10	4,39	6,67	3,67
Al-Silikate	2,26	4,31	1,60	1,77	2,44	2,84	2,51	2,64
Ca-Mg-Silikate	19,43	15,54	3,92	6,43	17,54	8,86	19,36	10,48
Karbonat	0,03	0,02	0,33	0,03	0,01	0,54	0,03	0,28
Apatit	1,28	0,55	0,91	0,45	0,49	1,10	0,69	0,87
Magnetit**	1,55	<0,01	0,66	1,04	0,78	0,88	0,07	<0,01
Mn-Phase	0,27	0,08	0,16	0,42	0,05	0,20	0,05	0,16
Kassiterit	0,20	0,02	<0,01	0,04	0,06	0,03	0,04	0,06
Chrom-Spinell	0,84	0,98	0,56	0,50	0,58	0,44	0,50	0,51
Xenotim	0,11	0,09	0,10	0,05	0,07	0,04	0,03	0,11
Summe	***99,97***	***99,99***	***100,01***	***99,99***	***99,96***	***100,00***	***99,99***	***100,00***

* Saale-Elbe-Dreieck,

** verschleppte Restbestände von der Magnetscheidung

Eisensulfide Pyrit und Markasit, ein SM-Spektrum fast vollständig überlagern. In solchen Fällen werden eine Korrelation der Ablagerungen unter stratigraphischem Aspekt sowie Aussagen über Stoffeinträge, progressive Verdünnung oder Sortierungseffekte nahezu unmöglich.

Vor allem die Hydroxide des Eisens, treten häufig als sekundär gebildete Krusten um andere Minerale auf (Abb. 22a). Ihre konzentrische Ummantelung anderer Mineralaggregate lässt auf eine Bildung während des fluviatilen Transports schließen. Für Markasit ist dagegen eine syn- bis postsedimentäre Bildung anzunehmen. Während Pyrit nur akzessorisch in den Schwermineralkonzentraten auftritt und z.T. vermutlich auch aus den Liefergesteinen stammt, wird wegen dessen lokal massenhaften Auftretens von Markasit eine in situ-Bildung unter reduzierenden Bedingungen angenommen. Die Sekundärbildungen treten dabei oft als lang gestreckte Aggregate von wenigen Mikrometern bis hin zu mehreren Millimetern auf (Abb. 22b).
Zwischen den Eisenhydroxiden und -sulfiden gibt es genetisch-stoffliche Beziehungen. Bei Anwesenheit von Eisenhydroxid sind die Eisensulfidwerte in den SM-Spektren im Allgemeinen sehr gering. Dazu gegenläufig verhält sich dieser Effekt beim massenhaften Auftreten von Eisensulfiden. Die Ursache dafür dürfte in den Liegendsedimenten bzw. in Beimengungen der Rohstoffkörper zu suchen sein. In verschiedenen Gewinnungsstellen unterlagern braunkohleführende Schichten des Tertiär die quartären Bildungen. In ihrer chemischen Zusammensetzung kann Braunkohle bis zu zehn Prozent Schwefel in unterschiedlichen Verbindungen enthalten. Dieser Schwefel erzeugt bei Oxidation ein saures Milieu in den tieferen Terrassenbereichen der Lagerstättenkörper, sodass Eisenhydroxidverbindungen in Lösung gehen können (Boenigk 1983). Durch Lösungsmischung verbindet sich die Eisenkomponente mit freien Schwefel-Ionen. Aus dieser Reaktion können die Markasitbildungen abgeleitet werden. Kohlige Verunreinigungen sind vor allem aus den Standorten II-2 und II-7 bekannt. Ebenso werden kohlige Sandnester und Xylit aus den Liegendsedimenten von II-8 und II-9 beschrieben.
Die Kieswerke, in denen keine kohligen Verunreinigungen auftreten, zeigen dagegen in ihrem Spektrum deut-

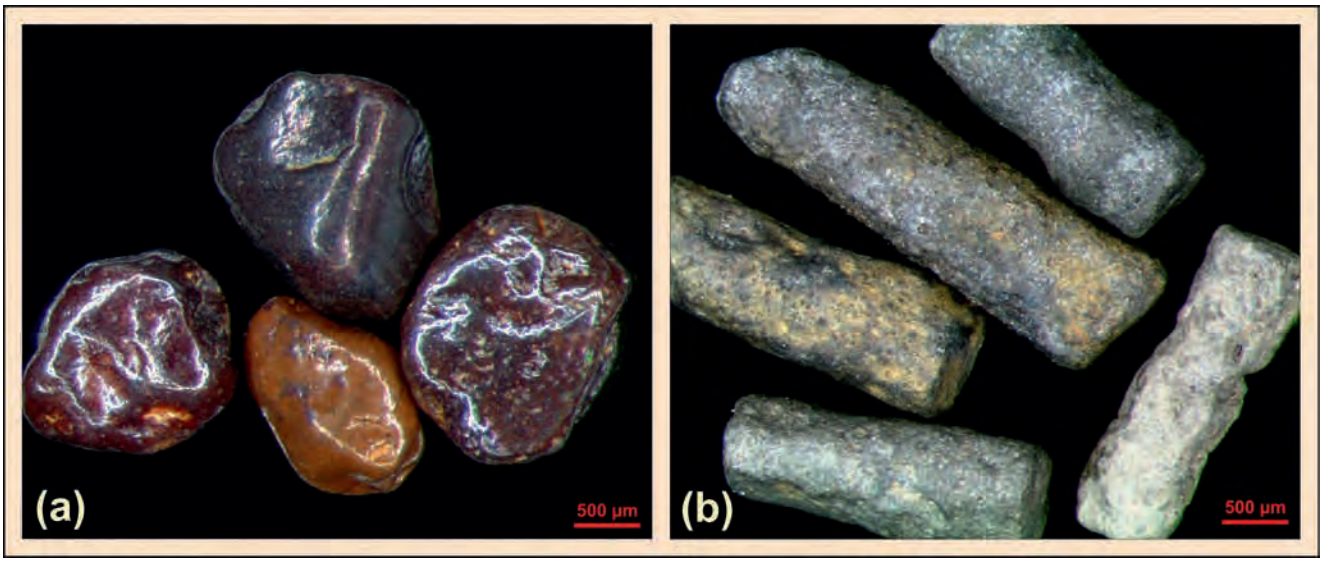


Abb. 22 Sekundäre Mineralbildungen. (a) Eisenhydroxid-Krusten, (b) Markasit als metastabile Form des Pyrits (beide aus der Fraktion 1,0-2,0 mm).

lich erhöhte Gehalte von Eisenhydroxiden, die auf ein neutrales bis basisches Milieu in den Terrassenschottern schließen lassen. Eine Ausnahme konnte allerdings in den SM-Spektren von II-6 und II-8 beobachtet werden. In diesen Spektren fehlt sowohl die Eisenhydroxid- als auch die Eisensulfidkomponente. Auch ein verringertes Auftreten von Ilmenit deutet auf Verwitterungseinflüsse hin. Wegen ihrer Oberflächennähe unterlagen die Kiessande hier einer chemischen Verwitterung unter saurem Milieu. Dass es in diesem Fall zu keiner Bildung von sekundärem Markasit gekommen ist, liegt daran, dass in diesen Bereichen keine Kohleverunreinigungen auftreten und somit keine Schwefel-Ionen für eine Neubildung zur Verfügung standen. Die gelösten Stoffe wurden vermutlich durch meteorische Wässer und schwankende Grundwasserbereiche aus dem System abgeführt.

Wertminerale und ihre wirtschaftliche Relevanz

An dieser Stelle muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass in dieser Studie Rohkiessande untersucht wurden, die in aufbereiteter Form ausschließlich als Massenbaustoffe zum Einsatz kommen. Weil der Rohstoffabbau primär dem Baurohstoff gilt und die realen Gehalte der möglichen Wertkomponenten i.A. unbekannt sind, ist der wirtschaftliche Aspekt, ein wertsteigerndes Nebenprodukt zu erzeugen, bislang nur in Ansätzen erkannt worden. Nachweislich reichern sich bei dem Aufbereitungsprozess bestimmte Wertminerale in den Abgängen stark an. Diese Mineralgruppe wird aber letztlich zusammen mit den ungeeigneten Bestandteilen verworfen. Es bleibt daher eine interessante Aufgabe, im Einzelfall zu prüfen, ob die Gewinnung von Wertmineralen als Nebenprodukt von wirtschaftlicher Relevanz sein könnte. Hierfür gibt es Vorbilder z.B. in der Rhein-Region.

In den untersuchten Proben gelten Gold, Ferroplatin, Kassiterit und Rutil, Ilmenit, Zirkon, Monazit, Xenotim sowie Chrom-Spinell potenziell als wirtschaftlich relevante Wertminerale. Eine mögliche wirtschaftliche Gewinnbarkeit fluviatiler Schwermineralseifen hängt neben dem Rohstoffpreis an sich von fünf essentiellen Parametern ab:

(1) Gewinnung als wertsteigendes Beiprodukt,
(2) Absoluter SM-Gehalt der Lagerstätte (Rohkiessand bzw. Aufbereitungsabgänge),
(3) Art der SM-Assoziation,
(4) durchschnittlicher Gehalt an Wertmineralen und
(5) Aufbereitbarkeit (Herstellung marktfähiger Konzentrate).

Nach eigener Einschätzung lassen die Wertmineralgehalte der Rohkiessande in allen untersuchten Abbaustellen die Möglichkeit einer rentablen Gewinnung gegenwärtig nicht erkennen. Die absoluten SM-Gehalte der Elbe-Kiessande (durchschnittlich 0,1 Gew.-% , Ludwig 1955, Ortmann 1962, Allenberg 2011) liegen auch unter Berücksichtigung der besonderen Betriebsverhältnisse (Kiessandabbau) für eine wirtschaftliche Wertmineralgewinnung zu niedrig. Zum Vergleich: Ein rentabler Abbau von Rutil-, Ilmenit-, Zirkon-, Monazit- und Xenotim-Seifenlagerstätten benötigt heute SM-Gehalte von etwa 5-10 % im Aufgabegut (Tab. 5 und 6). Im Unterschied zur Kiessand-Gewinnung richtet sich hierbei das wirtschaftliche Interesse allerdings ausschließlich auf die Gewinnung von Seifenmineral-Konzentraten. Es ist hier also von vollkommen unterschiedlichen Kosten- und Erlösstrukturen auszugehen. Hieraus folgt, dass die als Referenz herangezogenen Daten bezüglich des so genannten „economic cut off“ nur eine grobe Orientierung geben können, die zudem stark von den Notierungen an den Rohstoffbörsen beeinflusst wird. Ein wirtschaftlicher Abbau von Mineralseifen setzt nach Pohl (2005)

Tab. 5 Absolute Wertmineralgehalte in Rohkiessanden der Saale und Weißen Elster (in g/t).

Probe [g/t]	I-1*	I-1**	I-2*	I-2 **	I-3*	I-3**	I-5**	I-6**	I-9*	I-9**	II-3***
Gold	0,0026	0,0026	0,028	0,006	0,004	0,004	0,006	0,004	0,04	0,002	0,0018
Kassiterit	0,15	0,07	0,38	0,47	1,00	0,88	0,66	0,75	1,08	0,17	0,16
Monazit + Xenotim	4,81	2,25	2,56	2,32	1,62	2,28	1,90	3,95	1,04	0,72	2,63
Chrom-Spinell	0,74	0,27	0,91	0,66	0,63	0,74	0,82	1,57	1,42	1,59	4,10
Rutil + Ilmenit	35,30	17,96	46,81	37,97	38,97	49,10	54,75	108,59	73,59	59,78	142,76
Zirkon	2,03	0,80	11,64	11,42	9,73	10,48	10,07	23,35	10,22	6,79	18,79

* 1. Probenahmereihe (Wolf 2010); ** 2. Probenahmereihe (Wolf 2010); *** Allenberg (2011)

Tab. 6 Absolute Wertmineralgehalte in Rohkiessanden der Elbe (in g/t).

Probe	II-1	II-2	II-4	II-5	II-6	II-7	II-8	II-9
Gold	k.A.	k.A.	0,0008	k.A.	k.A.	k.A.	0,0031	0,0064
Kassiterit	3,35	0,06	k.A.	0,15	0,96	0,20	0,32	0,42
Monazit + Xenotim	8,92	2,66	1,50	1,04	3,84	1,35	2,31	3,04
Chrom-Spinell	14,30	3,40	2,12	2,08	8.97	2,36	4,94	4,20
Rutil + Ilmenit	339,25	73,81	65,28	84,84	222,01	124,50	134,61	165,03
Zirkon	39,49	6,68	9,40	11,06	32,68	12,67	14,19	24,34

folgende Mindestgehalte voraus:
- Gold 0,2g/t [von 2005 bis 2012 hat sich die Gold-Notierung von 400 auf ca. 1600 US$ etwa vervierfacht];
- Kassiterit 1000g/t [von 2005 bis 2012 hat sich die Zinn-Notierung etwa verdoppelt];
- Monazit 1000g/t als Begleitrohstoff;
- Rutil und Ilmenit 4000g/t;
- Zirkon 2000g/t;

Rentabilität bei der Gewinnung von Chrom-Spinell ist nur in PGM-Chromit-Seifen anzunehmen.

Jede Lagerstätte besitzt durch eine Vielzahl spezifischer Parameter und wegen der generellen Abhängigkeit von den Rohstoffpreisen (s.o.) einen individuellen „economic cut off", der stark variieren kann. Aussagen zur effizienten Aufbereitung für die aufgeführten Wertminerale können pauschal nicht getroffen werden. Wesentliche Faktoren für eine Optimierung stellen dabei die minimale Korngröße, die Kornform aber auch der Grad der Mineralverwitterung bzw. der Kornoberfläche dar. Trotz des Nachweises von lokal durchaus interessanten Mineralkonzentrationen bzw. Mineralassoziationen in den Kiessanden von Elbe, Saale und Weißer Elster ist eine Gewinnung von Wertmineralkonzentraten wegen der insgesamt zu geringen absoluten Gehalte und der komplexen Betriebsverhältnisse weitgehend auszuschließen.

Gold und Platin in Saalekiesen

Bis auf Gold und Platin wurden alle potenziellen Wertminerale durch die QEMSCAN-Messungen qualitativ und auch quantitativ erfasst. Gold und Platin wurden durch das QEMSCAN-System in den Rohkiesproben nicht detektiert und befanden sich somit quantitativ unterhalb der Nachweisgrenze des Geräts. Um die beprobten Gewinnungsstellen auf ihre Goldhöffigkeit zu untersuchen, wurden Teilproben der Schwermineralkonzentrate mittels Waschpfanne nachträglich aufbereitet (Wolf et al. 2010). Mit Ausnahme von Ferroplatin (Abb. 24), belegt durch mehrere Körner in einer Lagerstätte (Stedingk & Schuster 2009; Schuster & Wolf 2011), treten die Wertminerale kontinuierlich allerdings mit erheblichen Schwankungen der Gehalte auf.

In allen Rohkiesproben (Tab. 5 und 6) als auch in den Aufbereitungsabgängen konnte Gold in Form von Mikronuggets nachgewiesen werden. Die Größe der Goldkörner liegt zwischen ca. 20 µm und etwa 1 mm. Allerdings entfällt ein Großteil des Goldes auf das Kornband zwischen 200 und 400 µm. Die Kornformen sind mannigfaltig und reichen von stark ausgewalzten Körnern, die bei weitem dominieren, bis zu sehr unregelmäßigen Mikronuggets (Abb. 23). Die optische Erscheinung der Goldkörner ist das für Seifengold charakteristisch satte Goldgelb. Nur wenige Körner zeigen rötliche bzw. silbrige Farbnuancen. Belegt durch REM-EDX Messungen,

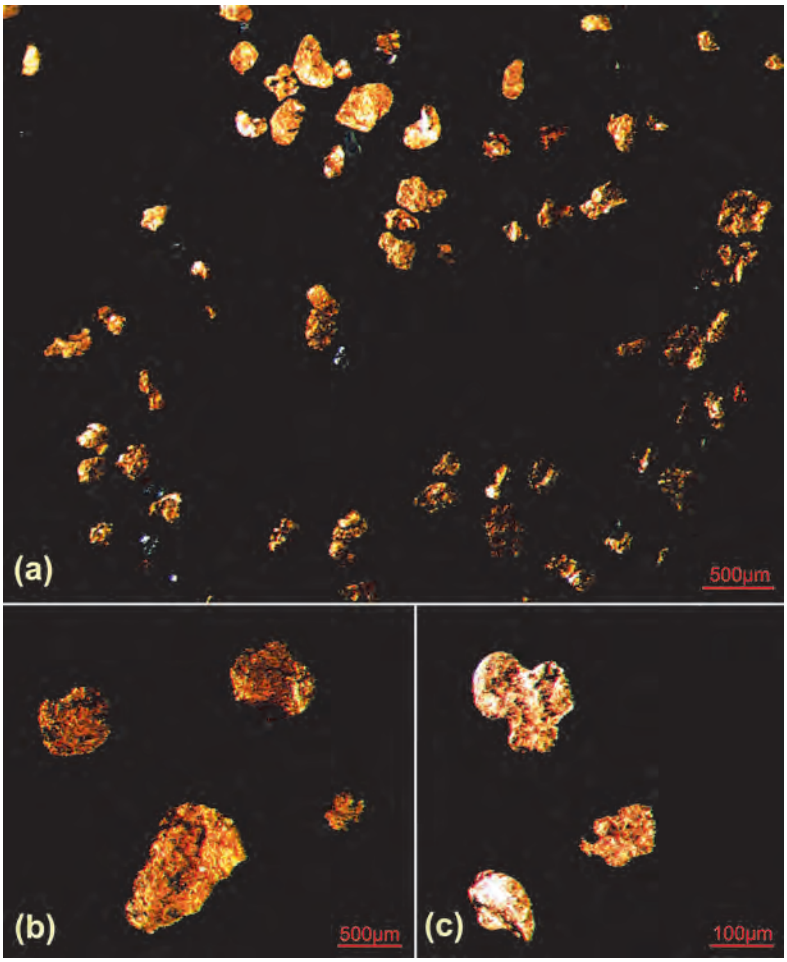


Abb. 23 Goldkörner aus Rohkiesen und Aufbereitungsabgängen der Saale. (a) Typisches Goldkonzentrat aus Aufbereitungsabgängen; (b) Separierte Goldnuggets der Gewinnungsstelle I-3 (elsterzeitliche Schotterterrasse); (c) Reife bis überreife Goldkörner aus dem Kieswerk II-3 (weichselzeitliche Niederterrassenschotter).

weisen die Goldkörner überwiegend einen hohen Reinheitsgrad auf. Nur vereinzelt wurden höhere Silbergehalte bestimmt. Hierbei ist der typische Zusammenhang zwischen unregelmäßigen, wenig gerundeten Körnern mit erhöhtem Silbergehalt und stärker transportgerundeten bzw. ausgewalzten Goldkörnern, die nahezu silberfrei sind, erkennbar. Die Abreicherung des Silbers ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Herauslösung des Silbers im Laufe des fluviatilen Transports zurückzuführen und weist auf die vermutlich unterschiedlich langen Transportentfernungen hin. Als mögliches proximales Liefergebiet ist das Thüringer Schiefergebirge für seine goldhaltigen Formationen bekannt. Distale Quellen können im Erz- oder Fichtelgebirge vermutet werden (Wolf et al. 2010).

Vergleichend betrachtet liegen die Goldgehalte der Saalekiese höher als die der Weißen Elster und Unstrut. Besonders die Proben vom saalezeitlichen Zufluss der Unstrut in die Saale (Kiessand-Gewinnungsstelle I-8) sowie die Proben der weichselzeitlichen Kiessande der Weißen Elster (Kiessand-Gewinnungsstelle I-10) erwiesen sich (einschließlich der Aufbereitungsabgänge) als ausgesprochen goldarm. Die Ursache für die geringe Goldführung des Sedimenteintrags der Unstrut dürfte in der Dominanz triassischer Gesteine im Thüringer Becken liegen. Das Lieferpotenzial des im weiteren Einzugsgebiet gelegenen Südharzes, Kyffhäusers und nördlichen Thüringer Schiefergebirges tritt hier offenbar deutlich zurück. Vergleichbare Provenienzeinschätzungen für die Weiße Elster sind hingegen nicht ohne weitere Untersuchungen möglich. Wolf et al. (2010) verweisen auf verschiedene Gesteinseinheiten, die zur Seifengoldbildung beitragen. Mit großer Sicherheit stellen vor allem die ordovizischen Gesteinseinheiten das Thüringer Schiefergebirges die wichtigsten primären Quellen dar. Dennoch bleiben zahlreiche Fragen offen. Folgende Aspekte bedürfen einer breiteren statistischen Basis, um hierauf Antworten zu finden:

- Verteilung des Silbers innerhalb der Goldkörner,
- Klärung der Genese erhöhter Goldgehalte einzelner bisher nicht näher untersuchter Kieswerke,
- mögliche authigene Mineralneubildungen,
- Eintrag von goldführendem Material durch glazialen Transport aus Nordeuropa.

Platingruppenminerale (PGM) sind seit 2005 im Kieswerk I-7 wiederholt nachgewiesen worden (Stedingk & Schuster 2009). Bei der Beprobung dieser Abbaustelle im Rahmen dieser Studie konnte ebenfalls ein einzelnes PGM-Korn separiert werden. Das Korn ist 60 µm groß, sehr gut gerundet und bei mikroskopischer Beobachtung mittels Binokular matt silbrig glänzend. Die EDX-Analyse ergab eine Zusammensetzung von 77% Platin und 23% Eisen (Masse-%) ohne weitere detektierbare Elementbeimengungen (Abb. 24). Es dürfte sich damit um eine Pt-Fe-Legierung der vollständigen Mischreihe zwischen Isoferroplatin und Tetraferroplatin handeln. Mögliche PGM-führende Gesteine finden sich entlang der Saale in den devonischen Metabasiten des vogtländischen und thüringischen Schiefergebirges sowie in den serpentinisierten Randamphiboliten und besonders den Ultrabasiten der Münchberger Gneismasse. Im Südharz und Thüringer Wald stehen ebenfalls Metabasite an, diese werden vom hier untersuchten Drainagesystem jedoch nur mittelbar angeschnitten. Damit finden sich die potenziellen Liefergesteine für PGM primär nur im Bereich der Saale und untergeordnet entlang der Weißen Elster, nicht jedoch im Einzugsgebiet der Unstrut (Wolf et al. 2010).

Gold in Elbe-Rohkiessanden

In den Elbeschottern wurde *Gold in allen Proben*, jedoch nur in sehr geringen Mengen nachgewiesen. Maximal fünf Goldkörner konnten pro Teilprobe separiert werden. Dieses völlig unerwartete Ergebnis steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von Wolf (2010). Obwohl die beschriebene Aufbereitungsmethodik in dieser Arbeit für die klassischen Schwerminerale ein hervorragendes Ausbringen ergeben hat, ist im Gegensatz dazu für Gold eine relative Abreicherung durch den Aufbereitungsprozess anzunehmen. Die entscheidende Ursache dafür dürfte in der spezifischen Kornform der meisten Goldkörner (feinste Flitter) liegen. *Der größte Goldverlust ist sehr wahrscheinlich bei der Aufbereitung am Holman-Herd entstanden.* Dieses Problem können nur weiterführende Detailuntersuchungen lösen. Die Korngröße der wenigen Goldpartikel lag zwischen 50 und 400 µm. In der Kornform traten nur geringfügige Unterschiede zwischen den Körnern auf. Alle Körner waren allseits gerundet, stark abgeflacht und zum Teil gefaltet, wodurch das separierte Gold als ausgereiftes bis überreifes Seifengold charakterisiert werden kann. Die zum Teil unter der Nachweisgrenze liegenden Goldgehalte wurden keiner weiteren Untersuchung unterzogen, sodass keine Angaben hinsichtlich der Begleitelemente gemacht werden können. Die ausgereiften und mitunter überreifen Goldkörner belegen einen weiten Transportweg des Goldes. Da die Goldgehalte zum Großteil unter einer auswertbaren Nachweisgrenze liegen, können nur zu wenigen Probenahmepunkten Aussagen zu deren potenzieller Goldführung getroffen werden. Dabei sei darauf hingewiesen, dass es sich um semi-quantitative Angaben handelt und diese keiner wirtschaftlichen Bewertung unterzogen werden dürfen.

5.3.6 Zusammenfassende Bewertung der SM-Spektren

5.3.6.1 Saale

Charakteristisch für die Kiessande der Saale im Leipziger Tiefland bis in die Region um Merseburg ist eine SM-Assoziation, deren Hauptbestandteile Ilmenit, Hämatit, Eisenhydroxide, Zirkon, Rutil, Epidot, Hornblende, Monazit, Titanit und Granat sind. Durch den räumlich wechselnden Zusammenfluss von Saale und Unstrut können die Schotterkörper der Saale aus der frühen Elstereiszeit- und der frühen Saaleeiszeit zwischen Naumburg und Merseburg anhand ihres Schwermineralinhaltes unterschieden werden. Die elsterzeitlichen Ablagerungen der Saale in diesem Raum lassen sich durch einen höheren Anteil an Epidot, Rutil, Ilmenit sowie Granat von den saalezeitlichen Ablagerungen unterscheiden. Typisch für die saalezeitlichen Ablagerungen sind in diesem Bereich geringerere Gehalte an Epidot, Rutil, Ilmenit und Titanomagnetit.

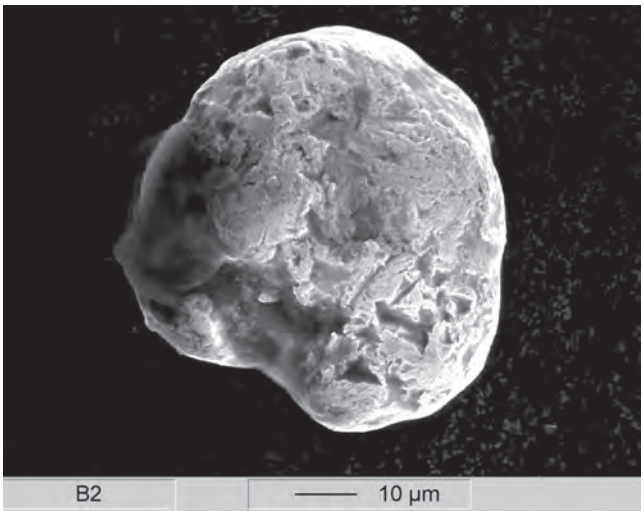


Abb. 24 Korn eines Platingruppenminerals (Ferroplatin) aus der Gewinnungsstelle I-7 (Sekundärelektronenbild).

Für die weichselzeitlichen Ablagerungen der Weißen Elster zwischen Leipzig und Halle ist die Laufverlegung in der späten Saaleeiszeit von großer Bedeutung. Der Ost-West Verlauf der Weißen Elster bedingt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Aufarbeitung und Durchmischung fluviatiler, glazialer und glazifluviatiler Ablagerungen verschiedener Alter und Flusssysteme. Daher ist ein typisches SM-Spektrum der Weißen Elster hier nicht nachweisbar oder zu erwarten. Die ermittelten Spektren geben nur ansatzweise ein charakteristisches Spektrum der Weißen Elster wider. Hohe Gehalte an Topas und Granat haben mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ihren Ursprung im Einzugsgebiet der Weißen Elster. Für greifbare Aussagen zu den SM-Assoziationen wären verdichtende Beprobungen entlang der Weißen Elster erforderlich. Unbestreitbar ist, dass durch den Zufluss der Weißen Elster bei Merseburg den Saaleschottern Topas zugeführt wurde. Topas ist ab diesem Punkt bis zur Einmündung der Saale in die Elbe, ein charakteristisches Schwermineral für die weichselzeitlichen Saalekiese.
Die Gehalte wirtschaftlich relevanter Minerale wie Gold, Kassiterit oder Monazit sind gering. Goldmengen von zwischen 2,6 und 40 mg/t, maximale Kassiteritgehalte von 1,08 g/t bzw. 3,95 g/t Monazit/Xenotim liegen weit unterhalb wirtschaftlich relevanter Anreicherungen. Eine industrielle Gewinnung von Wertmineralen ist daher aufgrund ihrer niedrigen absoluten Gehalte kaum vorstellbar.

Der Vergleich von Rohkiesproben mit den Aufbereitungsabgängen zeigt, dass die hydromechanische Aufbereitung von Kiesen zu einer deutlichen Verschiebung der SM-Assoziation führt. Die Untersuchungen weisen darauf hin, dass im Wesentlichen Minerale mit zunehmender Dichte und Korngröße angereichert werden und hierbei stabile und instabile Komponenten zu unterscheiden sind. Aussagen zum Einfluss der Kornform auf die Separation können nicht getroffen werden. Die SM-Spektren aus den Aufbereitungsabgängen sind da-

her nicht repräsentativ für den Rohkieskörper. Allerdings können sich signifikante Veränderungen der primären Rohkies-SM-Spektren noch in den Abgängen widerspiegeln, wie das Beispiel der Gewinnungsstelle I-8 deutlich beweist.

5.3.6.2 Elbe

Die Analysen zeigen, dass sich die *qualitative Zusammensetzung der SM-Spektren kaum ändert.* Quantitative Unterschiede lassen sich dagegen aus fast allen Untersuchungsstandorten ableiten. Diese liegen primär im fluviatilen Transport und den daraus bedingten Sortierungsprozessen begründet. Entscheidende Einflussfaktoren bleiben aber die wechselnden Seiteneinträge aus den unterschiedlichen Einzugsgebieten der Nebenflüsse. Signifikant für die Überprägung der Elbe-SM-Spektren ist z.B. der Einfluss der Saale in den Ablagerungen des Saale-Elbe-Dreiecks. Neben einer starken Zufuhr von Epidot, Topas, Hämatit und Titanomagnetit konnte gegensätzlich eine progressive Verdünnung innerhalb der Gruppe der Schwerminerale der Ca-Mg-Silikate (hauptsächlich Augit), der Al-Silikate und Hornblende nachgewiesen werden. Dabei zeigte sich, dass der Effekt der progressiven Verdünnung nur lokal besteht. Eine Mineralzufuhr bleibt dagegen im Spektrum quantitativ erhalten. Ebenso wird anhand der SM-Spektren ein zeitweiliger Zufluss der Mulde im Raum Jessen angenommen. Pauschal werden die spätelster- bis weichselzeitlichen Kiessande der Elbe durch eine SM-Assoziation dominiert, die hauptsächlich aus Granat, Ilmenit, Hornblende und der Gruppe der Ca-Mg-Silikate (Augit) besteht. Geringere aber charakteristisch konstante Gehalte zeigen die Schwerminerale Zirkon, Rutil, Turmalin, Epidot, Topas und die Gruppe der Al-Silikate innerhalb der Elbeschotter.
Es erwies sich als zielführend, das gesamte SM-Spektrum einschließlich der opaken Schwerminerale zu analysieren. Hiermit konnte ein direkter Zusammenhang zwischen der sekundären Eisenhydroxid- bzw. der Markasitbildung nachgewiesen werden. Darüber hinaus gelang es, den erheblichen Einfluss des chemischen Milieus auf die vorhandene SM-Assoziation zu charakterisieren. Dabei gilt es nicht nur die klimabedingte oberflächennahe Verwitterung zu betrachten. Veränderungen im chemischen Milieu können auch durch organische Substanz (z.B. Xylit) und deren signifikante Schwefelgehalte bedingt sein.

Die nachträgliche Separation der Goldkomponente zeigte, dass in fünf SM-Separaten Gold unterhalb der Nachweisgrenze liegt. Hier sind statistisch gesicherte Hochrechnungen über die Goldführung der Lagerstätten nicht möglich. Im Hinblick auf die Goldgehalte in den Ablagerungen der Saale liegt der Schluss nahe, dass während der Herd-Aufbereitung nicht quantifizierbare Goldverluste stattgefunden haben. Als spezifische Elbe-Leitminerale werden in der Literatur oft Minerale, wie Andalusit und Sillimanit beschrieben. Diese treten zwar in typisch konstanten Gehalten auf, aber dominieren mit nur durchschnittlich 2-3 Gew.-% in keinem der untersuchten SM-Spektren.

In der Quantifizierung der Schwerminerale überzeugte das QEMSCAN-System durch seine automatisierte und softwaregestützte Erfassung des Gesamt-SM-Spektrums. Die Detektion über die chemische Zusammensetztung ermöglichte es, auch die opaken Schwerminerale qualitativ zu erfassen und quantitativ in die Gesamtbewertung einer SM-Assoziation einzubinden. Durch die Messung von mehreren tausend Körnern pro Probe, sind die QEMSCAN-Ergebnisse statistisch weit aussagefähiger als Analysen, die auf Auszählungen vergleichsweise weniger Körner ohne Berücksichtigung der Opaken beruhen. Die Grenzen in der Anwendbarkeit der QEMSCAN-Messungen liegen in der qualitativen Erfassung der Minerale über chemische Spektren. Hierdurch sind Differenzierungen zwischen Mineralmodifikationen und Mineralen mit ähnlichem Chemismus nahezu unmöglich. Infolgedessen wurde die Identifizierung typischer Leitminerale der Elbe, wie Sillimanit, Andalusit, Staurolith und Augit erschwert. In solchen Fällen sind begleitende Zusatzanalysen dringend erforderlich. Trotz geringer Einschränkungen in der genauen Identifizierung der oben genannten Schwerminerale kommt der wesentliche Charakter der SM-Assoziation der Elbe zum Ausdruck.

5.3.6.3 Kritische Betrachtung des Kenntnisstands zur Schwermineralführung fluviatiler Ablagerungen im Arbeitsgebiet

Als einzige Referenzarbeit zur Schwermineralführung der fluviatilen Ablagerungen im Arbeitsgebiet liegt eine Publikation von Müller (1988) vor. Die hier dargestellten Untersuchungsergebnisse und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen sind zum erheblichen Teil mit den eigenen Resultaten nicht vereinbar. Dies betrifft insbesondere die quantitative und qualitative SM-Analytik. Es lässt sich nicht ausschließen, dass Müller bei der grundlegenden qualitativen, aber vor allem bei der quantitativen Auswertung methodische Fehler unterliefen. So beziehen sich die Angaben zur qualitativen Zusammensetzung der SM-Spektren auf nur wenige und ausschließlich transparente Schwerminerale. Die größte Diskrepanz betrifft allerdings die quantitativen Aussagen. In seiner Auswertung stellte Müller die zeitliche und räumliche Veränderung seiner ausgewählten Schwermineralspektren in Dreiecksdiagrammen dar, die die wahren Gehalte auf 100 % normieren. Dieser Auswertungsfehler zieht sich leider durch die ganze Publikation. Die ausschließliche Betrachtung der Fraktion 0,1 bis 0,2 mm für die Auswertung von unsortierten Kiessanden von Müller (1988) muss ebenfalls kritisch betrachtet

werden. Die Zuordnung der SM-Analysen zu bestimmten Schotterkomplexen durch den Autor soll hier nicht näher betrachtet werden. Es sei aber darauf verwiesen, dass Müller (1988) die Richtigkeit der stratigraphischen Position seiner Proben nicht näher geprüft hat. Der hier vorliegende Beitrag zeigt, zu welch fehlerhaften Interpretationen dies führen kann.

5.3.7 Fazit und Ausblick

Es steht fest, dass mit dem Aufbereitungsschema nach Allenberg (2011) ein kontrolliertes Ausbringen der gesamten Schwermineralfraktion möglich ist. Vor jedem weiterführenden Forschungsvorhaben sollte jedoch grundsätzlich die konkrete Zielstellung formuliert werden:
Unter welchem Aspekt soll eine SM-Analyse durchgeführt werden?
Welche Schwer- oder Wertminerale sind qualitativ und quantitativ zu erfassen?

In Bezug auf die Wertmineralanalyse konnten mit den Arbeiten von Wolf (2010) und Allenberg (2011) folgende Erkenntnisse für die SM-Analytik gewonnen werden:

1. Wegen der begrenzten Anzahl der quantifizierten Proben erheben die Ergebnisse keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Repräsentativität.
2. Die Probenahme muss stets einheitlich und unter stratigraphischen Aspekten erfolgen.
3. Ein Rohstoffkörper sollte mit mindestens drei Proben belegt werden.
4. Für die Quantifizierung der gesamten SM-Spezies erscheint ein kleinerer Probenumfang (<100 kg Sandfraktion) ausreichend.
5. Verfahrenstechnisch ist das standardisierte halbtechnische Aufbereitungsschema von Allenberg (2011) für die Wertmineralanalyse noch weiter zu optimieren (Vermeidung von Goldverlusten bei der Setzherd-Aufbereitung).
6. Zur Aufkonzentrierung der Goldgehalte ist ggf. ein separates Aufbereitungsschema unter Ausschluss der Setzherd-Aufbereitung zu entwickeln.

Dank

Die Autoren bedanken sich bei den Betreibern der Kieswerke für die großzügige Unterstützung bei der Probenahme. Unser aufrichtiger Dank gilt besonders Herrn Dr. C. Heidecke (Barleben), der die maschinelle Siebklassierung in seinem Unternehmen ermöglichte. Methodische Hinweise und tatkräftige Hilfe im Feldeinsatz kamen von Herr Dr. N. Schuster (Lüchow). Für die umfassende aufbereitungstechnische Knowhow-Vermittlung und die Nutzung der Geräte des Instituts geht unser Dank an Herrn Prof. Dr. D. Goldmann, Dipl. Ing. C. Duwe (TU Clausthal), Dipl. Ing. P. Romm (RWTH Aachen) und Frau Irene Bitz (BGR Hannover).

Allen genannten und ungenannten Helfern ein herzliches Hallenser Glück auf.

Abstract

Until recently, heavy minerals in general and those of industrial and economic interest in particular from actively mined fluviatile sand and gravel deposits of Sachsen-Anhalt had not been investigated and analysed representatively. Wolf (2010) and Allenberg (2011) have provided such heavy mineral data for selected fluviatile terraces of the rivers Elbe, Saale, and Weisse Elster. The heavy mineral concentrates have been separated from mined sand and gravels and have undergone sediment-petrographic and mineralogical investigation as well as an evaluation of their economic potential. Wolf (2010) conducted a first methodically analysis of the entire heavy mineral suites for the rivers Saale and Weisse Elster. This study primarily focused on the qualitative and quantitative assessment of the entire heavy mineral spectrum. Additionally, the study assessed the concentrations of specific precious and potentially economically interesting minerals, such as gold, platinum, cassiterite, and chromite.
Systematic obstacles in the quantitative determination of the heavy mineral spectra led to the development of an optimized mineral separation process on a semi-technical scale, which – subsequently – has been adopted by Allenberg (2011) for the assessment heavy minerals spectra from the river Elbe. This modified sampling and separation process included the application of the identical sampling technique at all sampling sites, a standardized bulk sample size and mineral separation flow sheet, and the minimized loss of heavy minerals during separation.
Both studies applied distinctly different methods to separate heavy mineral pre-concentrates. Wolf (2010) used relatively improvised wet sieving, followed by the use of a specifically constructed aluminium sluice box, and finally by a washing pan, all at the sampling site. Based on Wolf's result, Allenberg (2011) adopted a more systematic approach including a cabinet drier, mechanical sieves, Holman-table, and magnetic separator. Subsequently, both studies, applied heavy media separation sodium polytungstate to produce the required heavy mineral concentrates for investigation by Quantitative Evaluation of Minerals by Scanning Electron Microscopy (QUEMSCAN) at the Cambourne School of Mines, Cornwall.
Overall, the heavy mineral spectra from a total of 19 actively mined sand and gravel open pits have been investigated. The heavy mineral spectrum of the river

Saale comprises 14 opaque and 14 translucent heavy minerals in highly variable proportions. The region of the Leipzig lowlands, including the down-stream region around Magdeburg, is characterized by the association of ilmenite, hematite, Fe-hydroxides, zircon, rutile, epidote, hornblende, monazite, titanite, and garnet. Different gravel beds of the river Saale, originating from the early Elster-Glaciation and early Saale-Glaciation respectively, can be distinguished due to the spatially changing confluence of the rivers Saale and Unstrut between the cities of Naumburg and Merseburg. The sediments of the river Saale, originating from the Elster-Glaciation, can be distinguished from those of the Saale-Glaciation by the higher contents of epidote, rutile, ilmenite, and garnet in the former, compared to the latter. The sediments from the Saale-Glaciation in this area are additionally characterized by comparatively low contents in titanomagnetite. The contents of economically potentially relevant minerals such as gold, cassiterite, and monazite are low. Gold grades range between 2 and 40 mg/t, cassiterite grades of 1 g/t, and monazite/xenotim grades of 4 g/t and are considered to be well below economically relevant concentrations. The analyses show no significant qualitative differences between the heavy mineral spectra of the river Elbe and Saale. However, quantitative differences exist between nearly all individual sand and gravel open pits. This is partly due to the fluviatile transport and the resulting sorting processes. The main influence on the spectra of heavy mineralisation is exerted by the various differing catchment areas of the tributary rivers. The heavy mineral spectrum of the river Elbe is strongly influenced by input from the river Saale in the deposits of the Saale-Elbe triangle due to changing entry point of the Saale into the Elbe. This influx includes a strong contribution of epidote, topase, hematite, and titanomagnetite as well as the progressive dilution of the Ca-Mg-silicates (mainly augite), Al-silicates, and hornblende. This effect is interpreted as a local effect of progressive dilution. The heavy mineral spectra also suggest a temporally limited influx from the river Mulde, close to the village of Jessen. Overall, the fluviatile sands and gravels of the river Elbe from the period of the late Elster- to Weichsel-Glaciation are primarily characterised by a heavy mineral association consisting of garnet, ilmenite, hornblende and Ca-Mg-silicates (mainly augite). This association also includes minor but consistent concentrations of zircon, rutile, tourmaline, epidote, topase, and Al-silicates.The Result of a subsequent separation of gold from the heavy mineral samples shows visible gold only in four of the nine samples. Based on the data from our studies, statistically significant estimations of average gold grades are currently not possible. A certain loss of gold during sample treatment (e.g. during the use of the Holman table) cannot be excluded, although it is hard to quantify this loss of material. However, our data suggests that an industrial-scale recovery of gold as a by-product of the mined sands and gravels of the investigated rivers in Sachsen-Anhalt is currently not economical due to very low gold grades.

Literatur und Quellen

Allenberg, A. (2011): Qualitative und quantitative Untersuchung der Schwer- und Wertmineralführung pleistozäner Kiessande der Elbe in Sachsen-Anhalt.- Dipl.-Arb. MLU Halle, 133 S., (unveröff.).

Boenigk, W. (1983): Schwermineral-Analyse.- 152 S., Enke Verlag, Stuttgart.

Ehlers, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie.- 358 S., Enke Verlag, Stuttgart.

Eismann, L. (2002): Quarternary geology of eastern Germany (Saxony, Saxony-Anhalt, South Brandenburg, Thuringia), type area of the Elsterian and Saalian Stages in Europe.- In: Quarternary Science Reviews, **21**, 11, 1275-1346.

Eismann, L. (1997): Das quartäre Eiszeitalter in Sachsen und Nordostthüringen.- Altenbg. nat. wiss. Forsch., **8**, 1-98, Mauritianum.

Eismann, L. (1994): Grundzüge der Quartärgeologie Mitteldeutschlands (Sachsen, Sachsen-Anhalt, Südbrandenburg, Thüringen).- In: Eissmann, L. & Litt, T. (Hrsg): Das Quartär Mitteldeutschlands.- Altenbg. nat. wiss. Forsch., 458 S., Mauritianum, Naturkundliches Museum.

Eismann, L. (1981): Periglaziale Prozesse und Permafrostrukturen aus sechs Kaltzeiten des Quartärs.- Altenbg. nat. wiss. Forsch., **1**, 1-171.

Eismann, L. (1975): Das Quartär der Leipziger Tieflandsbucht und angrenzender Gebiete um Saale und Elbe.- Geologie, **2**, 263 S.

Erickson, K.P., Präger, R. & Stedingk, K. (2008): Qualitätsparameter ausgewählter Kiessandlagerstätten Sachsen-Anhalts.- Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, **16**, Rohstoffbericht 2008, 55-72, Halle (Saale).

Genieser, K. (1962): Neue Daten zur Flussgeschichte der Elbe.- Eiszeitalter und Gegenwart, **13**, 141-156, Öhringen.

Genieser, K. (1955): Ehemalige Elbeläufe in der Lausitz.- Geologie, **4** (3), 223-279, Berlin.

Jackson, M., Moskowitz, B., Rosenbaum, J. & Kissel, C. (1998): Field dependence of AC susceptibility in titanomagnetites: Earth Planet.- Sci. Lett., **157**, 129-139.

Langbein, R. (1970): Zur Petrologie des Thüringer Buntsandsteins.- Geologie, Vol. **19**, S. 1-131.

Litt, T. & Wansa, S. (2008): Quartär.- In: Geologie von Sachsen-Anhalt, 293-325, Stuttgart.
Ludwig, G. (1955): Neue Ergebnisse der Schwermineral- und Kornanalyse im Oberkarbon und Rotliegend des südlichen und östlichen Harzvorlandes.- Geologie, **14**, 1-76.
Müller, A. (1988): Die Schwerminerale im fluviatilen Quartär des mittleren Saale-Elbe-Gebietes.- Altenbg. nat. wiss. Forsch., **4**, 1-70.
Ortmann, R.E. (1962): SM-Analytische Untersuchungen des Tertiärs der Mulden von Egeln und Oschersleben sowie der angrenzenden Gebiete.- Dissertation, MLU Halle, 154 S., (unveröff.).
Pirrie, D., Butcher, A.R., Power, M.R., Gottlieb, P., Miller, G.L. (2004): Rapid quantitative mineral and phase analysis using automated scanning electron microscopy (QEMSCAN).- In: Pye, K., Croft, D.J. (Hrgs.): Forensic Geoscience, Principles, Techniques and Applications, **232**, 123-136.
Pohl, W. L. (2005): Mineralische und Energie-Rohstoffe..- 527 S., E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
Ruske, R. & Wünsche, M. (1964): Zur Gliederung des Pleistozäns im Raum der unteren Unstrut.- Geologie, Vol. **13**, S. 211-223.
Schulz, W. (1962): Gliederung des Pleistozäns in der Umgebung von Halle (Saale).- Geologie, Vol. **36**, S. 1-69.
Schuster, N. & Wolf, D. (2011): Platin in Sachsen-Anhalt.- Lapis, Nr. 12, 30-32 und 37, 6 Abb., München (Weise).
Seidel, G. (2003): Geologie von Thüringen.- 2. Aufl., S. 601, E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
Stedingk, K. & Schuster, N. (2009): Wertminerale in Kiessandablagerungen Sachsen Anhalts,- Vortrag beim 1. Projekttreffen Nutzbarkeit von Wertmineralen in Kieswerken in den neuen Bundesländern, Hannover (BGR).
Steinmüller, A. (1976): Lithofazieskarten Quartär 1:50.000, Blatt 2664 Weißenfels, Zentr. Geol. Inst., Berlin.
Stiefel, T. (2004): Regionalgenetische Interpretation von Kiessandlagerstätten in Sachsen-Anhalt auf der Grundlage ihrer petrographischen und sedimentologischen Zusammensetzung.- Dipl.-Arb. MLU Halle, (unveröff.).
Wall, H. (2000): The field-dependence of ac susceptibility in titanomagnetites: implications for the anisotropy of magnetic susceptibility.- Geophys. Res. Lett., **27**, 2413-2416.
Wolf, D., Borg, G., Rollinson, G., Schuster, N. & Stedingk, K. (2010): Gold und Platingruppenminerale in Kiessanden der mittleren Saale und Weißen Elster, Sachsen-Anhalt. Glückauf-Die Fachzeitschrift für Rohstoff, Bergbau und Energie, 146, Vol. **11**, p. 565-570.
Wolf, D. (2010): Charakterisierung der SM-Spektren mittel- und oberpleistozäner Kiessande am Saale-Unterlauf.- Dipl.-Arb. MLU Halle, 176 S., (unveröff.).
Wolf, L. (1980): Die elster- und präelsterkaltzeilichen Terrassen der Elbe.- Z. geol. Wiss., **8**, 1267-1280, Berlin.
Wolf, L. (1977a): Präglaziale Flussläufe zwischen Dresden und Riesa.- Z. geol. Wiss., **5**, 791-803, Berlin.
Wolf, L. & Schubert, G. (1992): Die spättertiären bis elsterzeitlichen Terrassen der Elbe und ihrer Nebenflüsse und die Gliederung der Elster-Kaltzeit in Sachsen.- Geoprofil, **4**, 1-43, Freiberg/Sachsen.

Kieswäsche der Gewinnungsstelle I-5. Hier war ein unmittelbarer Vergleich der Schwermineralspektren des Rohkieses (Abb. 17b) und der Aufbereitungsabgänge möglich (Abb. 17a).

5.4 Naturwerkstein in Sachsen-Anhalt

Klaus Stedingk[1]

5.4.1 Einführung

Die Nutzung von Naturwerkstein als Baustoff und Dekorationsstein hat im mitteldeutschen Raum eine lange Tradition. Historische Kirchen (Abb. 1), Klöster, Profanbauten oder Denkmäler (Abb. 2) bezeugen die Vielfalt und den Reichtum unseres Landes an diesem natürlichen Baumaterial.

Abgebaut wurden und werden z.T. bis heute:
- devonisch-karbonische Grauwacken und Quarzite,
- magmatische Gesteine, Sandsteine und Dolomite des Oberkarbon und Perm,
- Sand- und Kalksteine der Trias,
- Sandstein-Ablagerungen der Kreidezeit sowie
- Gesteine aus Kleinvorkommen unterschiedlicher Herkunft (z.B. Krockstein Marmor bei Rübeland oder Quarzite des Tertiär).

Damit beträgt die erdgeschichtliche Spannweite der in Sachsen-Anhalt abgebauten Gesteine über dreihundert Millionen Jahre (Tab. 1).

Vom Mittelalter bis in das 18. Jahrhundert beschränkte sich die Gewinnung von Werksteinen meist auf die unmittelbare Umgebung der zu errichtenden Bauwerke. Dementsprechend weit gefächert ist die Palette der in der historischen Bausubstanz verwendeten Gesteine. Mit dem Ausbau der Verkehrswege haben die zur Deckung des örtlichen Bedarfs betriebenen und meist kleinen Abbaustellen ihre Bedeutung verloren. Häufig sind diese früher wichtigen Steinbrüche vollständig in Vergessenheit geraten. Heute stellt diese Tatsache die modernen Restauratoren vor schwierige Aufgaben, weil die Herkunft zu ersetzender Werksteine oft nur mit geologischer Spezialkenntnis bzw. detektivischem Spürsinn zu klären ist.

Abb. 1 Die Stadtkirche St. Marien in Freyburg (Unstrut). Die aus der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts stammenden Westtürme, der Vierungsturm und das Querschiff bestehen aus Kalkstein der Trias (Schaumkalk), der bereits im Mittelalter in unmittelbarer Stadtnähe gewonnen wurde.

1 Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale)

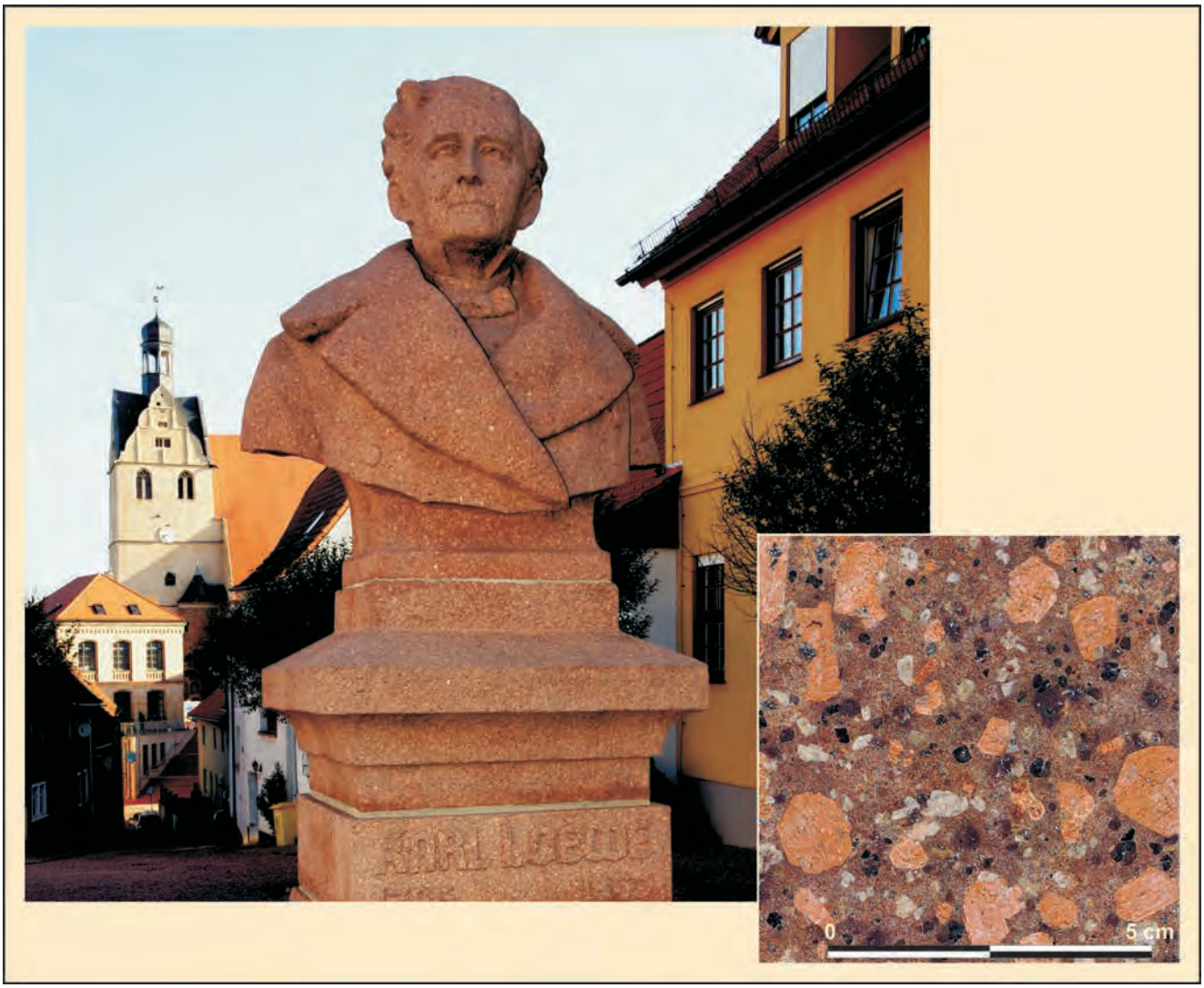


Abb. 2 Denkmal aus Unterem Halleschen Porphyr (Gefügemuster Bild unten rechts) für den Komponisten Karl Loewe auf dem Marktplatz von Löbejün.

In den vergangenen sieben Jahrzehnten hat die ehemals blühende Gewinnung von Naturwerk- und Dekorationssteinen aus verschiedenen Gründen nicht nur in Sachsen-Anhalt sehr stark an Bedeutung verloren. Ursachen für den Niedergang der Naturwerksteinnutzung im mitteldeutschen Raum waren u.a.:

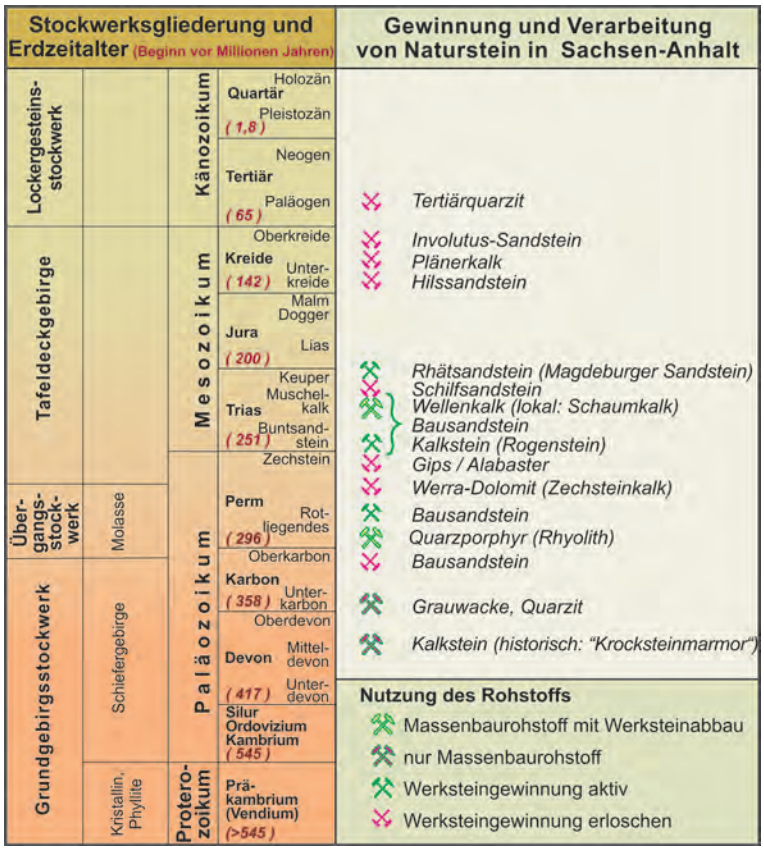
- Kostenvorteile bei Verwendung von “wirtschaftlicheren“ Materialien wie Beton und Kunststein,
- der architektonische Zeitgeist,
- Vernachlässigung der historischen Bausubstanz,
- veränderte Arbeitskräftelage,
- politsche Gründe (Steinmetz-Innungen waren dem Staat „ein Dorn im Auge“, z.B. in der Region Nebra).

Auch die Änderung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der beiden vergangenen Jahrzehnte hat zu keiner durchgreifenden Wiederbelebung der einheimischen Naturwerksteinnutzung geführt. Lediglich im Raum Nebra kam es zum Neuaufschluss von zwei Gewinnungsstellen. Hintergrund war hier die Bereitstellung von Originalsandsteinen für denkmalpflegerische Restaurationen und Instandhaltungen (Abb. 3).

Trotz der in den vergangenen Jahren deutlich gestiegenen Nachfrage nach Natursteinprodukten stagnieren Abbau und Verarbeitung des einheimischen Natursteins auf niedrigem Niveau (ca. 15 000 Jahrestonnen). Der aktuelle und vermutlich noch zunehmende Einsatz von Natursteinprodukten wird überwiegend durch Fertigprodukte oder Blockware aus dem Ausland (z.B. Italien, China) befriedigt. Dies zeigen die Angebotspaletten der Baumärkte aber auch die Sortimente der steinverarbeitenden Industrie nicht nur unseres Bundeslandes.

Völlig anders sieht das Bild bei der Verwendung von gebrochenem Naturstein in Form von Schotter und Splitt aus. Bei diesem Massenbaurohstoff ist die Produktion seit der Wende auf das Vierfache (Hartgesteinsförderung in Sachsen-Anhalt 2011: 10,92 Mio. t) angewachsen. Dies zeigt, dass die moderne Baustoffindustrie den rasanten Wechsel der wirtschaftlich-technischen Rahmenbedingungen gemeistert hat und konsequent hochqualitative Massenprodukte aus einheimischen Lagerstätten zu marktfähigen Bedingungen anbietet.

Tab. 1 Erdgeschichtliche Verbreitung und Nutzung von Naturstein in Sachsen Anhalt (Stand 2011).



5.4.2 Definition, Eigenschaften, Anforderungen

Unter Naturwerksteinen werden natürlich entstandene Festgesteine verstanden, aus denen maschinell und/ oder handwerklich regelmäßige in geometrische Formen bestimmter Abmessungen gebrachte Werkstücke (Werksteine) oder Werkstücke mit dekorativen Formen mit künstlerischem Anspruch hergestellt werden können. Dabei werden die Begriffe Ornament- oder Dekorationsgesteine häufig synonym benutzt. Die DIN EN 12440 (Deutsches Institut für Normung 2008) enthält eine Liste mit den wichtigsten Naturwerksteinen, in der die gängigen Handelsbezeichnungen den korrekten petrographischen Bezeichnungen gegenübergestellt sind (Poschlod & Häfner 2012).

Alle in der Natur vorkommenden Festgesteinsarten können auch als Naturwerksteine verwendet werden. Nach Möglichkeit werden einfach zu gewinnende oder leicht zu bearbeitende, ästhetisch ansprechende Gesteine als Naturwerksteine genutzt. Das vorkommende Rohmaterial sollte u.a. folgende spezifische Eigenschaften aufweisen bzw. Anforderungen erfüllen:

- festgelegte Mindestwerte für z.B. Druck- und Biegefestigkeit, Wasseraufnahme, Porosität (im Außenbereich Beständigkeit gegenüber Sonneneinstrahlung, Frost und Tausalz),
- in ausreichender Blockgröße gewinnbar, d. h. möglichst weitständige Kluft- oder Schichtfugen,
- zum Ausbringen werksteingerechter Rohblöcke an die gegebene geologische Situation angepasster Abbau,
- farbliche und strukturelle Homogenität.

Folgenden Gesteinsgruppen haben oder hatten in Sachsen-Anhalt eine gewisse Bedeutung:

(I) Magmatite

Der am häufigsten verwendete magmatische Naturwerkstein ist Granit. Universell einsetzbar wird er sowohl im Innenbereich (Tisch- und Küchenplatten, Boden-, Wandplatten, Treppenstufen und Fensterbänke) als auch im Außenbereich (Fassaden- und Terrassenplatten) verbaut. Pflaster, Grenzsteine und Bordsteine sind ebenso typische Werksteinprodukte aus Granit. Die in Sachsen-Anhalt abgebauten Granite und Diorite sind meist graublau oder gelblich oder dunkelgrün. Ihr Chemismus schwankt in engen Grenzen. Die dem Granit geochemisch ähnlichen Rhyolithe sind durch ihre feinkörnige Matrix mit Feldspateinsprenglingen bei meist rötlichem Farbeindruck gekennzeichnet.

Abb. 3 Historisches Mauerwerk aus Nebraer Sandstein bei Wangen (links). Werksteinblöcke (Nebraer Sandstein) aus einer nach der Wende neu aufgeschlossenen Gewinnungsstelle (Bockberg bei Wangen, rechts).

Tab. 2 Wichtige gesteinsspezifische und technische Eigenschaften von Naturwerksteinen (nach Poschlod & Häfner 2012).

	Granit, Granodiorit, Diorit	Diabas, Rhyolith, Trachyt, u.ä.	Kalkstein, Dolomitstein	Sandstein, Konglomerat
Rohdichte (g/cm³)	2,59–2,80	2,30–3,07	1,70–2,74	1,91–2,66
Reindichte (g/cm³)	2,63–2,83	2,50–3,20	2,62–2,85	2,64–2,86
Porosität (Vol.-%)	0,17–2,35	0,73–29,06	0,13–35,12	0,71–29,56
Wasseraufnahme bei Atmosphärendruck (M.-%)	0,04–0,76	0,20–4,70	0,02–14,83	0,30–11,06
Wasseraufnahme unter Vakuum (M.-%)	0,06–0,90	0,25–9,98	0,05–20,67	0,35–15,55
Sättigungswert	0,42–0,94	0,24–0,93	0,25–0,95	0,41–0,95
Hygrische Dilatation (mm/m)	0,06–0,18	0,06–0,35	0,09–0,50	0,10–2,00
Druckfestigkeit (MPa)	90–300	80–400	20–240	20–215
Biegefestigkeit (MPa)	5–24	7–25	2–21	1–25

(II) Sedimentgesteine

Kalksteine sind neben Sandsteinen und Graniten die am häufigsten verwendeten Naturwerksteine. Kalksteine treten in unterschiedlichen Farben auf, vorherrschende Farbe ist beige bis weiß-gelblich. Kalksteine werden bevorzugt im Innenbereich eingesetzt. Beim Einsatz im Außenbereich müssen, wie bei den anderen Gesteinsarten auch, Untersuchungen zur Frostbeständigkeit bzw. Verwitterungsbeständigkeit durchgeführt werden.

Sandsteine mit toniger, karbonatischer, kieseliger oder ferritischer Bindung wurden früher aufgrund der guten Verarbeitbarkeit häufig verbaut und werden noch heute – vor allem auf regionaler Ebene – gerne verwendet. Die als Naturwerksteine gebräuchlichen Sandsteine sind sowohl feinkörnig als auch mittel- bis grobkörnig. Sie weisen z.T. ein wechselndes Farbspiel von gelblich bis rötlich auf und zeigen interessante Ablagerungsgefüge wie Kreuz- und Schrägschichtung.

Sandsteine werden häufig zur Fassadenbekleidung eingesetzt. Als Terrassenplatten (Fußbodenplatten im Außenbereich) sind i.A. nur dichtere, quarzitische Sandsteine geeignet. Für den Bau von Kirchen, Burgen und Bürgerhäusern sowie für Brücken und Unterführungen fanden früher, wegen der guten Verarbeitbarkeit, Sandsteine oft als Massivbausteine Verwendung. In den Sandstein-Regionen im Südteil von Sachsen-Anhalt wurden häufig Sandsteine zu Grabsteinen und Skulpturen bzw. Reliefen verarbeitet. Im Innenbereich kommen diese Gesteine relativ wenig zum Einsatz, gelegentlich z.B. als Treppenstufen.

Darüber hinaus sind weitere Verwendungsmöglichkeiten für Naturwerksteine unabhängig von ihrer Gesteinsart zu nennen (Poschlod & Häfner 2012):

- unbearbeitet als Findling oder Block (im Garten- und Landschaftsbau, als Denkmal oder Grabmal),
- grob bearbeitet im Außenbereich z.B. als Bruchstein (Gartenmauer),
- bearbeitet als Mauerstein für Stützmauern, Wasserbauwerke (Schleusen, Kanalmauern) und Brücken,
- gespalten als Pflaster,
- zugesägt und poliert als Möbel- und Tischbeläge (mit und ohne Beschichtung),

Abb. 4 Lösen eines Werksteinblocks mit Schwarzpulver im Steintagebau Löbejün.

Abb. 5 Blockkreissäge mit einem Blattdurchmesser von drei Metern in Löbejün.

- exakt formatiert als technischer Steinkörper (Guss- und Pressformen, Säurebottiche, Fundamente für Maschinen und Messgeräte, Schalttafeln, Kugeln für Sprayflaschen, früher als Walzen, Kollergänge, Mühl-, Schleif- und Wetzsteine),
- meist maschinell gefräst als handwerkliche Gebrauchswaren wie Vasen, Aschenbecher, Teller, Schreibgarnituren, Briefbeschwerer,
- als Verbundwerkstoff mit Glas-/Kohlefaser, z.B. für Ski (bessere Dämpfung),
- als Werkstoff für bildhauerische Gestaltung.

Die qualitativen Anforderungen an die Naturwerksteine sind je nach Verwendungszweck sehr unterschiedlich. So müssen alle im Außenbereich verbauten Gesteine verwitterungs- und frostbeständig sein. Sie sollten über keine hohe Feuchtigkeits-/Wasseraufnahme und eine geringe hygrische Dilatation verfügen. Die Produkte, die bei öffentlichen Verkehrsflächen als Bodenbelag zum Einsatz kommen, sollten zudem beständig gegenüber Tausalz und Harnstoffen sein. Die Druck-, Biege- und Zugfestigkeiten sind wichtige zu prüfende Parameter bei massiven tragenden und vorgehängten Fassaden, bei Bodenplatten, bei Tragwerken wie Brücken und ggf. bei Monumenten und Großplastiken. Untergeordnet sind sie bei frei tragenden Treppen und Bodenbelägen mit großformatigen Platten zu untersuchen. Bei Bodenbelägen jeglicher Art ist die Abrieb- und ggf. die Rutschfestigkeit zu prüfen, die allerdings nicht nur vom Gestein, sondern auch von der Art der Oberflächenbearbeitung abhängt. Unter Umständen sind die thermischen Eigenschaften aller im Außenbereich verbauten Naturwerksteine zu ermitteln. Für gewisse Bereiche (z.B. Fußböden) ist auch die Neigung zur Oxidation (Rostneigung) bzw. zur Verfärbung (Wechselwirkung mit Verlegemörtel und Reinigungsmittel) zu prüfen.

Die Gewinnung von Naturwerksteinen erfolgt heute in Sachsen-Anhalt weitgehend im Tagebau unter Berg-

Abb. 6 Formatieren von Werkstücken mit einer Multisäge in Löbejün.

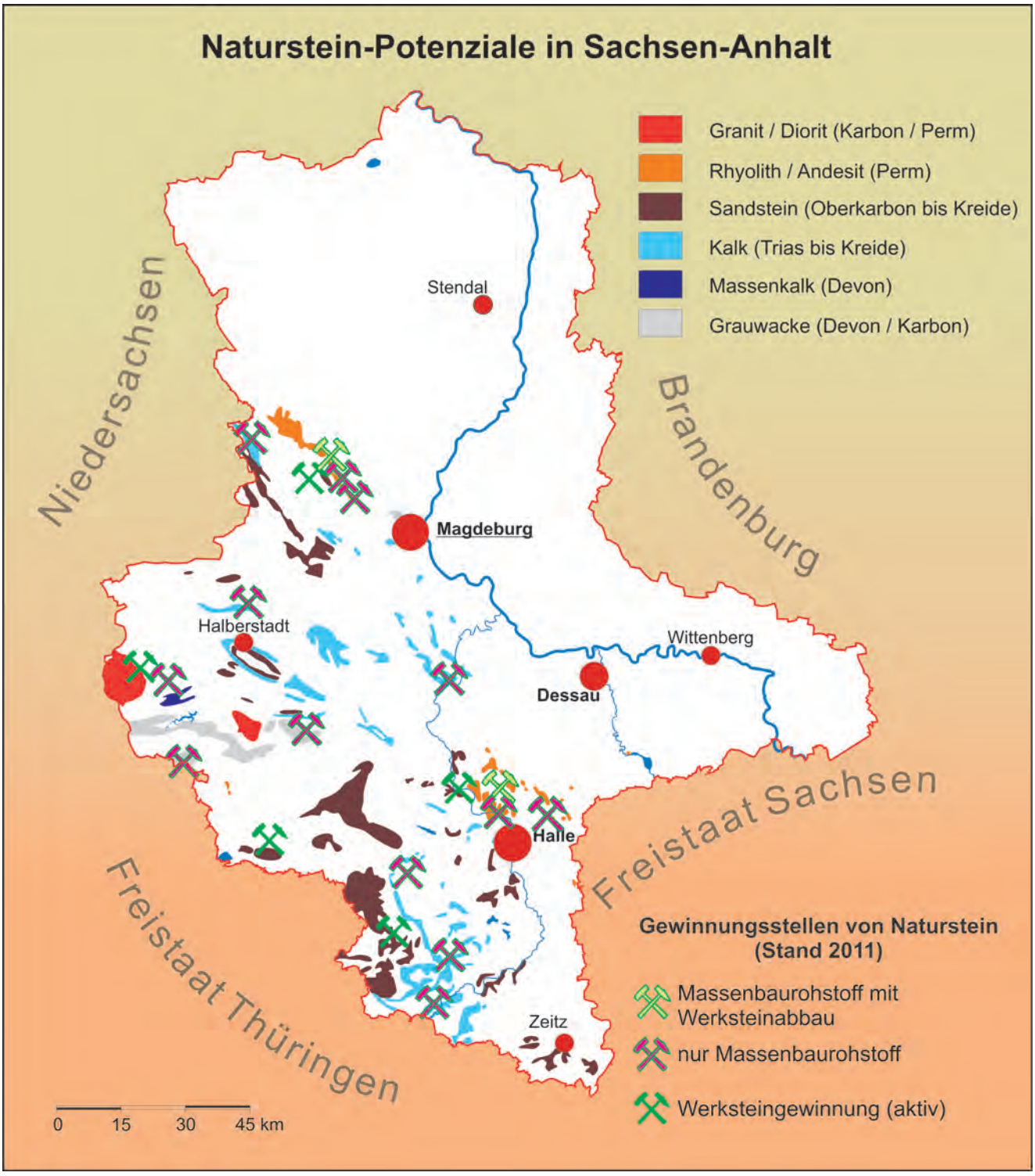


Abb. 7 Verbreitung und wirtschaftliche Nutzung von Naturstein in Sachsen Anhalt (Stand 2011).

recht. Das Lösen der Blöcke aus dem Gesteinsverband wird meist mit engständigem Bohren und Keilen sowie durch Sprengen bewerkstelligt (Abb. 4).

Häufig werden die gewonnenen Blöcke in teilweise an vor Ort liegenden Werken zu Halbfertigprodukten (z.B. Rohplatten oder Unmaß-Platten) oder Fertigprodukten verarbeitet. In der Weiterverarbeitung werden die Naturwerksteinblöcke je nach Anforderung mit dem Gatter oder der Blockkreissäge auf die jeweils gewünschte Plattendicke (meist 2, 3, 4 oder 6 cm) gebracht. Die Blockkreissägen haben den Vorteil gegenüber den Gattersägen, dass sie bessere Ebenheitswerte liefern. Danach werden die Platten (je nach Größe des Betriebes) entweder in automatisierten Fertigungsstraßen geschliffen, ggf. poliert oder geflammt bzw. handwerklich weiterverarbeitet (Abb. 5 und 6). Durch die diversen Bearbeitungsformen erhält ein bestimmtes Gestein oft eine völlig andere optische und fühlbare Wirkung. Die Oberflächenbearbeitung hat neben ästhetischen Gründen

aber auch praktische Gründe, um z.B. durch eine raue Oberfläche bei Fußböden einer Rutschgefahr vorzubeugen.

5.4.3 Naturwerksteingewinnung in Sachsen-Anhalt

Als Naturwerk- und Dekorationsstein stehen bzw. standen bis in jüngste Vergangenheit in Gewinnung (Abb. 7):

- Granit und -diorit (Brockenmassiv/Harz),
- Quarzporphyr (Löbejün und Flechtingen),
- Sandstein (Bebertal-Emden, Ummendorf und Nebra),
- Kalkstein (Könnern-Beesenlaublingen, Obermöllern).

5.4.3.1 Granit und Diorit (Harz, Brockenmassiv)

In der Vergangenheit wurden Brockengranit und -diorit in zahlreichen Steinbrüchen als Werk- und Dekorationssteine für Innen- und Außenarchitektur sowie als Pflasterstein gewonnen (Poschlod & Häfner 2012). Von besonderem Interesse sind die verschiedenfarbigen Varietäten des Randgranits/-diorits (dunkelgrün, grüntürkis, weißblau, gelbrötlich). Die Qualität der Gesteine ist aufgrund der guten gesteinstechnischen Eigenschaften, ihrer Verwitterungsbeständigkeit und hervorragenden Schleif- und Poliereigenschaften ausgezeichnet. Auch wegen seiner angenehmen optischen Erscheinung sind Einsatzmöglichkeiten sowohl im Außenbereich als auch im Innenausbau gegeben. Die früher massenhafte Herstellung von Mauerquadern, Leisten-, Wasserbau- und Pflastersteinen ist praktisch zum Erliegen gekommen. Massive Restriktionen (Naturschutz) schränken generell die Gewinnungsmöglichkeiten stark ein. Gegenwärtig stehen im Brockengebiet zwei Brüche temporär in Förderung (Knaupsholz, Birkenkopf). Die Gewinnungsstelle Thumkuhlental besitzt z.Z. keine bergrechtliche Zulassung.
Kurzcharakteristik der Varietäten:

- Knaupsholz-Granit (bei Schierke, Kernzone Nationalpark Harz): mittelkörniges rötlich-gelbgraues Gestein mit leicht unregelmäßigem Gefüge,
- Birkenkopf-Granit (bei Hasserode): fein- bis mittelkörniges bläulichgraues Gestein. Optischer Eindruck relativ dunkel, gleichmäßiges Gefüge,
- “Anemone“ (Thumkuhlental südlich Hasserode), mittelkörnige dunkelgrüne Varietät des Brocken-Randdiorits (selten !).

Abb. 8 Abbau und Verarbeitung von Brockengranit im Steintagebau Knaupsholz bei Schierke.
links: Herstellung von Pflastersteinen. Blick auf den anstehenden Werkstein. rechts: Gut erkennbar ist die z.T. weitständige natürliche Klüftung, die lokal die Gewinnung großer Blöcke ermöglicht.

Granit ("Brocken Gelb", Knaupsholz bei Schierke)
Der aufgeschlossene Lagerstättenkörper ist deutlich inhomogen ausgebildet. Innerhalb der Abbaustelle sind recht große Qualitäts- und Farbunterschiede erkennbar, die magmatischen Ursprungs oder verwitterungsbedingt sind (Abb. 8). Das mittelkörnige rötlich-gelbgraue Gestein weist ein leicht unregelmäßiges Gefüge auf. Im bearbeiteten bzw. poliertem Zustand erscheint der Stein in seinem farbigen Eindruck dezent, neutral und warm. Aufgrund seiner technischen Eigenschaften ist der Knaupsholz Granit auch für den Außenbau geeignet, er wurde in der Vergangenheit aber vor allem für den Innenausbau eingesetzt.

Granit ("Brocken Blau", Kleiner Birkenkopf bei Hasserode)
Der Abbau von Birkenkopf-Granit hat eine lange Tradition. Es handelt sich um einen relativ fein- und gleichkörnigen Stein von bläulichgrauer Tönung. U.a. aufgrund seines hohen Biotitgehaltes erscheint diese Varietät relativ dunkel. In Bezug auf seine technischen Eigenschaften liegt der Birkenkopf-Granit im Bereich der festeren Granite. Die Einsatzgebiete liegen zum einen im Straßenbau (Pflastersteine) zum anderen im Außen- und Innenausbau (Naturwerkstein). In diesen letzteren Anwendungsbereichen wird der Birkenkopf-Granit zumeist in polierter Form verarbeitet.

Diorit ("Anemone", Thumkuhlental südlich Hasserode)
Im Thumkuhlental südlich Hasserode stand bis in die jüngere Vergangenheit der östliche Randdiorit des Brokkenmassivs als Naturwerkstein in Gewinnung. Gegenwärtig liegt der einzige Steinbruch, in welchem dieses Gestein vorkommt, u.a. wegen abbautechnischer Probleme still. Bei der als Anemone (Handelsname) bezeichneten Sorte handelt es sich um eine seltene graugrün - dunkelgrüne bis fast schwarze Gesteinsvarietät mit leicht unregelmäßigem mittelkörnigem Gefüge. Im polierten Zustand erscheint der Stein in seinem farbigen Eindruck dezent. Aufgrund seiner technischen Eigenschaften ist der Diorit besonders gut für den hochwertigen Innenausbau geeignet.

5.4.3.2 Quarzporphyr (Rhyolith)

Permische Vulkangesteine finden sich als Baumaterial und als Ornamentstein in sehr zahlreichen Bauwerken, Denkmälern oder als Bau- und Pflasterstein von öffentlichen Straßen und Plätzen (Abb. 2, 4, 5 und 6). Die gute Eignung des Löbejüner Porphyrs beweist die etwa seit dem 16. Jahrhundert bestehende Nutzung dieses Gesteins. Während in der Vergangenheit Rohmaterial aus verschiedenen Vorkommen zum Einsatz kam, konzentrierte sich die Gewinnung von Naturwerkstein bis in die jüngste Vergangenheit auf nur noch zwei Abbaustellen.

Löbejüner Porphyr
Quarzporphyr (petrographisch: Rhyolith) wurde bis in die jüngste Vergangenheit in nennenswerten Mengen am Standort Löbejün selektiv gewonnen und in einer leistungsfähigen Fertigung weiterverarbeitet. Bei dem Gestein handelt es sich um den so genannten Unteren Halleschen Porphyr, eine großkristalline, rosa bis rosenrote Varietät innerhalb des Halleschen Vulkanitkomplexes. Für Architekten hat das Gestein wegen seiner Struktur eine besondere ästhetische Wirkung. Die bis über einen Zentimeter großen Kalifeldspäte sind im Kern häufig kaolinisiert, was der Einsetzbarkeit gewisse Grenzen setzt. Als gestaltendes Element ist Löbejüner Porphyr an sehr zahlreichen Stellen Sachsen-Anhalts in Form von Fassaden, Bodenplatten und Flächenbefestigungen im Hoch-, Industrie- und Ingenieurbau sowie als Pflaster- und Ornamentstein anzutreffen. Leider wurde die Werksteingewinnung und -verarbeitung vom Unternehmen 2011 aufgegeben.

Flechtinger Porphyr
Bei diesem Gestein der Flechtinger Scholle (nördlich Magdeburg) handelt es sich um einen Quarzporphyr, der aufgrund seiner Entstehung (Ignimbrit) eine ausgeprägte plattige Ablösung zeigt (Abb. 9). Seine Farbe ist meist

Abb. 9 Abbauwand im Steintagebau Holzmühlental bei Flechtingen. Gut zu erkennen ist die ausgeprägte plattige Ablösung des vulkanischen Gesteins (Ignimbrit).

grünlichgrau, seltener braungrau oder rötlich. Flechtinger Porphyr wurde bis vor wenigen Jahres wegen seines Trennflächengefüges bevorzugt als Polygonalplatte eingesetzt. Auch als Pflasterstein und Rasenkantenstein ist er aufgrund seiner Festigkeit geeignet. Weiterhin ist das Gestein auch für die Verarbeitung in Bruchsteinmauerwerken gut einsetzbar.

5.4.3.3 Sandstein

Sachsen Anhalt verfügt über zahlreiche Sandsteinvorkommen, deren Nutzung in der Vergangenheit einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor darstellte. So ist z.B. seit 1182 die Gewinnung von „Nebraer Sandstein“ zur Herstellung von Mühlsteinen, Grabsteinen, Skulpturen, Säulen und Fenstersimsen urkundlich belegt. Zu den ältesten aus Sandstein errichteten Bauwerken zählen das Kloster Memleben (Ottonischer Bau 10. Jh. und Romanischer Bau 13. Jh.) und verschiedene Kirchenbauten im Land. Eine umfassende Beschreibung der Bausandsteine Sachsen-Anhalts geben A. Ehling et al. (2011).

Als Naturwerkstein einsetzbare Sandsteine kamen erdgeschichtlich vom Oberkarbon / Rotliegend bis zur Oberkreide (vor ca. 300 bis 65 Mio. Jahren) zur Ablagerung. Dementsprechend vielfältig sind auch ihre gesteinstechnischen Eigenschaften, die Bearbeitbarkeit, ihre ästhetische Wirkung (Farbe und Struktur) oder die Verwitterungsbeständigkeit.

In Sachsen-Anhalt sind mehrere hundert historische Sandstein-Abbaustellen bekannt. Hiervon stehen heute noch vier Brüche ständig oder temporär in Förderung.
Es sind dies:
- Steinbruch Beberbertal (bei Emden, südwestlich von Haldensleben, Rotliegend-Sandstein, so genannter „Flechtingen Bausandstein“),
- Steinbruch Ummendorf (Bördekreis, Keuper-Sandstein, so genannter „Magdeburger Sandstein“),
- Zwei Steinbrüche bei Nebra (Bockberg und Im Kriebsholz im Burgenlandkreis, Mittlerer Buntsandstein [Volpriehausen-, Hardegsen- und Solling-Folge], so genannter „Nebraer Sandstein“).

Flechtingen Bausandstein
(“Beber Bunt Sandstein®“)
Über viele Jahrhunderte wurden die zahlreichen Sandsteinablagerungen und Konglomerate des Oberkarbon bis Oberrotliegend (z.B. Sierslebener Sandstein im Mansfelder Land) als Baumaterial und Naturwerkstein genutzt (Ehling A. et al. 2011). Diese so genannten Molasseablagerungen sind i.W. als Beckenfüllungen erhalten und bildeten sich aus dem Abtragungsschutt des variszischen Gebirges unter wüstenähnlichen Bedingungen. Demzufolge sind diese Gesteine meist intensiv rot gefärbt und petrographisch recht heterogen.

Heute wird nur noch die Obere Folge des Flechtingen Bausandsteins (Unterrotliegend, Bebertal-Formation) im Steinbruch Beberbertal (Bördekreis) abgebaut. Hierbei handelt es sich um einen gut gebankten, häufig schräg geschichteten Fein- bis Mittelsandstein mit lokal starker vulkaniklastischer Komponente und markanter braunroter Färbung. Die guten gesteinstechnischen Eigenschaften und die Verwitterungsbeständigkeit lassen die Herstellung von Pflaster- und Mauersteinen sowie Block-, Tritt- und Setzstufen für Treppenanlagen zu.

Keuper-Sandstein
(“Magdeburger Sandstein“)
Von überregionaler Bedeutung im ehemaligen Preußen, insbesondere während des 18. Jahrhunderts, waren die Sandsteinvorkommen des Rhät westlich Magdeburg (Katschmann & Lepper 1999). U.a. wegen seiner leichten Gewinnbarkeit wurde dieses Gestein in zahlreichen Brüchen bei Wormsdorf, Seehausen oder Wefensleben abgebaut und z.T. über weite Entfernungen (bis nach Potsdam) transportiert.
Es handelt sich dabei um einen meist dickbankigen, glimmerführenden, feinkörnigen Sandstein mit i.W. toniger Bindung und demzufolge recht geringer Festigkeit. Die Färbung reicht von hellgrau bis warm gelblich-ocker. In den früheren Steinbrüchen ist die leichte Verwitterbarkeit des Rhätsandsteins deutlich erkennbar. Dies gilt auch für die historischen Bauwerke (z.B. Dom und Pauluskirche in Magdeburg), in denen dieser Naturstein verbaut wurde. Mit Ausnahme des temporär betriebenen Steinbruchs bei Ummendorf ist der Abbau dieses früher wichtigen Naturwerksteins in Sachsen-Anhalt zum Erliegen gekommen (Ehling A. et al. 2011).

Mittlerer Buntsandstein
(“Nebraer Sandstein“)
Wegen seiner gesteinsphysikalischen Eigenschaften und vorteilhaften Gewinnbarkeit erlangte der Bausandstein des Mittleren Buntsandstein ab der Mitte des 18. Jahrhunderts überregionale Bedeutung. Durch die Schiffbarmachung der Unstrut konnten die gebrochenen Steine und Blöcke unmittelbar von den an den Flusshängen betriebenen Abbaustellen kostengünstig auf dem Wasserweg z.B. nach Halle oder Berlin transportiert werden (Ehling A. et al. 2011).

Der als Nebraer Sandstein bezeichnete Naturwerkstein zeichnet sich durch seine gute Festigkeit und Bearbeitbarkeit als vielseitiges Baumaterial aus. Das fein- bis mittelkörnige Gestein ist allgemein wenig gestört und gut gebankt, häufig mit deutlicher Schrägschichtung. Hervorzuheben sind die stark wechselnden Färbungen (intensiv rot über ockerfarben bis hellgraugelb) und markanten Ablagerungsgefüge (ausgeprägte Schrägschichtung). Besonders gesucht war in der Vergangenheit eine rosalachsfarbene Varietät.

In den 1960er Jahren kamen der Abbau und die Verarbeitung des Nebraer Sandsteins zum Erliegen. Erst in jüngerer Zeit entstand wieder Nachfrage nach diesem Gestein, in der Hauptsache aus restauratorischen Gründen. Wegen starker landschafts- und naturschutzrechtlicher Restriktionen war die Wiederinbetriebnahme früherer Gewinnungsstellen ausgeschlossen. Erst 1997 gelang es, zwei Steinbrüche (Bockberg und Im Kriebsholz) außerhalb von Nebra neu aufzuschließen. Hier werden heute nach Bedarf für verschiedene Zwecke größere Blöcke gebrochen (Abb. 3).

5.4.3.4 Kalkstein

Im Mittel- und Südteil von Sachsen-Anhalt tritt großflächig verbreitet Kalkstein auf. Das Gestein fand in der Vergangenheit als Baumaterial ein weites Einsatzfeld. Genutzt wurden bevorzugt ausgewählte Bänke des Unteren und Oberen Muschelkalk sowie die Rogensteinfolge des Unteren Buntsandsteins. In riesigen Mengen fand der Rogenstein Verwendung als Pflasterstein für Bürgersteige und Gehwege. Noch heute sind z.B. große Teile der Berliner Innenstadt mit dem typischen Bernburger Rogenstein (Abb. 11) gepflastert. Lokal, insbesondere im Raum Hettstedt, wurde untertägig auch Zechsteinkalk (Werradolomit) als Baustein abgebaut.

Eine Besonderheit bildet der so genannte „Krocksteinmarmor“ des Elbingeröder Komplexes. Hier wurde fossilreicher, roter, grauer und schwarzer Kalkstein in drei Brüchen am Westhang des Krocksteins bis 1889 abgebaut. Aus diesem Material stellte man Taufsteine, Dekorationselemente (z.B. im Berliner Dom oder Schloß Sanssouci) oder kunstgewerbliche Artikel her (Abb. 10a).

Rogenstein

Rogenstein ist charakteristisch für den Harz-Nordrand bis in den Raum Bernburg aber auch für die Region Sangerhausen. Im Huy (Halberstadt) wird die Hauptrogensteinzone des Unteren Buntsandsteins bis zu 35 m mächtig. Es handelt sich um einen braun- bis blaugrauen Kalkstein, der mit seiner ausgeprägten Ooidstruktur an Fischrogen erinnert (Abb. 11). Neben seinem charakteristischen Aussehen überzeugt der Stein vor allem durch die dauerhafte Griffigkeit und sehr hohe Wider-

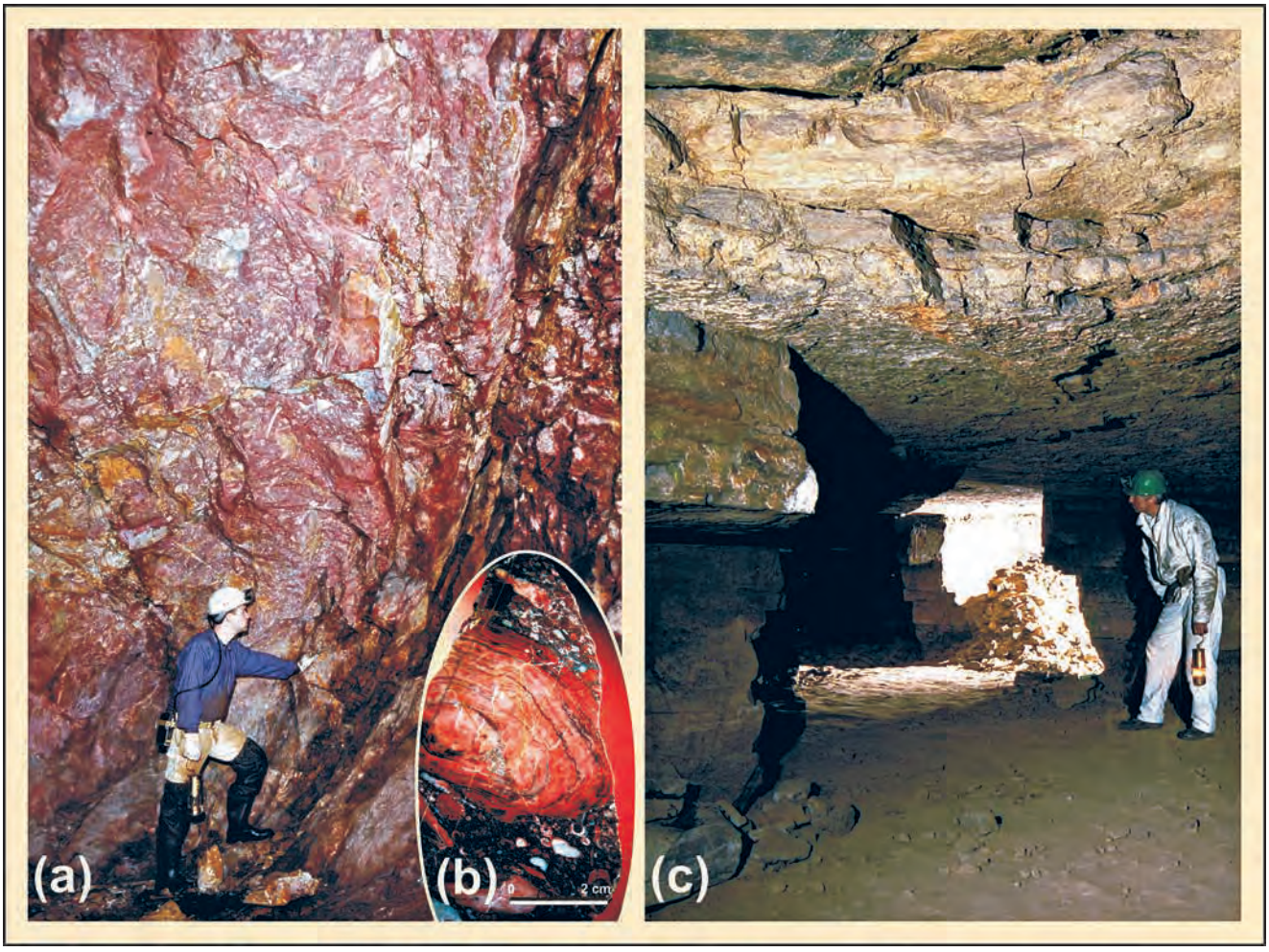


Abb. 10 Historische Gewinnung von Naturwerkstein im Tiefbau. (a) Oberdevonischer fossilreicher roter Kalkstein (so genannter Krocksteinmarmor) bei Neuwerk (Mittelharz). (b) Krocksteinmarmor (anpoliert) mit Stromatoporenstruktur. (c) Abbaukammer im Zechsteinkalk (Werra-Dolomit) bei Hettstedt.

Abb. 11 Rogensteinabbau bei Beesenlaublingen (Könnern). Der Gesteinsname erklärt sich wegen seiner ausgeprägten Ooidstruktur, die an Fischrogen erinnert (Bild rechts unten). Noch heute sind die Bürgersteige zahlreicher deutscher Innenstädte, wie z.B. Berlin, mit diesem Material gepflastert.

standsfähigkeit. Das Gestein ist gut bearbeitbar und wurde deshalb zur Errichtung verschiedenster Bauwerke benutzt. Bernburger Rogenstein wird heute bei Beesenlaublingen (Könnern) hauptsächlich als Stein zu Mosaikpflaster und Kleinpflaster aufbereitet. Daneben werden auch polygonale Bodenplatten, Kantsteine und Mauersteine hergestellt. Rogenstein eignet sich ebenso für die Verwendung im Bruchsteinmauerwerk und zum Einsatz als Splitt und Wegematerial. Eine nur temporär betriebene Gewinnungsstelle befindet sich noch bei Lengefeld unweit von Sangerhausen.

Muschelkalk (Freyburger Schaumkalk der Naumburger Muschelkalkmulde)

Schaumkalk wird seit Jahrhunderten in großem Umfang als Bau-, Werk- und Bildhauerstein genutzt (Katschmann & Lepper 1999). Der Dom von Naumburg (13. Jahrhundert) ist das bekannteste und auch eines der besterhaltenen Bauwerke aus diesem Gestein.

Im Unteren Muschelkalk der Naumburger Muschelkalkmulde lassen sich in der Schaumkalkzone drei Bänke unterscheiden. Die obere Bank ist dünnplattig ausgebildet, hier können selektiv nur Mauer- und Böschungssteine sowie polygonale Platten gewonnen werden. Nach einem etwa zwei Meter mächtigen Zwischenmittel folgt die mittlere Bank mit der einzigen Werksteingewinnungsbank. Wegen der intensiven orthogonalen Klüftung ist die Abmessung der Rohblöcke auf ca. 0,5 m^3 begrenzt. Die untere Bank kann aufgrund starker Klüftigkeit und zu geringer Mächtigkeit nicht zur Werksteingewinnung genutzt werden. Der Wellenkalk des Liegenden wird zu qualifizierten Brechkörnungen verarbeitet. Bei der als Werkstein gewonnenen Varietät handelt es sich um einen fein- bis mittelkörnigen, oolithischen Kalkstein mit blassgelber bis grauer Färbung. Die Schaumstruktur ist auf ausgewitterte Ooide zurückzuführen und nicht immer sichtbar. Mit 98 bis 99 % $CaCO_3$ ist der Kalkstein sehr rein. Das Gestein besitzt eine hohe Festigkeit aber aufgrund der wechselhaften Porosität eine stark variierende Rohdichte. Schaumkalk ist im trockenen Zustand frostbeständig, im bergfeuchten Zustand entlang von Schicht- und Kluftflächen allerdings frostempfindlich.

Heute geht nur noch in zwei Steinbrüchen (Reußen und Obermöllern) temporär Abbau um. Die in drei Größen angebotenen Mauersteine werden zugesägt, bossiert oder zu Ecksteinen verarbeitet. Weitere Produkte sind unterschiedlich starke Verblendungen, Abdeckplatten und Massivteile. Verwendung findet der Schaumkalk weiterhin bei der Restaurierung historischer Bauwerke (z.B. Naumburger Dom oder im Berliner Raum [hier Ersatz von Rüdersdorfer Kalkstein]).

Fazit

Sachsen-Anhalt verfügt zwar über beträchtliche Potenziale an Naturwerksteinen, gegenwärtig besitzen die Werksteingewinnung und -verarbeitung jedoch nur untergeordnete Bedeutung. Zu nennen sind hier der Abbau von

- Buntsandstein bei Nebra,
- Schaumkalk bei Obermöllern,
- Rogenstein bei Könnern und
- Rotliegend-Sandstein bei Beberbertal.

Der Weiterbetrieb der Granitsteinbrüche im Brockenmassiv ist trotz günstiger Vorratslage aus Natur- und Umweltschutzgründen (hier insbesondere der Transport) in Frage gestellt.

Zur Absicherung der langfristigen Bereitstellung von Originalgesteinen für denkmalpflegerische Restaurationen und Instandhaltungen stehen an den Gewinnungsstandorten genehmigte Vorräte mit Reichweiten von über 100 Jahren zur Verfügung.

In den vergangenen Jahren ist die Nachfrage nach Natursteinprodukten deutlich angestiegen. Dennoch stagnieren Abbau und Verarbeitung einheimischen Naturwerksteins auf niedrigem Niveau (s. Kap. 3). Einheimische Materialien sind trotz verschiedener Anstrengungen der Branche (z.B. umfassende Modernisierung in Löbejün) Nischenprodukte geblieben. Die aktuell bestehende und vermutlich noch zunehmende Nachfrage nach Natursteinprodukten wird fast vollständig durch auswärtige Fertigprodukte oder Blockware (z.B. Italien, China, Skandinavien) befriedigt. Es ist der einheimischen Werksteinindustrie bisher nicht erkennbar gelungen, diesen positiven Trend im Verbraucherverhalten zu nutzen und verstärkt Material aus eigenem Aufkommen im Markt zu platzieren.

Literatur

Ehling A. & Ehling B.-C., Model, E. & Wehry, M. (2011): Sachsen-Anhalt.- in: Bausandsteine in Deutschland – Sachsen-Anhalt, Sachsen und Schlesien (Polen), 4-159, 13 Abb., 65 Tab., 11 Fototaf., Hannover (BGR).

Katschmann, I. & Lepper, J. (1999): Naturwerksteine der Germanischen Trias.- in: Trias – eine ganz andere Welt, 429-448, 10 Abb., 1 Tab., 1 Taf., München (Pfeil-Verlag).

Poschlod K. & Häfner F. (2012): Naturwerksteine.- in: Steine- und Erden- Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland.- Geol. Jb., Sonderhefte, SD 10, 130-137, 32 Abb., 4 Tab., Hannover.

5.5 Komplexe geophysikalisch-lagerstättengeologische Untersuchungen von Hartgesteinspotenzialen im Bereich der Flechtingen-Teilscholle

Knut Seidel (†), Ivo Rappsilber[1], Stefan Rössler[2], Ulrich Serfling[2] & Regine Präger[1]

5.5.1 Veranlassung und Zielstellung

Trotz jahrzehntelanger geowissenschaftlicher Erforschung besteht über den Aufbau der Flechtingen-Teilscholle (nördlich Magdeburg) und hier insbesondere bei der Abfolge der magmatischen Hartgesteine noch keine vollständige Klarheit (Abb. 1). So fehlt bis heute ein schlüssiges räumliches Ablagerungsmodell, das die Verbandsverhältnisse oder die Existenz potenziell bauwürdiger Lagerstättenkörper außerhalb der aktiven Gewinnungsstellen erkennen lässt. Diese Defizite sind in jüngster Vergangenheit bei hiervon betroffenen Vorhaben der Rohstoffwirtschaft wiederholt deutlich geworden. Ohne den mittelfristigen Nachweis und langfristigen Neuaufschluss bislang unbekannter Hartgesteinspotenziale wird diese wichtige Lagerstättenregion aber auf lange Sicht ihre jetzige Versorgungsfunktion für den norddeutschen Raum nicht mehr erfüllen können. Unter Berücksichtigung der sehr langen Genehmigungszeiträume für Hartgesteins-Abbauvorhaben muss daher schon heute über eine Verbreiterung der Rohstoffbasis konkret nachgedacht werden.

Seit den 1930er Jahren fanden im Bereich der Flechtingen-Teilscholle geophysikalische Messungen mit unterschiedlichsten Aufgabenstellungen statt. Das Spektrum reichte dabei von lokalen geoelektrischen Arbeiten bis zur gravimetrischen und geomagnetischen Regionalaufnahme. Bereits 1985 wurden die geophysikalischen Messergebnisse in einem Komplexbericht zusammengefasst interpretiert (Hänig et al. 1985). Allerdings stand damals die geologisch-strukturelle und

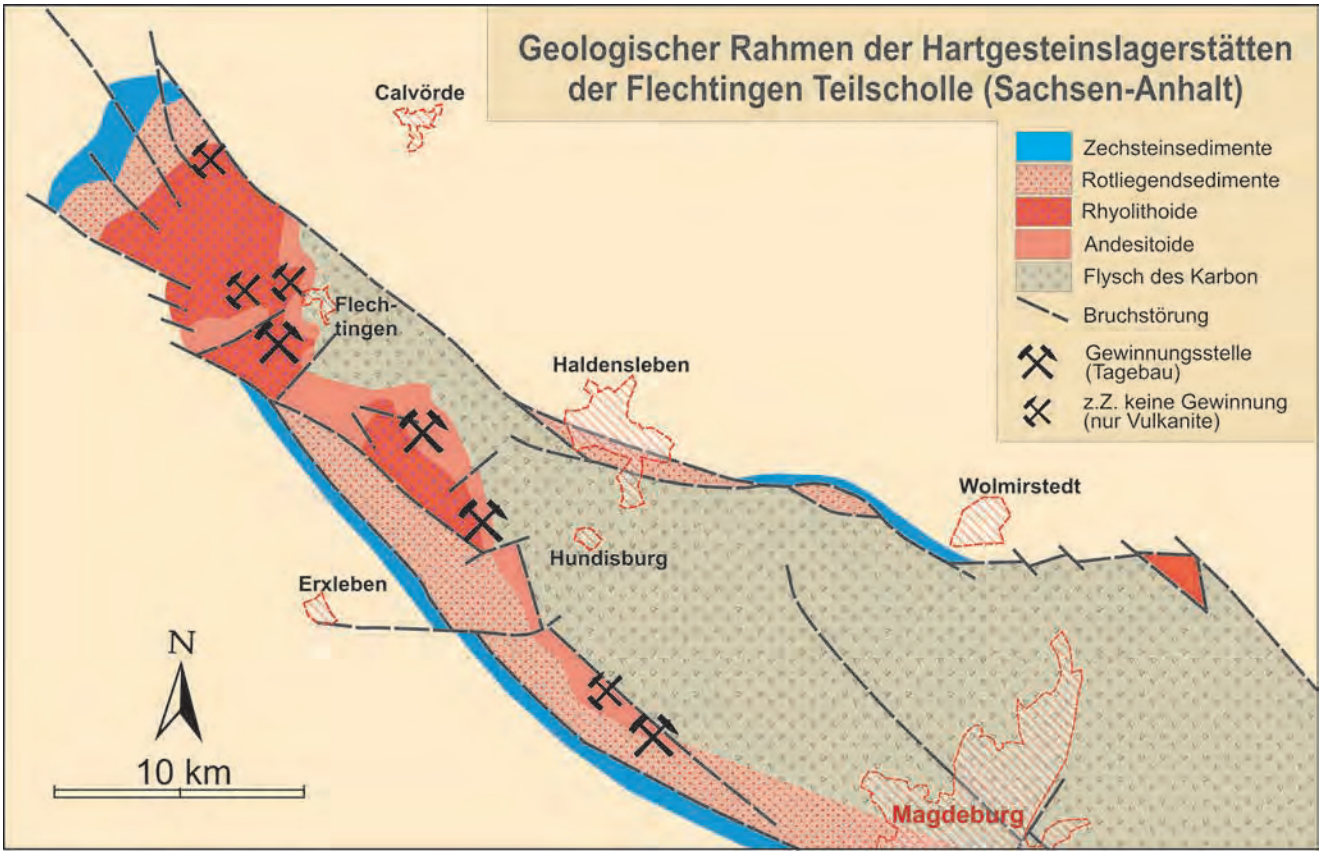


Abb. 1 Vereinfachter geologischer Rahmen der Hartgesteinslagerstätten der Flechtingen-Teilscholle (verändert nach Schirmer & Borsdorf 1984).

1 Dr. Ivo Rappsilber & Dipl.-Geoln. Regine Präger, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Straße 38, 06118 Halle;
2 Dipl.-Geoph. Stefan Rössler & Dr. Ulrich Serfling, GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH, Bautzner Str. 67, 04347 Leipzig

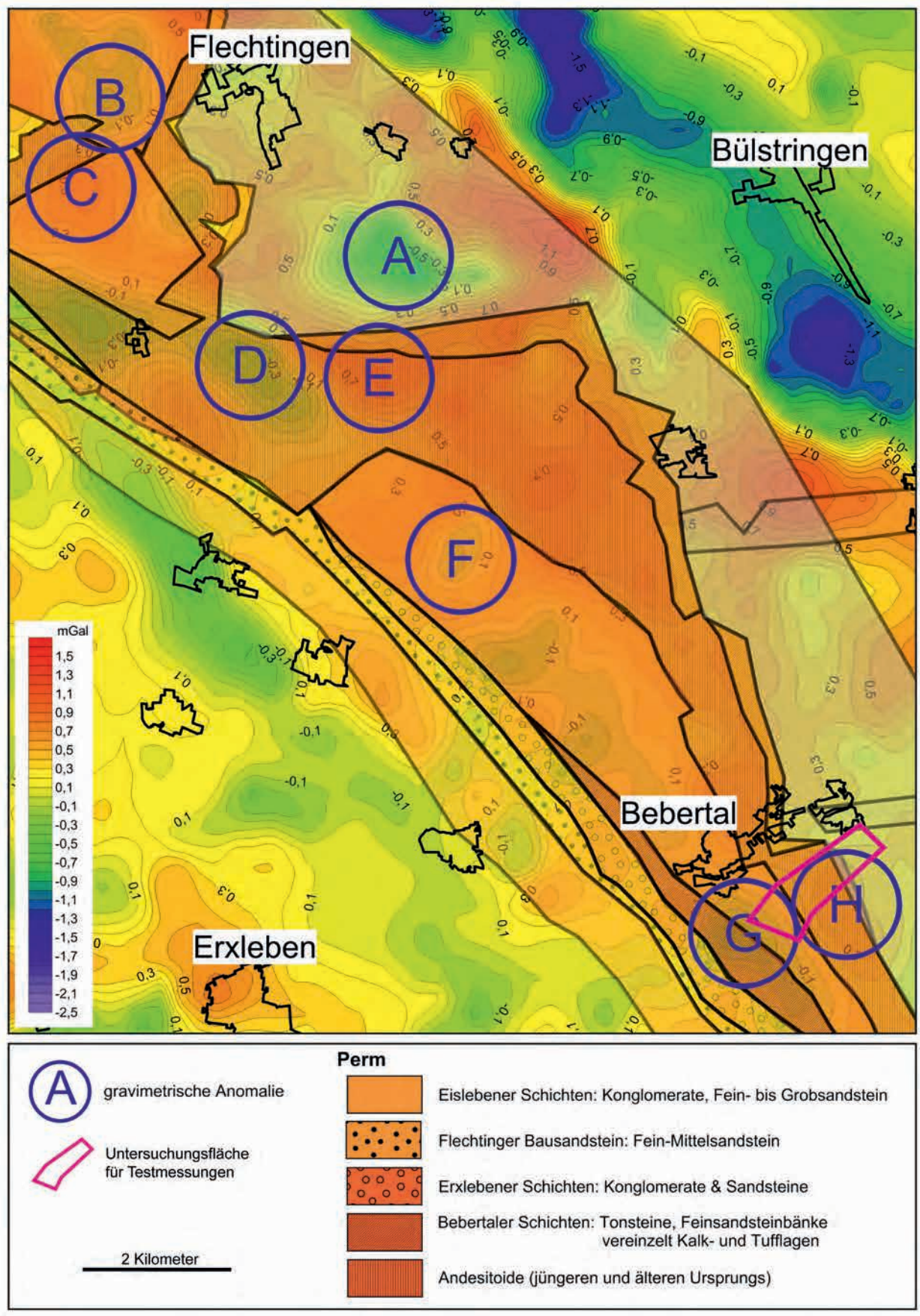


Abb. 2 Gravimetrisches Lokalfeld im Ergebnis der Aufbereitung von Altdaten mit Eintragung wichtiger Anomalien. Die Anomalien zeigen Strukturen etwa der obersten 1000 m. Grauwacken und Andesite besitzen prinzipiell hohe Dichten und sind als lokale Maxima zu erkennen, während Rhyolithe, Ignimbrite und Tuffe mit niedrigen Dichtewerten lokale Minima bilden. Die kräftigen negativen Anomalien im Nordosten resultieren aus der Tieflage der Grundgebirgseinheiten nördlich der Flechtingen-Teilscholle.

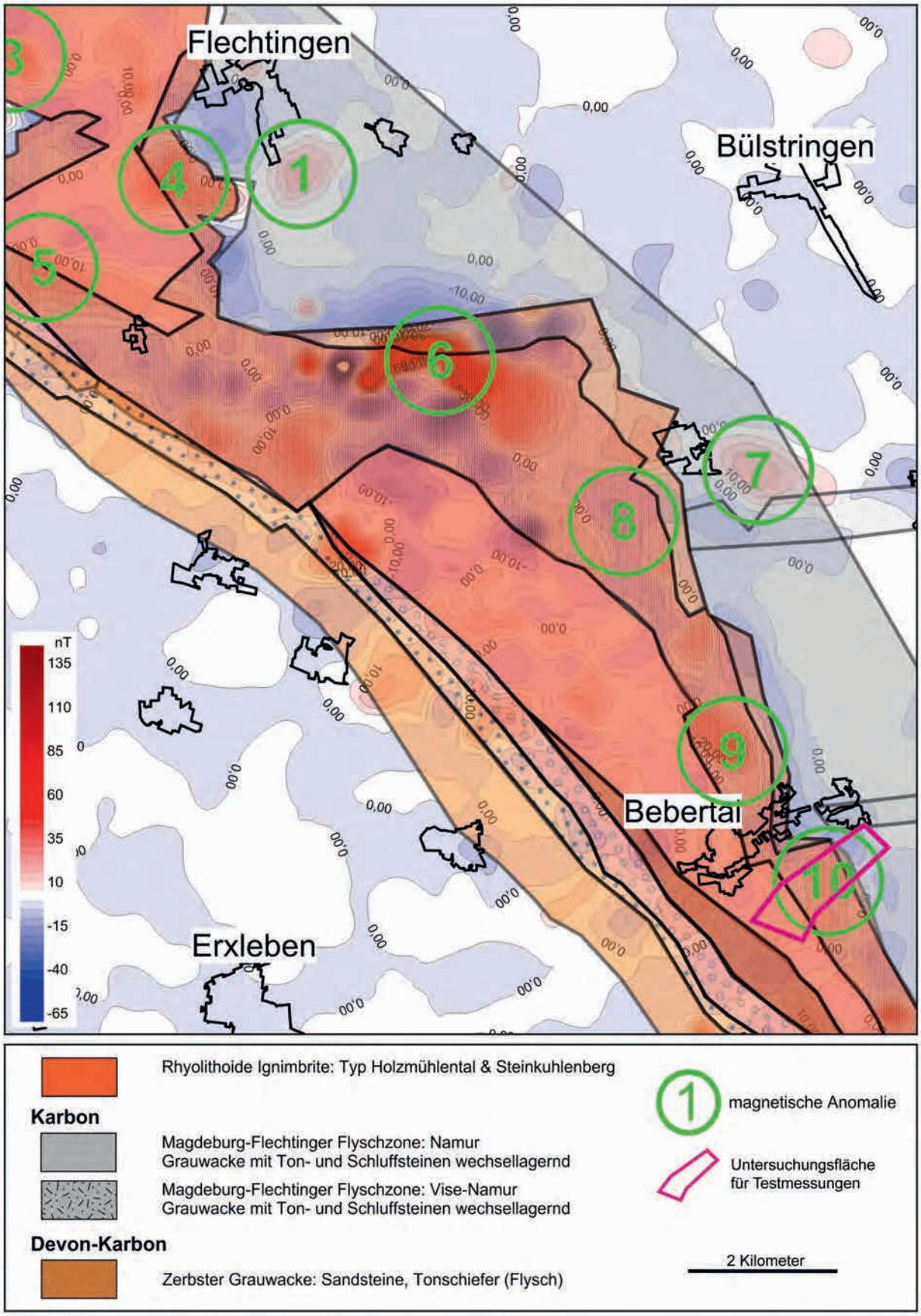


Abb. 3 Geomagnetisches Lokalfeld im Ergebnis der Aufbereitung von Altdaten mit Eintragung wichtiger Anomalien. Die Anomalien zeigen Strukturen etwa der obersten 1000 m. Andesite besitzen prinzipiell hohe Suszeptibilitäten und sind als lokale Maxima zu erkennen; Rhyolithe, Ignimbrite und Tuffe haben mittlere und niedrige Suszeptibilitäten und Grauwacken bilden mit niedrigen Suszeptibilitäten lokale Minima.

metallogenetische Gesamtbewertung dieser Grundgebirgseinheit im Vordergrund.
Unter dem Blickpunkt der Ressourceneinschätzung wurden seinerzeit

- Modellvorstellungen zu den regionalen Anomalien entwickelt,
- der Verlauf von Störungszonen bestimmt,
- Aussagen zu Förderzentren und Aufstiegsbahnen von Magmatitkörpern abgeleitet.

Hierbei war vor allem der Nachweis von Indikationen tiefliegender Erzlagerstätten von besonderem Interesse.

Im Vorfeld des Steine- und Erden-Bergbaus fanden in der Vergangenheit - allerdings nur sporadisch und eng begrenzt - z.B. auch geoelektrische Messungen statt. Diese dienten der Lokalisierung von gestörten Abbaubereichen oder der Ermittlung der Mächtigkeit von Lockergesteinsbedeckungen.

Im Hinblick auf den möglichen Nachweis wirtschaftlich interessanter Rohstoffressourcen wurden im Jahr 2010 die flächenhaft vorliegenden gravimetrischen und geomagnetischen Altdaten zu einer geologischen Rayonierung der Flechtingen-Teilscholle neu aufbereitet und bewertet (Seidel & Rössler 2010). In einem zweiten Schritt dieser methodischen Arbeiten erfolgten verschiedene geophysikalische Messungen in einem Testgebiet (Seidel & Serfling 2010). Die Ergebnisse zeigen, dass die eingesetzten Verfahren bei Anwendung geeigneter Messparameter zur Erkundung von Hartgesteinsvorkommen im Vorfeld der industriellen Tätigkeit essenziell beitragen können.

5.5.2 Datenaufbereitung

Gravimetrische Messwerte standen aus den Messgebieten Altmark-Süd (Hergerdt & Herzig 1965) und Subherzynes Becken (Krause & Bein 1963) der Regionalaufnahme der DDR zur Verfügung. Deren Punktabstände lagen bei ca. 1500 m. In den 1980er Jahren wurde mit dem Messgebiet Haldensleben (Adler & Thomaschewski 1983) auf Punktabstände von 200 - 500 m verdichtet. Insgesamt standen für das Gebiet der Flechtingen-Teilscholle rund 4500 Schweremesswerte zur Verfügung. Diese Werte wurden kontrolliert und zu einer Datenmatrix (250-m-Gitter) mit einer einheitlichen Reduktionsdichte von 2,4 g/cm^3 zusammengefügt. Neben der Bouguer-Karte zeigt vor allem ein speziell berechnetes gravimetrisches Lokalfeld solche Anomalien, deren Störursachen in den oberen 1000 m zu suchen sind (Abb. 2).

Die verwendeten geomagnetischen Messwerte stammten aus den Messgebieten Flechtingen-Roßlauer Scholle, Teil Haldensleben (Böhnert 1982) und Flechtingen-Roßlauer Scholle, Teil Magdeburg (Böhnert 1983). Das waren ΔT-Bodenmessungen mit Punktabständen von 200-500 m. Daraus wurde ein 125-m-Gitter interpoliert. Auch für die Geomagnetikdaten erfolgte eine Filterung, die Anomalien mit Störursachen etwa in den oberen 1000 m hervorhebt. Eine Polreduktion wurde nicht durchgeführt, da vor allem oberflächennahe Anomalien im Fokus der Auswertungen standen und die Anordnung der magnetischen Dipole darauf schließen lässt, dass bei der Anomalienbildung auch eine remanente Magnetisierung eine Rolle spielt (Abb. 3).

5.5.3 Interpretation/Rayonierung

Nach der Kompilation wurde versucht, durch die Verknüpfung von geologischen und geophysikalischen Daten mögliche Zusammenhänge zu erfassen, die zu einer präziseren Kartierung der oberflächennahen Gesteine beitragen können. Eine Verschneidung von gravimetrischem und geomagnetischem Lokalfeld mit der geologischen Karte machte mögliche Korrelationen sichtbar. Abb. 2 und 3 zeigen Ausschnitte aus den verwendeten Arbeitskarten. Wesentliche Anomalie-Bereiche sind markiert. Für die Herausbildung gravimetrischer Anomalien sind die Dichten der anstehenden Gesteine von Bedeutung. Die Ausprägung geomagnetischer Anomalien resultiert aus unterschiedlichen Suszeptibilitäten der Gesteine. Die Kombination der gravimetrischen und geomagnetischen Gesteinseigenschaften erhöht die Aussagesicherheit. So haben die Grauwacken prinzipiell hohe Dichten aber niedrige Suszeptibilitäten. Andesite besitzen hohe Suszeptibilitäten und auch relativ hohe Dichten, während Rhyolithe, Ignimbrite und Tuffe bei mittleren und niedrigen Suszeptibilitäten auch niedrige Dichtewerte aufweisen.

Im Ergebnis einer gründlichen Analyse stellen sich die geologischen Einheiten im geophysikalischen Bild bei Weitem nicht so einheitlich dar, wie anhand der geologischen Karte zu erwarten wäre. Mit der Einbeziehung von gravimetrischen und magnetischen Daten war eine weitere Differenzierung der einzelnen geologischen Einheiten möglich. Es wurde jedoch auch deutlich, dass es keine eindeutig definierbaren und überall gültigen Korrelationen zwischen geophysikalischen Anomalien und geologischen Einheiten gibt, da viele verschiedene Einflussfaktoren auf den geophysikalischen Messwert einwirken. Tendenziell weisen magnetische Anomalien deutlicher auf vulkanitische Gesteine hin als gravimetrische, da letztere vor allem auch durch stark variierende Lockergesteinsbedeckungen beeinflusst werden.

Durch die geeignete Aufbereitung alter gravimetrischer und magnetischer Daten war eine detailliertere Rayonierung der Flechtingen-Teilscholle in Bezug auf oberflächennah anstehende Hartgesteinsvorkommen möglich. Es konnten Bereiche abgegrenzt werden, in denen eine vertiefte Erkundung durchzuführen wäre.

5.5.4 Testmessungen

In einem ca. 1 km² großen Testgebiet sollte geprüft werden, welche Beiträge die geophysikalischen Verfahren bei Anwendung geeigneter Messparameter für die geologische Erkundung, speziell bei der Erfassung von Hartgesteinen in Oberflächennähe, liefern können. Speziell waren dabei die Bewertung der Homogenität der erfassten geologischen Einheiten und die Erfassung von Lockergesteinsmächtigkeiten über Festgestein von Interesse.

Als Testgebiet wurde eine ca. 500 m x 1800 m große Fläche südlich von Bebertal ausgewählt. Auf dieser Fläche erfolgten gravimetrische Messungen im Raster von 100 m x 100 m, magnetische Messungen im Raster von 50 m x 100 m und 2D-geoelektrische Messungen auf 3 Profilen mit einer Profillänge von insgesamt 1865 m.

Das gravimetrische Lokalfeld der Neuvermessung (Abb. 4) zeigt eine Untergliederung des zentralen Maximums in mehrere Teilbereiche, wobei das im Zentrum verbliebene Maximum eine deutliche Korrelation mit dem in Abb. 4 hinterlegten bisherigen geologischen Kenntnisstand zeigt. Demzufolge wird das gravimetrische Maximum durch Porphyrite (Andesite) unter geringmächtiger Lockerbedeckung hervorgerufen. Gleichzeitig ist anhand der gravimetrischen Anomalie eine etwas geringere als die kartierte laterale Ausdehnung der Porphyrite in diesem Bereich zu erwarten. Interessant ist auch, dass das gravimetrische Maximum nicht im Bereich der dort anzutreffenden höchsten Geländeerhebung, dem Wellenberg, liegt, sondern ca. 100 m nordwestlich davon. Der sehr steile Schweregradient Richtung Südwesten deutet darauf hin, dass die Porphyrite dort eine sehr steile Verbreitungsgrenze aufweisen sollten. Der steile Gradient könnte mit der in der geologischen Karte angedeuteten Störung in Verbindung stehen. Möglicherweise wird hier eine Aufstiegszone der Porphyrite markiert. Innerhalb des zentralen Maximums sind leichte Variationen erkennbar, die eine nicht gleichmäßige Ausbildung des dort vorhandenen Porphyrit-Körpers erwarten lassen. Weitere Hinweise in diese Richtung sind auch den anderen geophysikalischen Verfahren zu entnehmen.

Das Ergebnis der magnetischen Totalfeldmessung in Abb. 5 zeigt im Zentrum der Untersuchungsfläche ein magnetisches Maximum, welches in seiner Lage gut mit dem gravimetrischen Maximum korreliert und somit die Existenz der hier auch geologisch erwarteten Porphyrite bestätigt. Im Vergleich zur Gravimetrie zeigt sich das magnetische Maximum als deutlich stärker gegliedert als das gravimetrische. Dies ist zum einen auf den Dipolcharakter des Magnetfeldes zurückzuführen, kann zum anderen aber auch darauf hinweisen, dass der Porphyritkörper nicht einheitlich ausgebildet, sondern von Störungen durchzogen ist. Darüber hinaus zeigt das magnetische Totalfeld nur geringe Variationen. Demzufolge ist eine weitere Verbreitung der Porphyrite in Richtung Nordosten nicht zu erwarten, was auch dem geologischen Modell entspräche.

Die geoelektrische Widerstandsverteilung entlang von Profil 1 (Abb. 6) zeigt eine deutliche Gliederung des Untergrundes in den oberen ca. 40 m. Speziell die hohen Widerstände im zentralen Bereich fallen dabei auf. Diese hohen Widerstände korrelieren sehr gut mit den gravimetrischen und geomagnetischen Maxima in diesem Bereich und werden demzufolge den hier zu erwartenden Porphyriten zugeordnet. Beide begrenzenden Flanken fallen relativ steil ein und auch hier deutet sich eine Gliederung des Gesteinskörpers an. Die eingelagerten Bereiche geringerer Widerstände weisen auf Störungen bzw. Verwitterungsbereiche hin. Nach den geoelektrischen Ergebnissen ist durchschnittlich mit 5 m Lockerbedeckung zu rechnen, wobei lokal auch bis deutlich über 10 m erreicht werden können. Werden hier durch wenige Bohrungen Kalibriermöglichkeiten für die Geoelektrik geschaffen, könnten mit solchen Messungen detaillierte Abschätzungen zur Lockergesteinsbedeckung durchgeführt werden. Südwestlich des hochohmigen Zentrums schließt sich ein Bereich geringerer Widerstandswerte an, wobei die Widerstände schluffiges bis sandiges Material erwarten lassen. Richtung Nordosten schließt sich an den vermuteten Porphyritkörper ein schmaler Bereich niedriger Widerstände an, der wahrscheinlich eine Verwitterungszone markiert, da hier auch die Gravimetrie ein lokales Minimum aufweist. Der anschließende Anstieg der Widerstandswerte lässt wieder kompakteres Gestein erwarten, jedoch auch mit stärkeren Verwitterungsbereichen. Da hier im magnetischen Feld keine entsprechenden Maxima auftreten, werden die erhöhten Widerstandswerte eher den in diesem Bereich laut Geologie anstehenden Grauwacken zugeordnet.

5.5.5 Fazit

Die Zusammenstellung und Aufbereitung der für das Gebiet der Flechtingen-Teilscholle vorliegenden gravimetrischen und magnetischen Daten zeigt, dass diese geophysikalischen Ergebnisse für die geologische Rayonierung und die Lagerstättenprognose wichtige Beiträge liefern können.

Mit der Neuvermessung konnten die mit den regionalen Aufnahmen in diesem Gebiet erfassten gravimetrischen und magnetischen Anomalien bestätigt werden. Auf Grund der geringeren Messpunktabstände war eine deutliche Verbesserung der lateralen Auflösung möglich. Dadurch wurden

- eine verbesserte Abgrenzung der geologischen Einheiten (z. B. der bereits kartierten Porphyrite) und
- eine detaillierte Bewertung der Homogenität innerhalb der Einheiten erreicht.

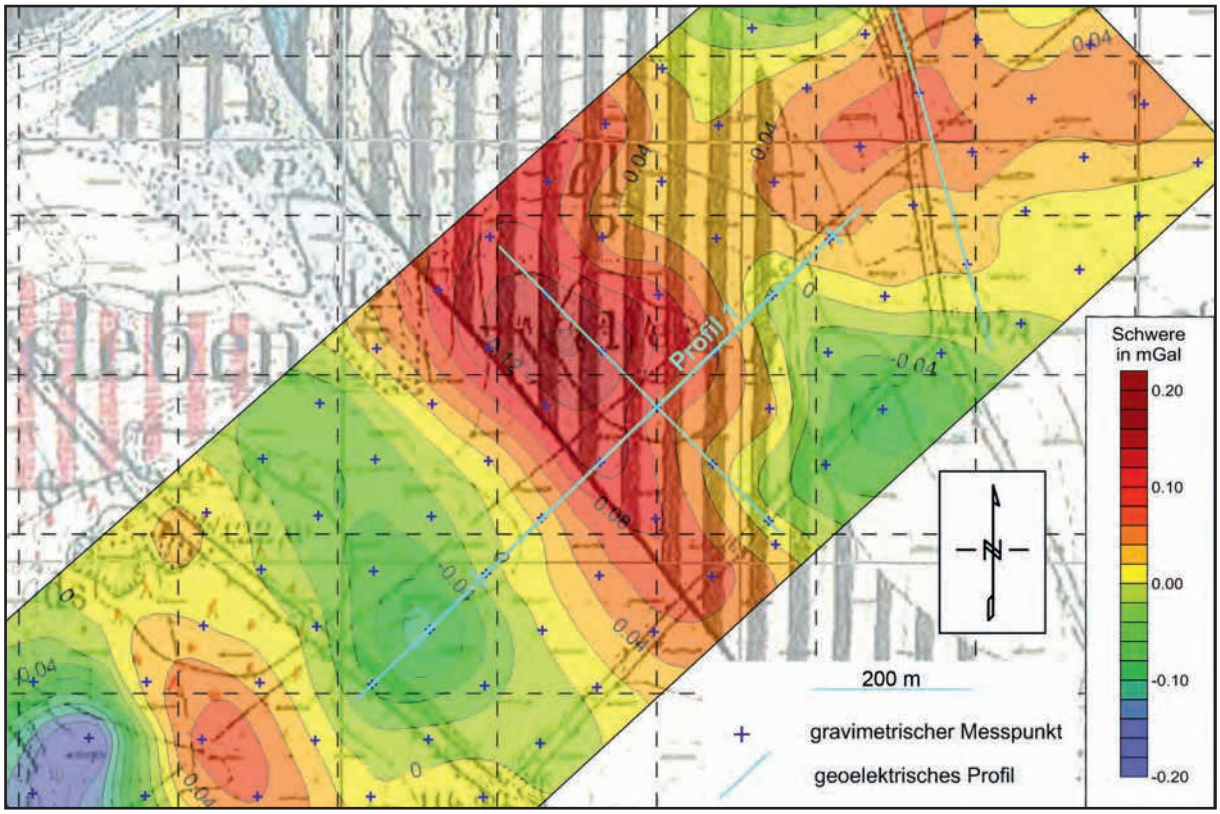


Abb. 4 Gravimetrisches Lokalfeld der Neuvermessung auf Geologischer Karte. Das starke zentrale Maximum zeigt Porphyrite (Andesite) an. Es korreliert mit geomagnetischen Anomalien (Abb. 5) und einer Zone hoher geoelektrischer Widerstände (Abb. 6).

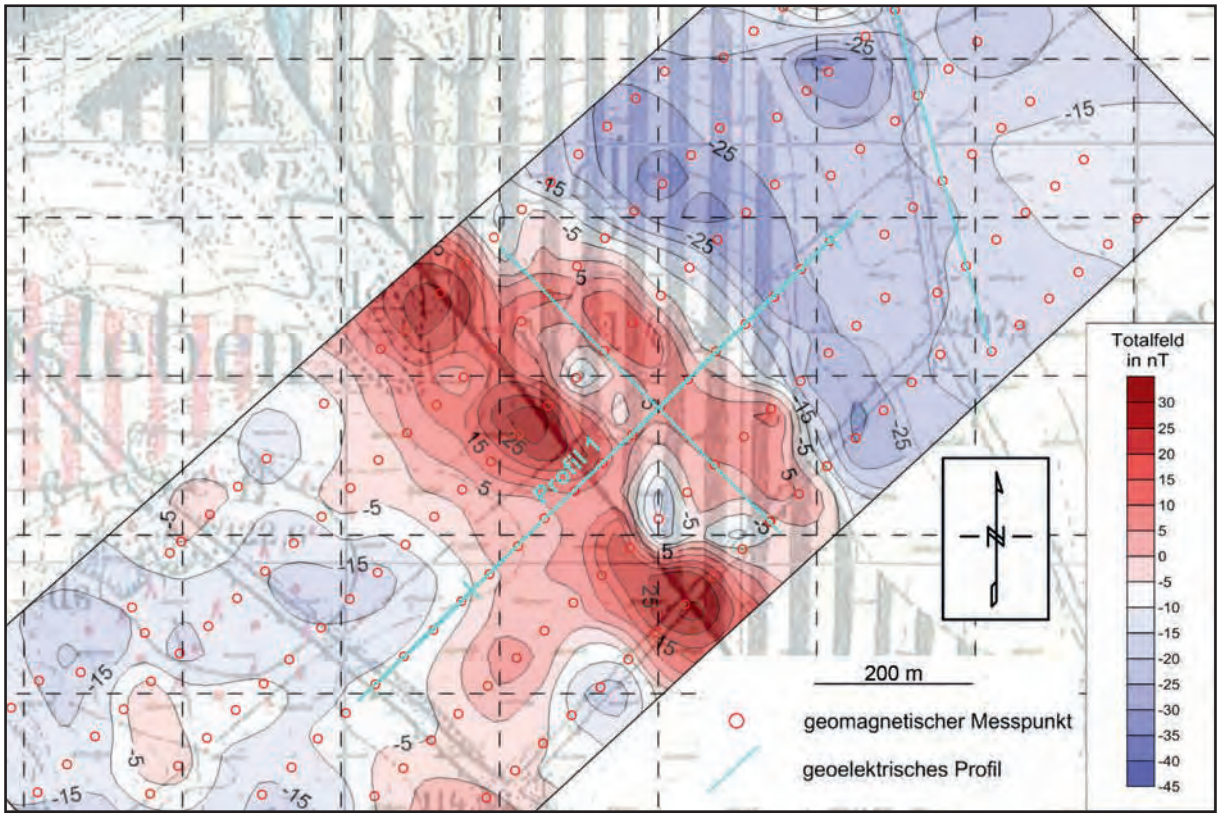


Abb. 5 Geomagnetisches Totalfeld der Neuvermessung auf Geologischer Karte. Die starken Anomalien im Zentrum korrelieren mit gravimetrischen Maxima (Abb. 4) und einer Zone hoher geoelektrischer Widerstände (Abb. 6). Sie zeigen Porphyrite (Andesite) an.

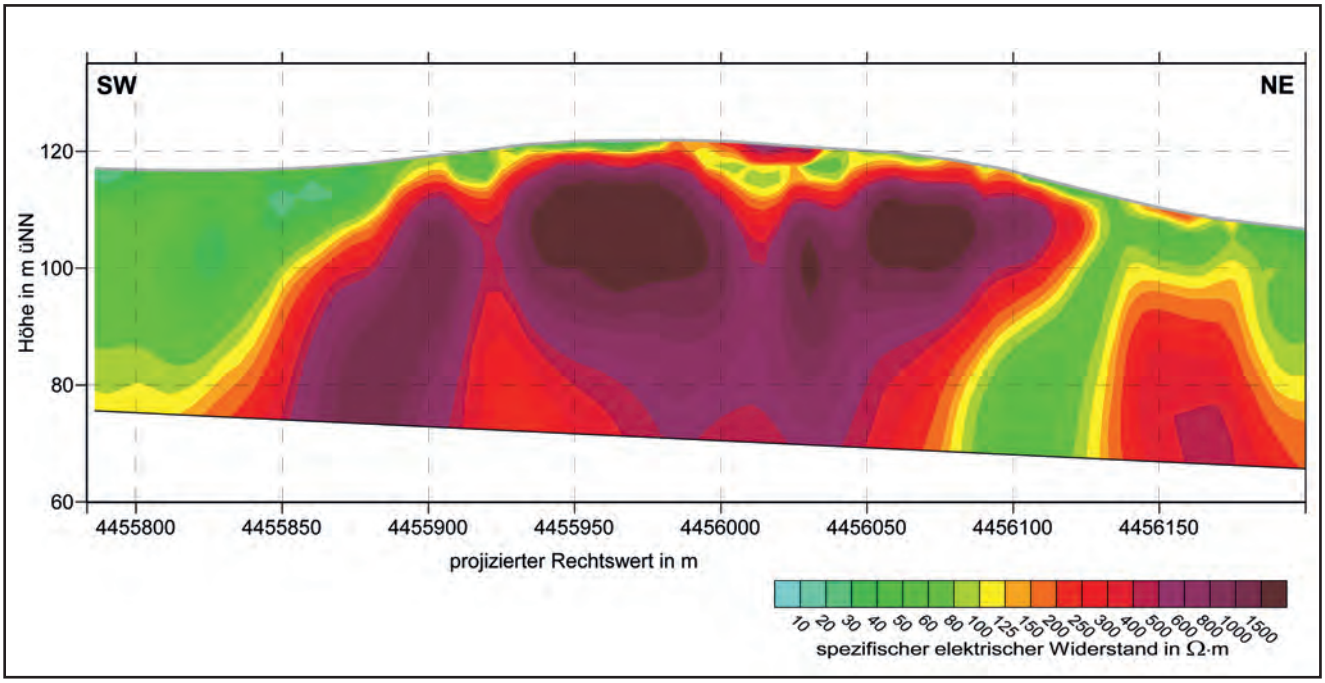


Abb. 6 Ausschnitt aus dem geoelektrischen Vertikalschnitt Profil 1. Kompakte Abschnitte des Porphyritkörpers zeigen sich durch hohe Widerstände. Niedrige Widerstände weisen auf Störungen und Verwitterungsbereiche bzw. auf Abschnitte mit Lockergesteinen hin.

Hierbei ergänzten sich die Informationen der verschiedenen geophysikalischen Verfahren und es konnten somit in den meisten Fällen Unklarheiten, die bei Anwendung nur eines Verfahrens verblieben wären, ausgeräumt werden.

Für eine belastbare lagerstättenwirtschaftliche Bewertung der potenziellen Rohstoffkörper wären nur noch wenige Einzelbohrungen notwendig. Diese könnten auf Basis der geophysikalischen Ergebnisse gezielt in den höffigsten Homogenbereichen angesetzt werden. Anhand dieser Bohrergebnisse ließen sich dann die geophysikalischen Interpretationen über entsprechende 2D- und/oder 3D-Modellierungen nochmals präzisieren. Wie die vorgelegten Ergebnisse belegen, wäre mit dem Einsatz von 2D-geoelektrischen Messungen zugleich der üblicherweise hohe Bohraufwand zur Erkundung der Abraumüberdeckung sehr stark zu reduzieren.

Literatur und Quellen

Adler, G. & Thomaschewski, S. (1983): Haldensleben.- Ergebnisbericht, 48 S., 16 Anl.; Leipzig (VEB Geophysik); [unveröff.].

Böhnert, D. (1982): Flechtingen - Roßlauer Scholle, Teil Haldensleben.- Ergebnisbericht, 39 S., 10 Anl.; Leipzig (VEB Geophysik); [unveröff.].

Böhnert, D. (1983): Flechtingen - Roßlauer Scholle, Teil Magdeburg.- Ergebnisbericht, 46 S., 7 Anl.; Leipzig (VEB Geophysik); [unveröff.].

Hänig, D.; Schied, G.; Becker, H.; Jäger, W. & Tomaschewski, S. (1985): Flechtingen-Roßlauer Scholle.- Komplexbericht, 58 S., 5 Anl.; Leipzig (VEB Geophysik); [unveröff.].

Hergerdt, M. & Herzig, R. (1965): Altmark-Süd.- Ergebnisbericht, 59 S., 16 Anl.; Leipzig (VEB Geophysik); [unveröff.].

Krause, R. & Bein, E. (1963): Subherzynes Becken.- Ergebnisbericht, 58 S., 10 Anl.; Leipzig (VEB Geophysik); [unveröff.].

Schirmer, B. & Borsdorf, K.-H. unter Mitarbeit von Kruse, B., Kunz, I. und Söllig, A. (1984): Geologische Karte des Grundgebirgs- und Übergangsstockwerkes (Känozoikum abgedeckt), Flechtingen-Roßlauer Scholle 1 : 100000.- Zentrales Geologisches Institut, Einschätzung der Rohstoffführung Grundgebirgseinheiten Südteil der DDR, Berlin; [unveröff.].

Seidel, K. & Rössler, S. (2010): Datenaufbereitung Flechtinger Scholle.- Ergebnisbericht, 14 S., 3 Anl.; Leipzig (GGL GmbH); [unveröff.].

Seidel, K. & Serfling, U. (2010): Geophysikalische Messungen Flechtinger Scholle.- Ergebnisbericht, 18 S., 4 Anl.; Leipzig (GGL GmbH); [unveröff.].

Geoelektrische Messungen im Raum Ummendorf (Flechtingen-Teilscholle)

5.6 Einsatz von Kalkstein im Straßen- und Tiefbau in Sachsen-Anhalt

Sabine Rohrig[1], Dittmar Marquordt[1], Klaus Stedingk[2], Gerhard Bischof[3] & Bert Vulpius[4]

5.6.1 Einführung

Wie kaum ein anderer Steine- und Erden-Rohstoff ist Kalkstein auf Grund seiner chemischen, gesteinsphysikalischen und gesteinstechnischen Eigenschaften ein überaus interessanter und vielfältig einsetzbarer mineralischer Rohstoff. Die breite Palette der Einsatzgebiete von Kalkstein reicht von der Zementherstellung, der Stahlerzeugung über den Straßen- und Tiefbau bis hin zur Landwirtschaft (Schäfer & Röhling 2012).

Systematischer Straßenausbau begann ca. 300 Jahre vor unserer Zeitrechnung mit der Anlage römischer Staats- und Heerstraßen. Dabei kam bereits heißer Kalkmörtel zum lagenweisen Aufbau des Unterbaus zum Einsatz. Ausgehend von diesem ersten antiken Straßennetz haben sich bis in unsere Zeit gravierende Veränderungen vollzogen. Heute ist eine gut ausgebaute Infrastruktur mit einem Netz aus Bundesautobahnen, Bundes-, Landes- und Kommunalstraßen eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung. Auch das Bundesland Sachsen-Anhalt verfügt über ein derartiges gut ausgebautes Straßennetz (Tab. 1).

Ein gutes Infrastrukturpotenzial in öffentlicher Hand stellt einen wesentlichen Standortvorteil für jede Region dar. Der Aus- und Neubau von Straßen aber auch ihre Sanierung nach dem Stand der Technik bleibt eine wesentliche Voraussetzung für ihre Langlebigkeit und Tragfähigkeit sowie für die Gewährleistung der erforderlichen Verkehrssicherheit.

Ein normgerechter Straßenaufbau erfolgt unter Beachtung deren Funktionalität. Die hierfür eingesetzten Baumaterialien müssen mit größter Sorgfalt hergestellt werden und höchste Anforderungen an die Qualität erfüllen. In den Frostschutz- oder Tragschichten des Straßenunterbaus kommen auch güteüberwachte Baustoffe aus der Kalksteinproduktion zum Einsatz. Dabei erfüllt der Baustoff Kalkstein alle Voraussetzungen und bringt natürliche Eigenschaften mit, um damit normgerecht, langlebig und nachhaltig in Gegenwart und Zukunft Maßnahmen im Straßen- und Tiefbau wirtschaftlich durchführen zu können.

Der Bodenschatz Kalkstein besitzt in der Bundesrepublik Deutschland ein quantitativ und qualitativ bedeutendes Lagerstättenpotenzial (Abb. 1). Insbesondere im Straßen- und Tiefbau werden große Mengen von Kalksteinprodukten eingesetzt. Für deren Herstellung und Verwendung gelten zahlreiche Vorschriften. Mit dem vorliegenden Beitrag sollen die lagerstättengeologischen und bautechnischen Grundlagen, das umfangreiche Regelwerk sowie praktische Erfahrungen beim Umgang mit dem Rohstoff Kalkstein dargestellt werden.

Tab. 1 Straßennetz in Sachsen Anhalt (Bundesamt für Statistik 2012).

Straßentyp	Länge	Anteil
Bundesautobahnen	407 km	3,7 %
Bundesstraßen	2206 km	20,1 %
Landesstraßen	4068 km	37,0 %
Kreisstraßen	4314 km	39,2 %

1 Dipl.-Ing. (FH) Sabine Rohrig und Dipl.-Ing. Dittmar Marquordt, Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt, Rabahne 4, 38820 Halberstadt;
2 Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Straße 38, 06118 Halle (Saale);
3 Dipl.-Ing. Gerhard Bischof, Ingenieurgesellschaft für Baustoffe und Bautechnik Bischof mbH, Königsborner Strasse 19, 39175 Heyrothsberge;
4 Dipl.-Geol., Dipl. Kfm. (FH) Bert Vulpius, Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e. V., Walter-Köhn-Str. 1c, 04356 Leipzig

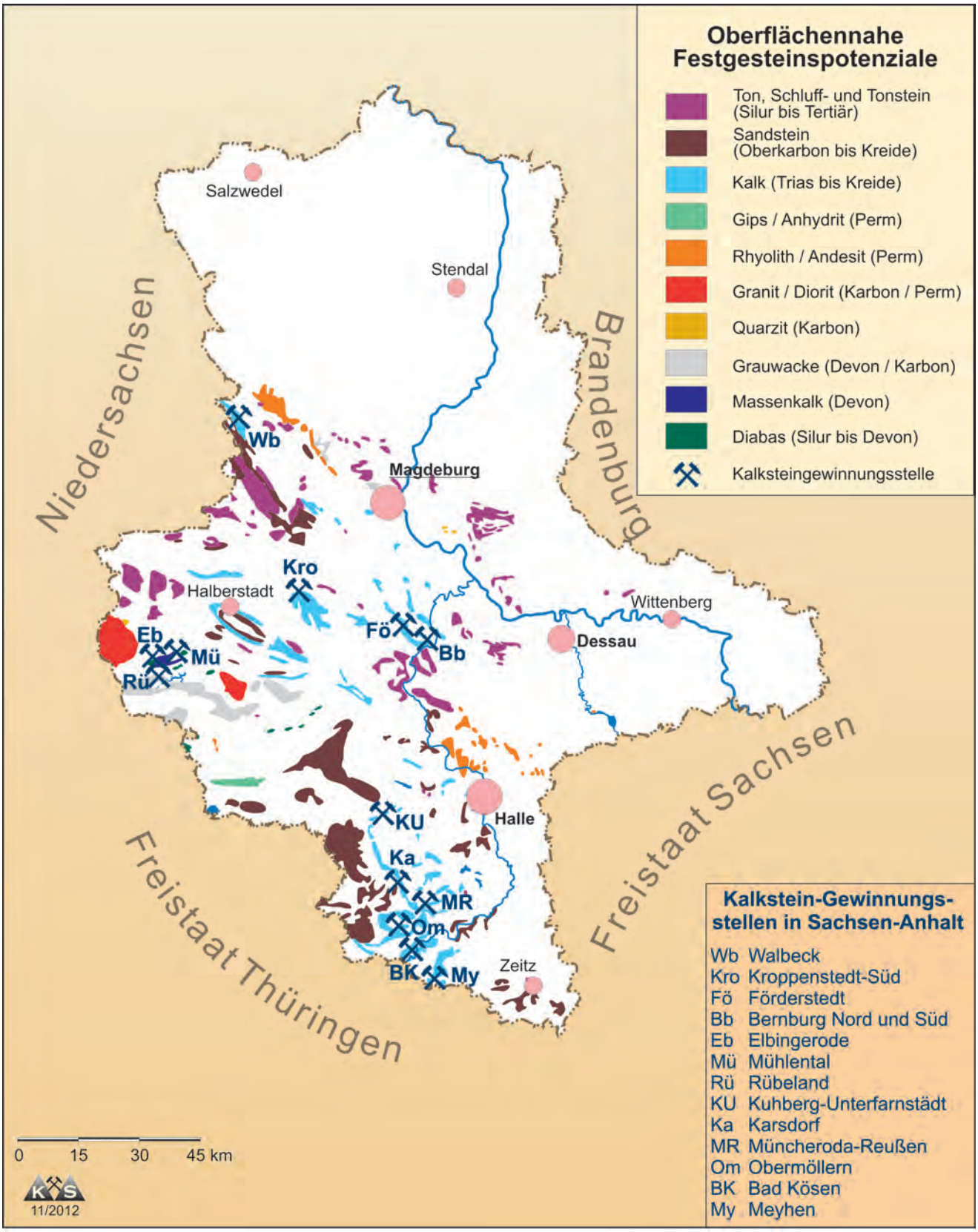


Abb. 1 Übersichtskarte der Kalkstein-Tagebaue in Sachsen-Anhalt.

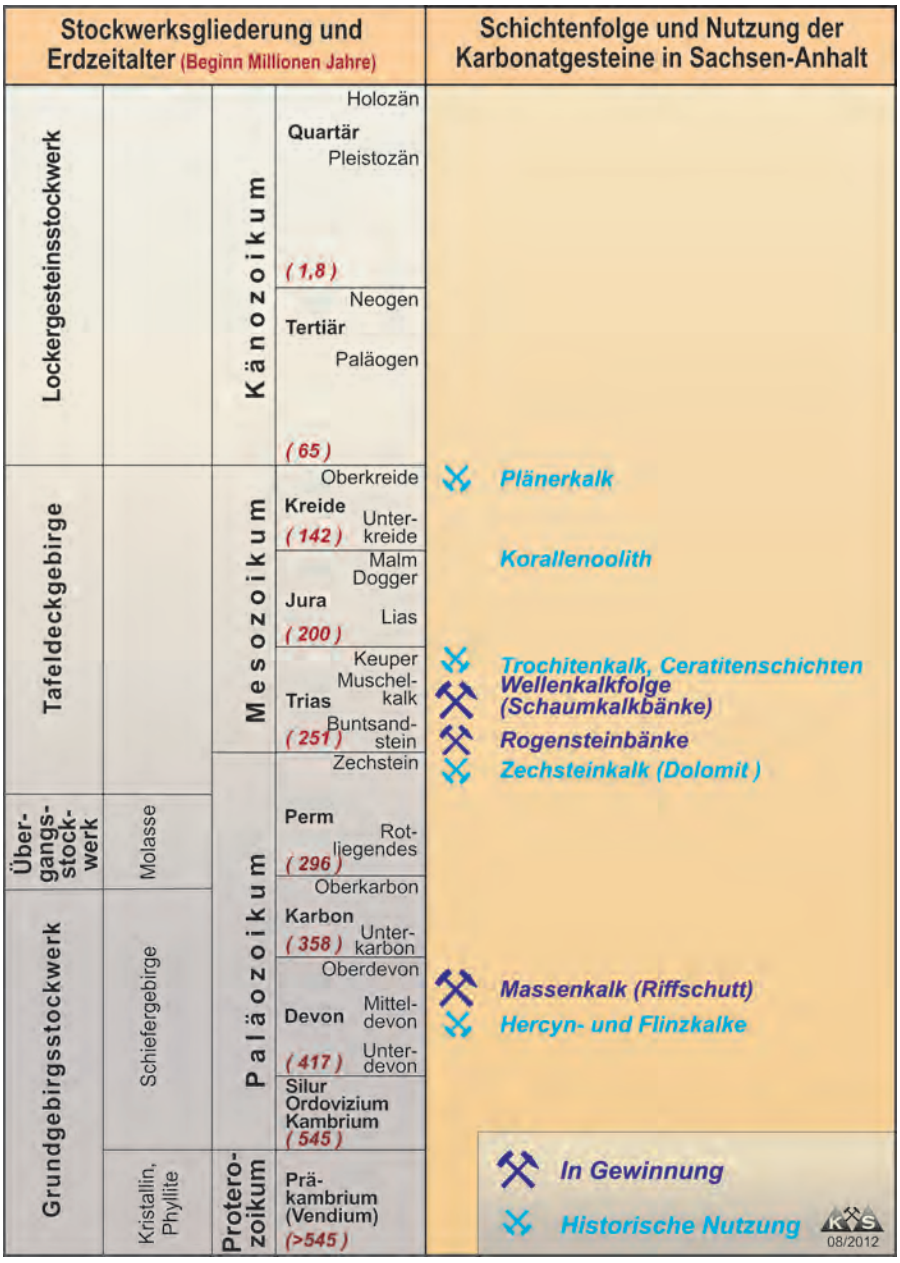


Abb. 2 Übersicht der der gegenwärtig wirtschaftlich genutzten und der historisch bedeutsamen Kalksteinhorizonte in Sachsen-Anhalt.

5.6.2 Ablagerung, Eigenschaften und Verbreitung von Karbonatgesteinen

Bei Kalksteinen oder Karbonatgesteinen handelt es sich um Sedimentgesteine von häufig biogenem Ursprung. Sie setzen sich aus Kalziumkarbonat ($CaCO_3$) zusammen. Mineralischer Hauptbestandteil ist Calcit, der in Schalen- und Skelettresten, deren fein- bis feinstkörnigen Zerkleinerungsprodukten, Kalkdetritus sowie gelöstem und wieder ausgefälltem Kalk anzutreffen ist. Im Kalkstein können als Nebenbestandteile Dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) und verschiedene Tonminerale auftreten. Mit steigendem Dolomitgehalt und dem damit steigenden Magnesiumanteil geht Kalkstein über eine Reihe von Mischgesteinen schließlich in den Dolomitstein über. In analoger Weise erfolgt die Klassifizierung bei unterschiedlichen Tongehalten vom Kalkstein über den mergeligen Kalkstein bis hin zum Mergelstein. Die verschiedenen Kalksteine unserer Regionen entstanden im Allgemeinen aus Ablagerungen o.g. Kalkschlämme in den Meeren des Paläozoikums und des Mesozoikums. Über Jahrmillionen wirkten geologische Prozesse auf diese Bildungen ein, in deren Folge das ursprüngliche Sediment entwässert und zu kompaktem Kalkstein verfestigt wurde.

In der Bundesrepublik Deutschland sind Kalksteine weit verbreitet. Bedeutende Lagerstättenpotenziale befinden sich unter anderem im Münsterland, der Schwäbischen und Fränkischen Alb, im Leine- und Weserbergland, dem Thüringer Becken und der Südwestlichen Thüringer Triaslandschaft sowie in den Grundgebirgseinheiten des Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes.

In Sachsen-Anhalt sind der hochqualitative Massenkalk von Elbingerode-Rübeland im Mittelharz (Abb. 1, 2 und 4) sowie die Muschelkalk-Areale in den Räumen Bernburg-Staßfurt-Förderstedt und Karsdorf/Bad Kösen (Abb. 1, 3 und 5) von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung. Darüber hinaus wurde Kalkstein in historischer Zeit auch aus weiteren Formationen im Gebiet des heutigen Sachsen-Anhalts gewonnen. Eine Übersicht über die stratigraphische Stellung der gegenwärtig wirtschaftlich genutzten und der historisch bedeutsamen Kalksteinhorizonte gibt Abb. 2.

5.6.3 Lagerstätten und Gewinnung

Heute erfolgt die Gewinnnung des Kalksteins ausschließlich in Tagebauen (Abb. 3) auf Grundlage umfangreicher gesetzlicher Vorschriften und Regelungen unter Einbeziehung der europäischen und nationalen Umweltgesetzgebung und einer breiten Öffentlichkeitsbeteiligung.

Im Rahmen der Genehmigungsverfahren für den Abbau wird auch die Umweltverträglichkeit des Vorhabens geprüft und die Auswirkungen auf die Schutzgüter analy-

Abb. 3 Gewinnung von Unteren Muschelkalk im Kalksteintagebau Förderstedt.

siert sowie Maßnahmen zur Minimierung der mit dem Abbau verbundenen Belastungen getroffen.
Insbesondere die Kalksteinlagerstätten des Muschelkalks bieten günstige Standortfaktoren und Verkehrsanbindungen. Im Allgemeinen wirkt es sich für die Rohstoffwirtschaft konfliktmindernd aus, dass diese Potenziale oftmals in Räumen mit einem geringeren naturschutzfachlichen Konfliktpotenzial liegen. Häufig wurden und werden die Lagerstättenflächen intensiv landwirtschaftlich genutzt bzw. nachgenutzt.

In den o.g. Räumen werden die oberflächennah anstehenden Kalksteine nur von einem geringen Abraumhorizont überlagert und die Gewinnung erfolgt in der Regel ohne Eingriffe in das Grundwasser. Durch die hohen Rohstoffmächtigkeiten in den Lagerstätten, die bis zu 100 m betragen können, ist eine vergleichsweise geringe Flächeninanspruchnahme pro gewonnener Rohstoffeinheit notwendig. Bei der Gewinnung im Tagebau können 160-250 Tonnen Kalkstein pro Quadratmeter (t/m²) gewonnen werden. Diese Werte liegen deutlich über denen eines Lockergesteinstagebaus, der im Verhältnis hierzu eine deutlich größere Flächeninanspruchnahme verlangt.

Abb. 4 Lösen von ca. 400 000 t oberdevonischen Kalksteins mit einer Großbohrlochsprengung (Steintagebau Kleiner Hornberg bei Elbingerode/Mittelharz, Foto Stadach).

Die Lagerstätten sind zum überwiegenden Teil gut erkundet: Abraumverhältnisse, Gesteinsmächtigkeit, Ausdehnung der Lagerstätten, tektonische, hydrogeologische und geochemische Verhältnisse sind bekannt, so dass Investitionen und eine wirtschaftliche Gewinnung i.A. sichergestellt sind. Die homogene und isotrope Ausbildung der einzelnen Schichtkomplexe sichert grundsätzlich analoge petrographische, chemische, physikalische und granulometrische Produkteigenschaften. Diese Rohstoffbasis ist landesplanerisch mittel- bis langfristig gesichert, so dass eine Versorgung über Generationen gewährleistet scheint.

Abb. 5 Gewinnung von Kalkstein des Unteren Muschelkalks im Steintagebau Meyhen.

Im Jahr 2011 wurden in Sachsen-Anhalt ca. 13 Mio. t Kalkstein gewonnen. Im Vergleich zu den anderen primären Massenbaurohstoffen nimmt Kalkstein nach den Sanden und Kiesen die zweite Position bei der Gewinnung ein (37 % Sand und Kies, 32% Kalkstein, 27 % andere gebrochene Natursteine, 2 % Ton und Kaolin, 2 % Quarzsand).

Der Abbau konzentriert sich dabei auf die devonischen Massenkalke des Elbingeröder Komplexes im Mittelharz und die Lagerstätten des Unteren Muschelkalks der Mittleren Trias i.W. im Südteil des Landes.

Eine zentrale Stellung bei der Planung des Tagebaus nimmt die Wiedernutzbarmachung der bergbaulich beanspruchten Fläche ein. Die durch den Abbau freigelegten Kalksteinrohböden sowie die mit dem Tagebaubetrieb entstandene und sich ständig ändernde Landschaft besitzt ein hohes naturschutzfachliches Potenzial. Durch die Prozesse der natürlichen Sukzession und das ökologische Standortpotenzial können sich die Abbaustätten bereits während des laufenden Tagebaubetriebs zu komplexen Lebensräumen für geschützte Tier- und Pflanzenarten, die in unserer Kulturlandschaft vom Aussterben bedroht sind, entwickeln. Diese Prozesse werden von den Unternehmen in enger Zusammenarbeit mit ehrenamtlich tätigen Spezialisten, interessierten Bürgern, Naturschutzverbänden und Umweltbehörden begleitet und dokumentiert.

5.6.3.1 Devonischer Massenkalk

Hochwertiger devonischer Massenkalk wird ausschließlich im Mittelharz abgebaut (Abb. 4). Aufgrund ihrer außerordentlichen Reinheit ($CaCO_3$-Gehalt > 98%) haben die devonischen Kalke ein sehr breites Anwendungsfeld. Sie werden zu Branntkalkprodukten veredelt, die unter anderem in der Metallurgie, der chemischen Industrie, dem Umweltschutz und der Zuckerindustrie Anwendung finden. Aber auch im Straßen- und Tiefbau sowie im Wasserbau wird Massenkalk eingesetzt. Der wertvolle Rohstoff wird gegenwärtig in drei Großtagebauen gewonnen und gelangt zum größten Teil umweltfreundlich auf der Schiene zum Verbraucher (s. Kap. 2).

5.6.3.2 Kalksteine des Unteren Muschelkalks

Die bis über 100 m mächtigen Kalksteine des Unteren Muschelkalks bilden die Rohstoffgrundlage für die Zement- und Sodaproduktion in Mitteldeutschland und stellen ein bedeutendes Rohstoffpotenzial für Produkte des Straßen- und Tiefbaus, Zuschläge und Füller für Asphaltschichten sowie Zuschläge für Beton und Fertigmörtel dar. Gegenwärtig werden die Kalksteine des Unteren Muschelkalks in neun Tagebauen in Sachsen-Anhalt gewonnen, eine Gewinnungsstelle ist z.Z. nicht aktiv (Abb. 1). In den Tagebauen Bad Kösen, Müncheroda-Reußen und Meyhen wird die Förderung überwiegend zu Straßenbaustoffen aufbereitet (Abb. 5).

Mit Kalksteingewinnungsstellen bei Bernburg/Nienburg und Förderstedt (Abb. 3) besitzt der Salzlandkreis eine herausragende Stellung für die Herstellung qualifizierter Produkte auf den Sektoren der Baustoffe (Zement, Straßenbaustoffe), der chemischen Industrie (Soda) und der Landwirtschaft (Düngekalk). Großflächig streichen Kalksteine des Unteren Muschelkalk weiterhin im Raum Querfurt (Querfurt-Mulde) an der Oberfläche aus. Aktiv wird der Kalkstein gegenwärtig in zwei weiteren Tagebauen bei Farnstädt gewonnen und ebenso zu Straßen- und Wegebauzuschlagstoffen aufbereitet.

5.6.4 Gewinnung, Aufbereitung und Lieferung zur Baustelle

Die Gewinnung des Kalksteins im Tagebau erfolgt in der Regel durch Großbohrlochsprengungen. Dabei werden optimierte und schonende Verfahren mit geringem spezifischen Sprengstoffeinsatz angewandt. In einigen Tagebauen erfolgt die Gewinnung auch ohne Sprengtechnik direkt mit schweren Hydraulikbaggern.
Der Aufbereitungsprozess ist mehrstufig und beginnt mit einer Vorabsiebung, die dem Vorbrecher vorgelagert ist. Die Zerkleinerung des Gesteins erfolgt schonend mit Prall- oder Kreiselbrechern mit dem Ziel, ein möglichst kubisches Korn herzustellen. Die verschiedenen Kornfraktionen werden durch Siebung getrennt und in Silos oder auf Freilagern bevorratet. Zum Schutz der Umwelt besitzen insbesondere leistungsstarke stationäre Brecher- und Klassieranlagen eine wirkungsvolle Entstaubung. Die Feinkornfraktionen werden als Füller oder als Düngekalk weiter verwertet. Mit der kontinuierlichen Entwicklung moderner leistungsfähiger und umweltfreundlicher Aufbereitungsverfahren ist es in den letzten Jahren gelungen, bei hoher Durchsatzleistung zugleich hochqualitative Produkte liefern zu können. Die normgerecht hergestellten Fertigprodukte können daher „just in time“ zur Baustelle geliefert werden.

5.6.5 Kalkstein im Straßen- und Tiefbau

Kalksteinschotter und Kalksteinsplitte sind gemäß definierter technischer Qualitätsparameter sehr gut für den Einsatz im Straßen- und Tiefbau geeignet (Stedingk & Häfner 2012) und bilden i.A. die trag- und frostsichere Basis unserer Straßen (Tab. 2). Allein in Sachsen-Anhalt werden im gesamten Befestigungsaufbau bei öffentlichen Straßen zu ca. 70 - 80 % anforderungsgerechte Kalksteinprodukte eingesetzt. Aber auch als Betonzuschlag, Zuschlag für Asphalttragschichten, als Wasserbau- und Werkstein oder im Garten- und Landschaftsbau hat Kalkstein ein breites Einsatzspektrum.

Die hohe Kornfestigkeit in Verbindung mit einer günstigen Korngrößenverteilung sowie raue Bruchflächen führen in den ungebundenen Tragschichten des Straßenbaus zu einer ausgezeichneten Verzahnung des Korngerüsts und damit zu einer hohen Tragfähigkeit und Standfestigkeit. Selbst wenn Parameter, wie bei Naturprodukten üblich, in einem bestimmten Wertebereich schwanken, werden die zulässigen und relevanten Grenzwerte wie z.B. beim Frost-Tauwechsel von 4 M.-% oder der Absplitterung von 1 M.-% eingehalten, da aufbereiteter Kalkstein eine vergleichsweise geringe Wasseraufnahmefähigkeit besitzt. Schädliche organische Bestandteile und Schwefelverbindungen treten im Kalkstein im Allgemeinen nicht auf. Körnungen und Korngemische aus Kalkstein sind im Erd- und Straßenbau auch in Wasserschutzzonen problemlos einsetzbar.

Aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung gehört der Kalkstein nicht zu den alkaliempfindlichen Gesteinskörnungen. Damit können beim Einsatz von Kalkstein als Betonzuschlag schädigende Alkalikieselsäurereaktionen im Beton ausgeschlossen werden. Trotz der enormen Mengen, die jedes Jahr in den Kalksteintagebauen Sachsen-Anhalts gewonnen werden, müssen die daraus erzeugten Kalksteinschotter und -splitte höchste Güteanforderungen erfüllen. Die Unternehmen haben zur Sicherung der Qualität ihrer Endprodukte umfangreiche Maßnahmen ergriffen, die von einer intensiven Eigen- und Fremdüberwachung der Produkte begleitet werden. Nur so ist die flächendekkende Einhaltung der hohen Qualitätsstandards, die im Straßen- und Tiefbau erfüllt werden müssen, möglich.

Tabelle 2 Vergleich gesteinstechnische Parameter von devonischem und triassischem Kalkstein und permischem Rhyolith.

Parameter	Devonischer Massenkalk	Unterer Muschelkalk	Rhyolith
Dichte (g/cm³)	2,68 - 2,71	2,64 - 2,75	2,5 - 2,6
Wasseraufnahme (M-%)	0,1 - 0,3	0,5 - 1,6	2,5 - 3,5
Frost-Tauwechsel (M-%)	0,1 - 0,3	0,4 - 3,0	1,0 - 2,0
Schlagzertrümmerungswert $SZ_{8/12,5}$ (M-%)	21 - 25	19 - 26	19 - 22
Schlagzertrümmerung Schotter SD 10 (M-%)	23 - 28	23 - 27	22
Los Angeles Wert Splitt LA (M-%)	24	21 - 25	25
Kornform Schotter SI (M-%)	10 - 20	14 - 16	20
Kornform Splitt SI (M-%)		8 - 27	15 - 20
Hitzebeständigkeit (M-%)/ (Absplitterungen)	0,2 - 0,5	0,1 - 0,3	0,6
Hitzebeständigkeit (M-%)/ (V_{SZ})	1,5 - 4,0	0,3 - 2,0	< 3,0

Die Materialeignung des Kalksteins für definierte Einsatzbereiche müssen die Unternehmen ggf. durch Prüfzeugnisse, Überwachungs- und Zertifizierungsberichte nachweisen können.

5.6.5.1 Überwachung der Produktqualität und zusätzliche technische Vertragsbedingungen

Dem klassifizierten (Bundes-, Landes- und Kreisstraßen) sowie dem kommunalen Straßenbau steht in Sachsen-Anhalt ein großes Angebot an Gesteinsbaustoffen zur Verfügung. Bundeseinheitlich sind Kennwerte festgelegt, die - gesteinsabhängig - mindestens erfüllt werden müssen. Herausgeber wichtiger Richtlinien ist die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) in Köln. Die Straßenbauverwaltungen der Bundesländer haben zusätzlich jedoch häufig spezielle Anforderungen in den Zulassungsbescheiden oder Ausschreibungsbedingungen für bestimmte Bauleistungen festgelegt.

Grundsätzlich müssen Gesteinskörnungen, die im Straßenbau Verwendung finden sollen, einer Güteüberwachung unterliegen. Auf Grund der Umsetzung europäischer Normen im straßenbautechnischen Vorschriftenwerk der Bundesrepublik erfolgt die Güteüberwachung von Gesteinskörnungen für die Herstellung von Asphalt und Beton durch eine werkseigene Produktionskontrolle (WPK) des Herstellers von Gesteinskörnungen. Die WPK wiederum unterliegt einer Überwachung und Zertifizierung durch eine unabhängige Stelle, die dafür vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) anerkannt sein muss.

Gesteinskörnungen und Baustoffgemische für die Herstellung von Schichten ohne Bindemittel (SoB) unterliegen dieser Forderung nicht. Für sie gelten die Regelungen zur Güteüberwachung, die in den *„Technischen Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Teil Güteüberwachung, TL G SoB-StB“* festgelegt sind. Diese wurden von Vertretern aus Baustoff- und Bauindustrie, Forschung sowie der Verwaltung im Rahmen von Arbeitsausschüssen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen aufgestellt und werden bei Bedarf fortgeschrieben. Die Regelungen werden den jeweiligen Straßenbauverwaltungen (SBV) der Bundesländer durch das Bundesministerium für Verkehr zur Einführung empfohlen und durch diese für ihren jeweiligen Auftragsbereich eingeführt.
Die Anforderungen an Gesteinskörnungen für die Herstellung von Baustoffgemischen für Schichten ohne Bindemittel (SoB) sind in den Technischen Lieferbedingungen:

- für Gesteinskörnungen im Straßenbau, TL Gestein-StB und
- für Baustoffe und Baustoffgemische für Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, *„TL SoB-StB“* festgelegt.

Auch diese werden von den jeweiligen Straßenbauverwaltungen (SBV) der Länder eingeführt.
Auf Grund des erheblichen Bedarfs an Neubau- und Erneuerungsmaßnahmen in Sachsen-Anhalt nach 1990 entwickelte sich sehr schnell eine leistungsstarke und regional gut verteilte Baustoffindustrie, die zu jeder Zeit von den qualitativen Voraussetzungen (rohstoffseitig und aufbereitungstechnisch) her in der Lage war, den Anforderungen des Straßenbaus gerecht zu werden. Mittlerweile sind im Bundesland Sachsen-Anhalt 10 Lieferwerke natürlicher Straßenbaustoffe aus Kalkstein güteüberwacht (Stand: 01.11.2012).

Mit Erlass vom 18.6.1991 wurden durch die damalige Oberste Straßenbaubehörde des Landes Sachsen-Anhalt die straßenbaurelevanten Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen sowie Prüfvorschriften eingeführt. Seit dieser Zeit wurden im Rahmen der Herstellung, der Güteüberwachung, dem Einbau und den damit im Zusammenhang stehenden Prüftätigkeiten auf den Baustellen weitere Erfahrungen mit diesen Baustoffen gesammelt. Dabei stellte sich heraus, dass auf Grund regionaler Besonderheiten zusätzlich zu den Anforderungen der Technischen Liefer- oder Vertragsbedingungen weitere spezifische Regelungen notwendig sind. Dies betrifft sowohl Fest- als auch Lockergesteine. In den Tab. 3 und 4 sind einige ausgewählte straßenbautechnisch wichtige Parameter von Gesteinen aus

Tab. 3 Widerstand gegen Schlagbeanspruchung (Angaben in Masse-%). $SZ_{8/12}$- und SD 10-Werte der in Sachsen-Anhalt (ST) gewonnenen Gesteinskörnungen (Gk). Anforderungen der TL Gestein-StB an die $SZ_{8/12}$- und SD 10-Werte.

Gestein	SZ (8/12,5) gem. TL Gestein-StB	$SZ_{8/12,5}$-Wert Gk aus ST	SD 10 - Wert (35,5/45) gem. TL Gestein-StB	SD 10-Wert Gk aus ST
Devonischer Massenkalk	Es sind SZ-Werte bis max. 28 M.-% zulässig.	22 - 26	< 30	24 - 25
Unterer Muschelkalk		20 - 24		24 - 28
Rhyolith	11 - 23	16 - 22	9 - 22	16 - 22
Grauwacke	12 - 27	11 - 18	10 - 22	13 - 17

Tab. 4 Los Angeles-Koeffizienten der in Sachsen-Anhalt (ST) gewonnenen Festgesteine.

Gestein	Ermittelter Los Angeles-Koeffizient (LA)	Kategorie $LA_{(10/14)}$
Devonischer Massenkalk	keine Angaben	
Unterer Muschelkalk	23 - 27 (8 Werte aus 3 Lieferwerken)	LA_{25} und LA_{30}
Rhyolith	15 - 21	LA_{15}
Grauwacke	10 - 11	LA_{15}

Sachsen-Anhalt den Anforderungen der TL Gestein-StB gegenüber gestellt.

Aus den in den Tabellen dargestellten Kennwerten ist ersichtlich, dass die in Sachsen-Anhalt gewonnenen Festgesteine nach entsprechender Aufbereitung ein sehr gutes Qualitätsniveau hinsichtlich ihrer Festigkeit besitzen. Auch bezüglich anderer, für den Straßenbau relevanter Parameter, wie z.B. dem Widerstand gegen Frost- und Frost-Tauwechsel-Beanspruchung, genügen die in Sachsen-Anhalt für den klassifizierten Straßenbau aufbereiteten Gesteinskörnungen den Anforderungen der Technischen Vorschriften.

Die Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt (LSBB) führt im Auftrag des Ministeriums für Landesentwicklung und Verkehr eine Liste, in der alle Gesteinskörnungen sowie Baustoffgemische, die einer regelmäßigen Güteüberwachung unterliegen und die hinsichtlich ihrer Eigenschaften den Anforderungen der maßgeblichen Technischen Lieferbedingungen oder Zusätzlichen Technischen Vertragsvorschriften entsprechen. In dieser Liste sind auch die Hersteller und Lieferanten von Kalksteinprodukten, die diese Qualitätsstandards erfüllen, aufgeführt. Diese Liste ist im Internet unter www.mlv.sachsen-anhalt.de >Service > Bautechnik-Info > Liste 1 einsehbar.

5.6.5.2 Zusätzliche Anforderungen und Festlegungen

Wie im Abschnitt 5.6.5.1 bereits ausgeführt, erfolgten in den vergangenen Jahren auf Grund gewonnener Erfahrungen zusätzliche Festlegungen zu Anforderungen an Gesteinskörnungen und Baustoffgemische, um ein hohes Qualitätsniveau und eine hohe Gebrauchstauglichkeit sowie Dauerhaftigkeit im Straßenbau zu erreichen. So wurden u.a. auch in der Dienstanweisung DA-8/2006-224 *„Ergänzungen zur Gütesicherung von Gesteinskörnungen und Baustoffgemischen im Straßenbau“* zusätzliche Festlegungen zu den TL Gestein-StB, TL SoB-StB, TL G SoB-StB und den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Asphaltragschichten (ZTV Asphalt-StB) sowie den Schichten ohne Bindemittel (ZTV SoB-StB) getroffen. Die Dienstanweisung ist Bestandteil der *„Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Straßenbauarbeiten im Aufsichtsbereich des Landesbetriebes Bau Sachsen-Anhalt,* ZTV-StB LBB LSA“. Konkret wurde ergänzend zum Abschnitt 1.4.2 / 4. Absatz der TL SoB-StB 04 geregelt, dass der Nachweis der Widerstandsfähigkeit gegen Zertrümmerung auch bei Verwendung in Frostschutzschichten erforderlich ist. Diese, über die Forderungen der TL SoB-StB hinausgehende Anforderung wurde im Einvernehmen mit den Herstellern in Sachsen-Anhalt und Thüringen festgelegt, um auch beim Bau von Frostschutzschichten ein hohes Qualitätsniveau zu gewährleisten. Für Kalkstein wurden hier auf Grundlage vorliegender Erfahrungen $SZ_{8/12}$-Werte von ≤ 24 Masse-% bei vorgesehener Verwendung in Asphalttragschichten beim Bau von Straßen der Bauklassen SV – VI für verbindlich erklärt. Für den Bau von Schichten ohne Bindemittel gelten in Abhängigkeit von der Bauklasse die in Tab. 5 aufgeführten $SZ_{8/12}$- und SD 10-Werte für die Widerstandsfähigkeit gegen Schlagbeanspruchung.

Tab. 5 Zuordnung der Widerstandsfähigkeit gegen Schlagbeanspruchung bei vorgesehener Verwendung in SoB.

Bauklassen	$SZ_{(8/12,5)}$-Wert	SD 10-Wert
SV - III	≤ 24 M-%	≤ 26 M-%
IV - VI	≤ 26 M-%	≤ 28 M-%

Bei Baustoffgemischen 0/45, 0/56 und 0/63 ist sowohl die Schlagprüfung am Kornanteil 32/45 mm nach DIN 52 115-2, wie auch am Kornanteil 8/12 mm nach DIN EN 1097-2 durchzuführen. Für natürliche Gesteinskörnungen der Kategorien $C_{50/30}$, $C_{NR/70}$ sowie C_{NR} gelten für die Verwendung in Frostschutzschichten die folgenden Grenzwerte für den SD-Wert: SD 10-Wert ≤ 33 Masse-% (LA ≤ 33 Masse-%).

Die Erfahrungen haben auch dazu geführt, dass mit den Herstellern von Baustoffgemischen für SoB aus Kalkstein des Unteren Muschelkalk die Zusammensetzung von Baustoffgemischen gemäß ZTV SoB-StB, Abschnitte 2.2 und 2.3 ausschließlich unter Zugabe der nachfolgend aufgeführten Art von feinen natürlichen Gesteinskörnungen 0 - 2 mm (Sand und Edelbrechsand)

- gewaschen, ungebrochen oder
- gebrochen mit einem Feinanteil ≤ 7 Masse-%

vereinbart wurde.

Diese Regelung ergänzt ebenfalls den Abschnitt 3.1.3.2.1, Tab. 4, der ZTV-StB LBB LSA 09, die Anforderungen an die Zusammensetzung von Baustoffgemischen für den Bau von Frostschutzschichten enthält. Der Anteil < 2 mm kann hier auch der Kategorie C_{NR} entsprechen.

5.6.6 Ergebnisse von Kontrollprüfungen

Gesteinskörnungen und Baustoffgemische aus Kalkstein werden seit Jahren erfolgreich im Straßenbau eingesetzt. Zahlreiche Praxisbeispiele belegen seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. In den Jahren 1999/2000 wurde der Kalkstein auch beim Bau der Bundesautobahn A 14, Magdeburg – Halle als Frostschutz- und Schottertragschicht in verschiedenen Verkehrseinheiten eingesetzt. Die Baustoffgemische der Gesteinskörnungen 32 und 45 mm wurden aus dem Kalksteinbruch Förderstedt angeliefert. Das Material wurde durch das damalige Landesamt für Straßenbau Sachsen Anhalt mittels Eignungsbeurteilung (Prüfzeugnis-Nr. ZM 1374/98) eingestuft und zugelassen für den Straßenbau in Sachsen-Anhalt. Auszugsweise sind einige Kontrollprüfergebnisse (Tab. 6) angeführt. Diese belegen einen vertragsgerechten Zustand.

Nach einer Liegezeit von 12 Jahren weisen die Abschnitte auf der BAB A 14 keine Schäden auf. Die Beispiele zeigen, dass es sich unter Berücksichtigung der stofflichen und physikalischen Anforderungen gemäß der technischen Regelwerke beim Kalkstein um einen langlebigen Baustoff handelt.

5.6.7 Erfahrungen und Ausblick

Die Hersteller von Baustoffgemischen aus Kalkstein haben diese zusätzlichen Festlegungen für Anforderungen an Gesteinskörnungen nach Inkraftsetzung durch geeignete technologische Maßnahmen in die Praxis umgesetzt. Insbesondere die Zugabe von Natursanden oder Brechsanden ohne Füllerkomponente hat dazu geführt, dass der bautechnisch kritische Kornanteil kleiner 0,063 mm (Anteil abschlämmbarer Bestandteile) durch die Hersteller sicher eingehalten wird. Daraus resultiert letztendlich eine verbesserte Wasserdurchlässigkeit der mit diesen Materialien eingebauten SoB. Durch die Hersteller in Sachsen-Anhalt wird die Zugabe von Natursanden gegenüber der Zugabe von entfüllerten Brechsanden auf Grund des Rohstoffangebots und der ausreichenden Verfügbarkeit von Natursanden präferiert. In Thüringen erfolgt in größerem Maße die Zugabe entfüllerter Brechsande.

Bisherige Erfahrungen im Aufsichtsbereich der Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt (LSBB) haben gezeigt, dass sich die vorgenannten Festlegungen in der Praxis bewährt haben und bisher keine Frost- oder Tragfähigkeitsschäden bei RStO-gerechtem Aufbau an Straßen, die unter Verwendung von Gesteinskörnungen oder Baustoffgemischen aus Kalkstein gebaut wurden, aufgetreten sind.

Anhang: Übersicht über das Regelwerk für den Straßenbau

Allgemeine bautechnische Grundsätze
Die grundsätzliche Eignung eines Gesteins für den Bereich des Straßenbaus wird in den TL Gestein-StB 04, Fassung 2007 geregelt. In diesem Regelwerk werden Gesteine hinsichtlich ihrer stofflichen, granulometrischen sowie physikalischen Eigenschaften kategorisiert. Zusätzlich wird festgelegt, welche Kategorien in Abhängigkeit des Anwendungsbereiches zu erfüllen sind. In den weiterführenden Regelwerken (z.B. TL SoB-StB 04/07, TL Pflaster-StB 06, TL Asphalt-StB 07, TL Beton-StB 07, etc.) werden gegebenenfalls weitere Kategorien in Abhängigkeit des speziellen Einsatzzweckes des Gesteins festgelegt bzw. eingegrenzt.

Neben den reinen Gesteinseigenschaften sind für den Einsatzzweck als ungebundene Frostschutz- oder Schottertragschicht weitere gemischspezifische Eigenschaften zu erfüllen. Speziell sind dies eine ausreichende Verdichtungsfähigkeit beim Einbau sowie eine gute Tragfähigkeit bei gleichzeitig ausreichender Wasserdurchlässigkeit während der Gebrauchsdauer. Diese notwendigen Eigenschaften am Gemisch sind in den ZTV SoB-StB 04/07 festgelegt.

Technische Lieferbedingungen (TL) und Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)
Für das bundesdeutsche Regelwerk im Straßenbau gilt seit 2004 eine Zweiteilung. Die Technischen Lieferbedingungen (TL) regeln sämtliche Anforderungen, die für die Lieferung eines Bauproduktes einzuhalten sind, die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien (ZTV) regeln den Einbau sowie die Eigenschaften von Materialien im eingebauten Zustand.

TL SoB-StB 04/07 und ZTV SoB-StB 04/07
Die oben genannten Regelwerke gelten für ungebundene Frostschutz-, Schottertrag- und Deckschichten. Speziell in den TL SoB-StB 04/07 werden Anforderungen an die Sieblinien der einzelnen Produkte gestellt, sowie weitere Prüfungen gefordert. Insbesondere für das Produkt Schottertragschicht ergibt sich aus diesen Anforderungen, dass für die Herstellung dieses Produkts eine Vorklassierung und eine zielgenaue Zusammensetzung des Baustoffgemisches erforderlich sind.

Tab. 6 Ergebnisse der nach 5 Jahren durchgeführten Kontrollprüfungen für eingesetzte Kalksteinprodukte beim Bau der Bundesautobahn A 14.

	B 71 Ostrampe Station 0+380	**B 71 Westrampe Station: 0+200**	**B 185n Station 2+300**
Gesteinskörnung – Korngrößen-verteilung (Durchgang)	**B 2 - 0/32**	**B 2 - 0/32**	**B 2 - 0/45**
< 0,063 mm	4,7 M.-%	4,9 M.-%	2,8 M.-%
0,09 – 0,25 mm	6,3 M.-%	6,5 M.-%	4,3 M.-%
0,25 – 0,71 mm	14,1 M.-%	12,3 M.-%	13,3 M.-%
0,71 – 2,0 mm	19,6 M.-%	25,9 M.-%	18,5 M.-%
2,0 – 5,0 mm	25,5 M.-%	31,4 M.-%	24,5 M.-%
5,0 – 8,0 mm	32,0 M.-%	37,8 M.-%	32,0 M.-%
8,0 – 11,2 mm	44,3 M.-%	41,2 M.-%	39,5 M.-%
11,2 – 16,0 mm	64,5 M.-%	63,9 M.-%	53,2 M.-%
16,0 – 22,4 mm	81,1 M.-%	80,0 M.-%	66,9 M.-%
22,4 – 31,5 mm	100,0 M.-%	91,6 M.-%	88,6 M.-%
31,5 – 45,0 mm		100,0 M.-%	100,0 M.-%
Tragfähigkeit (Ev_2)	164,9 MN/m²	120,2 MN/m²	138,5 MN/m²
Ev_2/Ev_1	2,19	2,09	1,26
Verdichtungsgrad (Dpr)	> 103 %	> 103 %	> 103 %
Wasserdurchlässigkeit (k_f)	1,9 x 10^{-4} m/s	1,4 x 10^{-4} m/s	2,7 x 10^{-4} m/s
	B 185n Station 3+500	**B 185n Station 2+800**	**B 185n Station 4+070**
Gesteinskörnung – Korngrößen-verteilung (Durchgang)	**B 2 - 0/45**	**B 1 - 0/45**	**B 1 - 0/45**
< 0,063 mm	2,9 M.-%	4,2 M.-%	3,7 M.-%
0,09 – 0,25 mm	4,5 M.-%	5,9 M.-%	5,1 M.-%
0,25 – 0,71 mm	13,6 M.-%	16,0 M.-%	14,1 M.-%
0,71 – 2,0 mm	18,7 M.-%	22,3 M.-%	20,2 M.-%
2,0 – 5,0 mm	24,8 M.-%	28,7 M.-%	27,9 M.-%
5,0 – 8,0 mm	32,7 M.-%	38,0 M.-%	36,8 M.-%
8,0 – 11,2 mm	43,5 M.-%	46,1 M.-%	45,5 M.-%
11,2 – 16,0 mm	56,1 M.-%	59,7 M.-%	57,2 M.-%
16,0 – 22,4 mm	72,3 M.-%	73,8 M.-%	71,6 M.-%
22,4 – 31,5 mm	81,4 M.-%	86,8 M.-%	84,3 M.-%
31,5 – 45,0 mm	100,0 M.-%	100,0 M.-%	100,0 M.-%
Tragfähigkeit (Ev_2)	129,1 MN/m²	152,1 MN/m²	154,9 MN/m²
Ev_2/Ev_1	1,35	1,08	1,74
Verdichtungsgrad (Dpr)	> 103 %	> 103 %	> 103 %
Wasserdurchlässigkeit (k_f)	2,7 x 10^{-4} m/s	1,7 x 10^{-4} m/s	2,4 x 10^{-4} m/s

TL Asphalt-StB 07 und ZTV Asphalt-StB 07
Diese Regelwerke gelten für die Konzipierung, Herstellung und den Einbau von Asphaltmischgut. Dabei grenzen die TL Asphalt-StB 07 insbesondere die Kategorien der Lieferkörnungen derart ein, dass nicht alle Gesteinsarten für alle Asphaltmischgutarten eingesetzt werden dürfen. Bei bestimmten Asphaltmischgutsorten sind dabei an die Gesteine die höchsten Anforderungen gestellt, die in den TL Gestein-StB 07 beschrieben sind. Gesteinskörnungen aus Kalkstein können im Allgemeinen für alle Arten und Sorten von Asphalttragschichtmischgut eingesetzt werden.

TL Beton-StB 07 und ZTV Beton-StB 07
Beide Regelwerke gelten für Verfestigungen, hydraulisch gebundene Tragschichten sowie alle Arten von Beton für den Fahrbahnaufbau. Einschränkungen für den Einsatz von Kalkstein sind lediglich Anforderungen, die für den Oberbeton in der Fahrbahn festgelegt sind; speziell sind dies der Polierwiderstand der Gesteinskörnung sowie die Frost-Tausalz- Beständigkeit.

DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
Der Teil 2 der DIN 1045 regelt die Anforderungen an die Baustoffe für die Herstellung von Tragwerken aus Beton und stellt die nationalen Anwendungsregeln der europäischen Norm EN 206-1 dar. Ein Einsatz von Kalkstein ist auf Grund der Festlegungen an die Gesteinseigenschaften grundsätzlich möglich.

Literatur und Quellen

Bundesamt für Statistik (2012): Straßennetz in Sachsen-Anhalt, Stand 01.01.2012

Schäfer, I. & Röhling, S. (2012): Karbonatgesteine.- Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland.- Geol. Jb., Sonderhefte, SD 10, 85-112, 30 Abb., 4 Tab., Hannover.

Stedingk, K. & Hafner, F. (2012): Hartgesteine (gebrochene Natursteine).- in: Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland.- Geol. Jb., Sonderhefte, SD 10, 85-112, 30 Abb., 4 Tab., Hannover.

Bohrkernabschnitte aus einer Asphaltbinderschicht einer Bundesstrasse in der Prüf- und Kalibrierstelle der Landesstraßenbaubehörde Halberstadt.

Die Schauhöhlen bei Rübeland bildeten sich durch die Verkarstung von oberdevonischem Massenkalk. Auch diese Objekte unterstehen der Bergaufsicht (s. Kap. 2.2). Hier ein Blick in die Hermannshöhle.

5.7 Lagerstättengeologische Grundlagen der höchstrichterlichen Entscheidung zum Bodenschatz Bentonit / Quarzsand Colbitz

Grit Balzer & Klaus Stedingk[1]

Kurzfassung
Am Fallbeispiel einer Verwaltungsstreitsache im Norden des Landes Sachsen-Anhalt wird die höchstrichterliche Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts erläutert, die u.a. das Vorhandensein wirtschaftlich gewinnbarer mineralischer Rohstoffe sowie die Einstufung von Bodenschätzen nach BBergG § 3, Abs. 4 zu berücksichtigen hatte. Die Frage der Existenz wertvoller Bodenschätze auf den Flurstücken des Klägers, die aufgrund eines Planfeststellungsbeschlusses vom Neubau der A 14 Magdeburg-Wittenberge-Schwerin dauerhaft beansprucht werden, konnte eindeutig geklärt werden. In seiner Entscheidung verwies der 9. Senat des Bundesverwaltungsgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 11. Mai 2011 und wies am 25. Mai 2011 die Klage ab. Im Folgenden werden die lagerstättengeologischen Fakten, die dem Urteil zu Grunde lagen, zusammengefasst dargestellt.

5.7.1 Einführung und Sachverhalt

Im Oktober 2004 wurde das Raumordnungsverfahren für den Neubau der A 14 Magdeburg-Wittenberge-Schwerin (Verkehrseinheit 1.2, Anschlussstelle (AS) Wolmirstedt bis Bundesstraße B 189 nördlich Colbitz) durch die landesplanerische Beurteilung der Obersten Landesplanungsbehörde abgeschlossen. Mit Erlass vom 12. April 2005 bestimmte das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen die Linienführung des Gesamtvorhabens. Am 30. Januar 2009 beantragte der Landesbetrieb Bau Sachsen-Anhalt beim LVwA die Durchführung des Planfeststellungsverfahrens. Nach vorheriger ortsüblicher Bekanntmachung lagen die Planunterlagen ordnungsgemäß aus. Die Bekanntmachung enthielt den Hinweis auf die Möglichkeit, bis zum 6. April 2009 Einwendungen zu erheben. Der Planfeststellungsbeschluss (PFB) des Landesverwaltungsamts Sachsen-Anhalt erging am 5. März 2010.

In seinem Einwendungsschreiben vom 3. April 2009 machte der Kläger geltend, er betreibe auf seinen von der geplanten Trasse beanspruchten Grundstücken (Größe ca. 7 ha) in der Gemarkung Colbitz den Abbau von Sand und Ton aufgrund einer nach wie vor gültigen Abbaugenehmigung (erteilt vom zuständigen Landkreis nach Naturschutzgesetz LSA nicht nach BBergG). Seine Flächen enthielten grundeigene Bodenschätze von erheblichem Wert und besonderer wirtschaftlicher Bedeutung, die bei einer Verwirklichung des Planvorhabens unwiederbringlich verloren gingen. Mit Rücksicht darauf hätte eine andere Trassenführung gewählt werden müssen, bei der eine Inanspruchnahme seines Grundbesitzes hätte vermieden werden können.

Der Kläger beantragte:
(a) den Planfeststellungsbeschluss des Beklagten (Landesverwaltungsamt als Planfeststellungsbehörde) vom 5. März 2010 aufzuheben,
(b) die Rechtswidrigkeit und Nichtvollziehbarkeit dieses Planfeststellungsbeschlusses festzustellen,
(c) den Beklagten zu verpflichten, den Planfeststellungsbeschluss dahingehend zu ändern oder zu ergänzen, dass Schutzauflagen geschaffen werden, die es dem Kläger ermöglichen, in seinen von der Trasse durchschnittenen Grundstücken, die darin befindliche Bodenschätze abzubauen,
(d) ggf. den Beklagten zu verpflichten, den Planfeststellungsbeschluss um die Feststellung zu ergänzen, dass dem Kläger dem Grunde nach ein Entschädigungsanspruch für den Wegfall der Abbaumöglichkeit der vorhandenen Bodenschätze auf den genannten Grundstücken zusteht.

Der Kläger hielt den Planfeststellungsbeschluss vor allem deshalb für abwägungsfehlerhaft, weil er nicht berücksichtige, dass sein Grundbesitz wertvolle Tone und Quarzsande enthalte, die er im Rahmen eines bereits betriebenen Unternehmens abzubauen beabsichtige.

In diesem Zusammenhang behauptete der Kläger, dass
- auf seinen Flurstücken grundeigene Bodenschätze wie *„wertvoller Quarzsand und noch wertvollerer Bentonit/Montmorillonit“* vorhanden seien und weiterhin
- *„Die labormäßigen Auswertungen von Proben aus*

1 Dipl.-Geoln. Grit Balzer & Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale).

Bohrungen und aus Schürfgruben ergeben, dass es sich um die grundeigenen Bodenschätze gem. BBergG § 3 montmorillonitreiche Tone und Quarzitsande handelt.“

Zur Bekräftigung seiner Behauptung zum Vorhandensein wirtschaftlich gewinnbarer Bodenschätze auf seinen Flurstücken legte der Kläger verschiedene Untersuchungsberichte beauftragter Ingenieurbüros bzw. Messergebnisse vor:

(a) Vorratsabschätzung Ton/Sandabbau Colbitz-Österlinge (Geologie und Analytik vom 15.05.2006),
(b) Röntgendiffraktometrische Untersuchungen (Laborprotokolle vom 21.04.1998, 20.09.2005) und
(c) Geophysikalische Messungen zur Erkundung der Lithologie des Untergrundes.

Dem Beklagten standen in der Verwaltungsstreitsache Stellungnahmen des Landesamtes für Geologie und Bergwesen (vom 30. Januar 2006, 12. März 2010 und vom 11. April 2011) sowie die Verkehrswerteinschätzung eines Sachverständigen (vom 28. April 2010) zur Verfügung. Über die beratende Tätigkeit im Rahmen eines Amtshilfeersuchens hinaus wurde das Landesverwaltungsamt von einem Mitarbeiter des LAGB als Sachbeistand während der mündlichen Verhandlung beim Bundesverwaltungsgericht begleitet.

5.7.2 Geologisch-lagerstättenwirtschaftliche Situation und Rohstoffe

Das betreffende Gebiet wurde großräumig von eiszeitlichen Ablagerungen, zuletzt durch die Saale-Eiszeit geprägt. Diese pleistozänen Lockergesteinsablagerungen bestehen aus Geschiebemergel / -lehm (saalezeitliche Grundmoräne), aus lokal verbreiteten glazilimnischen Beckentonen und/oder -schluffen und aus z.T. mächtigen Schmelzwassersanden. Geringmächtige Decksande können die Geschiebemergel überlagern. Im Liegenden der pleistozänen Abfolge sind tertiäre Tone (Rupelton) verbreitet. Die Lagerungsverhältnisse können durch die eiszeitliche Überprägung gestört sein. D.h. die Schichten können gestaucht, verfaltet oder umgelagert sein. Das Normalprofil auf den Flurstücken des Klägers gemäß der Vorratsabschätzung (s.o) zeigt Tab. 1.

Der tiefere geologische Untergrund gehört zur regionalgeologischen Einheit der „Scholle von Calvörde“.

Gegenstand einer möglichen Abbautätigkeit könnten demnach sowohl die pleistozänen Sande (überwiegend im Nassschnitt) als auch die pleistozänen Beckentone/-schluffe bzw. der Geschiebemergel sein (Abb. 1), die im Folgenden getrennt betrachtet werden.

5.7.2.1 Sand

Bei den anstehenden Sanden in der Sand/Tongrube Colbitz handelt es sich um pleistozäne Fein-, Mittel- und Grobsande, die unaufbereitet als Dammschüttmaterial und Auffüllmassen eingesetzt werden können. Diese Sande sind regional und überregional weit verbreitet.
Obwohl diese genetisch bedingt meist einen hohen Quarzkornanteil aufweisen, sind sie generell keine grundeigenen Bodenschätze im Sinne des Bundesberggesetzes (BBergG §3, Abs.4), wenn nicht ein mindestens 80%-iger Quarzgehalt und die Eignung zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium durch

Tab. 1 Gemäß der Vorratsabschätzung vorhandene Schichtenfolge auf den Flurstücken des Klägers.

Lithologie	Mächtigkeit (m)	Stratigraphie	Verbreitung
„Mutterboden“	0,2 – 0,3	Holozän	
Decksand	0,5 – 0,6	Pleistozän gf S 1n	nur im Osten
Geschiebemergel/ -lehm	5 - 8	Pleistozän g S 1	nach Westen zunehmende Mächtigkeit
Beckenton/ -schluff	10 - 15	Pleistozän g S 1	im Osten größere Mächtigkeiten, fehlt im Zentralteil
Fein- bis Mittelsande	10 - > 30	Pleistozän gf E 2n – S 1v	gesamtes Grundstück
Ton	> 20m	Rupel (Tertiär)	gesamtes Grundstück

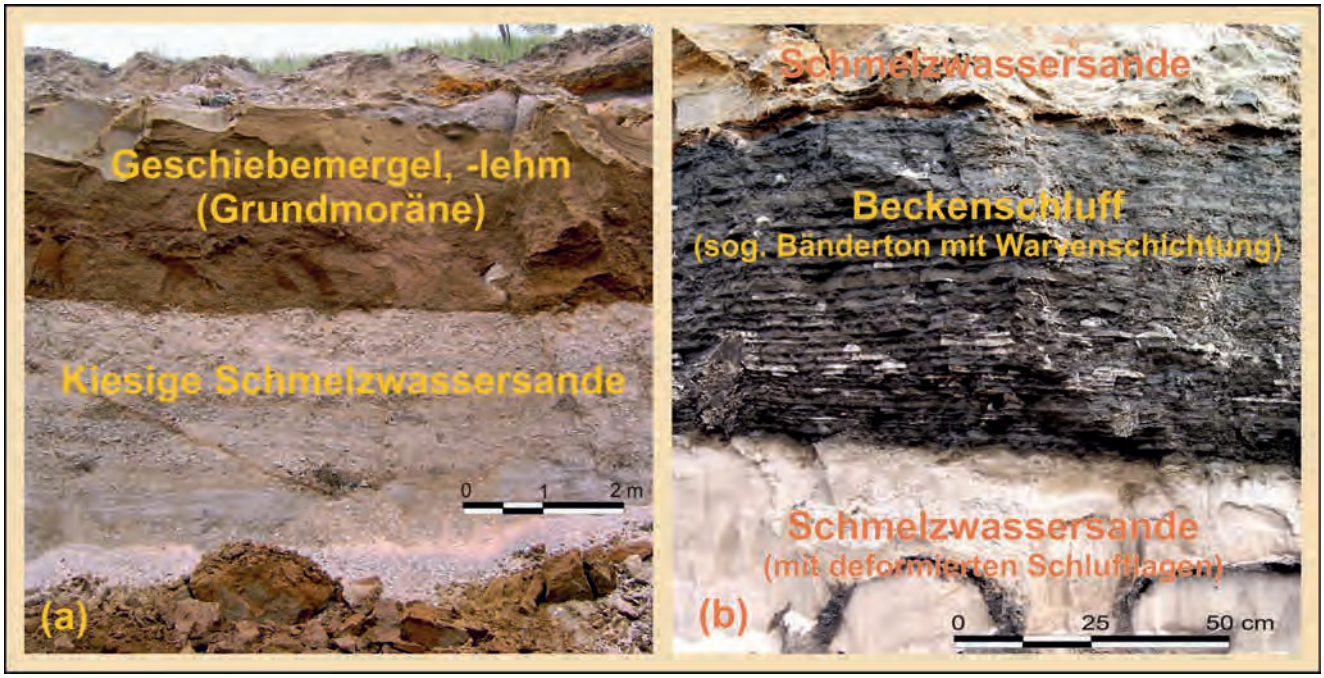


Abb. 1 Typische eiszeitliche Ablagerungen von Kiessand, Sand, Ton und Mergel, die weite Teile Norddeutschlands bedecken. (a) Unsortierter Geschiebemergel, /-lehm der Grundmoräne überlagert kiesige Schmelzwassersande. (b) Beckenschluff-Lage (so genannter Bänderton) mit Warvenschichtung von Schmelzwassersanden unter- und überlagert (Fotos S. Wansa).

den Segerkegeltest (SK >26) nachgewiesen sind. Für die auf den Flurstücken des Klägers anstehenden Sande lagen keine zuordenbaren Analysenergebnisse vor. Ein Antrag auf Bodenschatzeinstufung nach BBergG § 3, Abs. 4 wurde durch den Kläger beim LAGB zu keiner Zeit gestellt.

Wirklich wertvolle Quarzsande, die als Rohstoff z.B. in der Glasindustrie eingesetzt werden können, haben andere genetische Bildungsbedingungen und sind in anderen stratigraphischen Einheiten (z.B. Tertiär oder Kreide) verbreitet. Derartige Sande haben üblicherweise Quarzgehalte von mindestens 98 M.-% (Werner & Kleeberg 2012).

5.7.2.2 Ton und Bentonit

Tone sind klastische Sedimente, deren Bestandteile überwiegend kleiner 2 µm sind und die in diesem Korngrößenbereich überwiegend aus Silikaten bestehen. Die Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten von Tonrohstoffen werden bestimmt durch ihre unterschiedliche mineralogische Zusammensetzung (Bestandteile sind Tonminerale, Quarz, Calcit, Feldspat u.a.).

Unter Zugrundelegung des regionalgeologischen Kenntnisstands ließen die Beckentone/-schluffe in der Sand-/Tongrube Colbitz weder außergewöhnlichen Qualitätsmerkmale noch eine Einstufbarkeit als grundeigener Bodenschatz im Sinne des BBergG erwarten (Karpe et al. 2005, Stedingk et al. 2005). In Sachsen-Anhalt sind entsprechende pleistozäne Ablagerungen als Grundeigentümerbodenschätze eingestuft, für deren Gewinnung es einer Abbaugenehmigung durch den zuständigen Landkreis bedarf.

Qualitätsparameter

Im Rahmen des Verfahrens war insbesondere die Behauptung des Klägers zu prüfen, ob sich auf seinen Flurstücken wertvoller Rohbentonit befindet.

Bentonit ist ein Gestein mit hohen Gehalten an Tonmineralen der Smektit-Gruppe (z.B. Montmorillonit). Smektite sind quellfähige Schichtsilikate, die in den Zwischenschichten Flüssigkeiten und verschiedene organische und anorganischen Kationen einlagern können. Als Richtwerte geben Lorenz & Gwosdz (1997) für den **Rohbentonit** einen Gehalt von > 70 M.-% Montmorillonit und einen Kornanteil < 2 µm von über 80 M.-% an. Nach der "Gutachterlichen Bewertung von grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des § 3, Abs. 4 Ziffer 1 BBergG durch die Staatlichen Geologischen Dienste" (2007) gilt ein Ton als Bentonit, wenn er über 60 M-% Smektit enthält. Bentonite entstehen autochthon durch Verwitterung über vorwiegend basischen Gesteinen bei alkalischem Milieu bzw. durch hydrothermale Alteration oder allochthon durch Umlagerung verwitterter Gesteine. In Sachsen-Anhalt sind keine Lagerstätten von Bentoniten oder montmorillonitreichen Tonen verbreitet.

Bentonit wird in sehr vielen verschiedenen Anwendungsgebieten eingesetzt; die qualitativen Anforderungen differieren daher stark. Bei allen Bentonit-Varietäten

kann eine Nassaufbereitung auf Grund der hohen Quellfähigkeit, Viskosität und Thixotropie nicht durchgeführt werden (Kleeberg & Börner 2012, Druckmanuskript lag dem Gericht vor).

Der Kläger legte als Nachweis für einen Rohbentonit zwei röntgendiffraktometrische Untersuchungsergebnisse vor:
(1) Laborprotokoll vom 21.04.1998
- Datum und Ort der Probenahme unbekannt (vermutlich wurde der oberflächennah anstehende Geschiebemergel beprobt).
  Die Untersuchung der zwei Proben erfolgte in der Kornfraktion < 63 µm, die laut Analysenprotokoll einen Anteil von 30 M.-% bzw. 23 M.-% an der Gesamtprobe hatte. Innerhalb dieser Fraktion (< 63 µm) wurden die Anteile der Tonminerale (TM) orientierend mit 25 bzw. 35 M-% bestimmt. Der Gehalt an Mixedlayer Tonmineralen (ML), hier einem Wechsellagerungsmineral aus Illit und Smektit (Montmorillonit), betrug jeweils 15 M.-%. Reine Montmorillonite wurden nicht nachgewiesen. Bezogen auf die Gesamtprobe ergibt sich also ein Gehalt von rund 3-5 M-% ML-Tonmineralen. Bei der Bestimmung der Nichttonminerale wurde Quarz in der Fraktion < 63 µm mit 67 M.-% angegeben.

(2) Laborprotokoll vom 20.9.2005
- Tonprobe aus Bohrung auf dem Grundstück des Klägers in 15,5 m Teufe
- In der Fraktion < 63 µm wurde die Summe der Tonminerale mit 39 M.-% und die Summe der Nichttonminerale mit 61 M-% bestimmt. Dabei entfallen 23 M.-% auf Mixed Layer-Dreischichttonminerale (Illit / Smektit). Dieser Wert entspricht den aus der Literatur bekannten Werten vergleichbarer Becken- oder Bändertone (z.B. liegt der Schwankungsbereich der Smektit-Illit-mixed-layer-Minerale in allen pleistozänen Bändertonen Brandenburgs zwischen 2 und 31 M.-%). Zusätzlich wurde von dieser Tonprobe auch die Fraktion < 2 µm analysiert, die erwartungsgemäß einen viel höheren Anteil an Tonmineralen von insgesamt 90 M-% (65 M-% ML-Tonminerale) aufweist, aber eben nur in dieser Fraktion. Wie hoch der Anteil der Fraktion < 2 µm an der Gesamtprobe ist, ist nicht bekannt.

Die vorgelegten röntgendiffraktometrischen Untersuchungergebnisse waren ein eindeutiger Beweis dafür, dass es sich nicht um einen hochwertigen Rohbentonit handeln kann.

Für die wirtschaftlich sinnvolle Nutzung einer Tonlagerstätte ist ihre mineralogisch-geochemische Beschaffenheit entscheidend. Die geringen Gehalte an Mixed layer-Tonmineralen im Rohton schließen eine sinnvolle Nutzung des Materials für die vom Kläger genannten Einsatzmöglichkeiten (z.B. in der Medizin, Pharmaindustrie oder Mikrochipherstellung) u.a. wegen der fehlenden Quellfähigkeit aus.
In der Vergangenheit wurden die Beckentone bzw. -schluffe nordöstlich von Colbitz (dort stehen sie oberflächennah an) als Rohstoffe für die Ziegelei Colbitz gewonnen. Auf Grund der mangelnden Rohstoffqualität (u.a. zu hoher Kalkgehalt) stellte man hier die Produktion ein.

5.7.2.3 Aufbereitbarkeit des Rohmaterials

Der Kläger und auch ein Sachverständiger gingen in ihren Berechnungen zum Wert der Bodenschätze davon aus, dass die analytisch bestimmten Tonminerale (Mixed Layer-Dreischichttonminerale) und hochreiner Quarzsand separat gewonnen, aufbereitet und vermarktet werden können. Dazu wurde als Beweis eine Patentanmeldung „Aufbereitung natürlicher Tonvorkommen“ beigefügt.
Das nur unvollständig verbal beschriebene Aufbereitungsverfahren (ein übliches Verfahrensschema fehlte) ließ keine außergewöhnlichen technischen Besonderheiten erkennen. Zur praktischen Einsetzbarkeit (Selektivität, Ausbringen) wurden ebenso wenig konkrete Angaben gemacht wie zum möglichen Aufbereitungserfolg (marktfähige Produkte). Erfahrungsgemäß setzt die Erzeugung hochreiner Quarzsande (für Flachglas und Solaranlagen) und von Spezialton (Bentonit) Lagerstättenqualitäten voraus, die hier in keiner Weise nachgewiesen werden konnten. An der Praxistauglichkeit bzw. Patentfähigkeit des in der Klageschrift erwähnten Aufbereitungsverfahrens bestanden aus Sicht des LAGB erhebliche Zweifel. Während der mündlichen Verhandlung am 11. Mai 2011 erhielt der Kläger Gelegenheit, sein geplantes Aufbereitungsverfahren näher zu erläutern bzw. die Patenanmeldung zu belegen. In beiden Fällen war keine Klarheit zu erlangen. Nach heutigem Stand von Wissenschaft und Technik ist eine wirtschaftliche Separation von Tonmineralen durch Aufbereitung von Geschiebemergeln oder Beckentonen im technischen Maßstab nicht darstellbar (Kleeberg & Börner 2012).

5.7.3 Bewertung und Fazit

Die vom Kläger eingereichten Untersuchungsergebnisse ergaben keinerlei Anhaltspunkte für anstehende Rohstoffe wie Bentonit oder hochwertigen Quarzsand in der Sand-/Tongrube Colbitz. Die zu erwartenden Schichtenfolgen sind als gewöhnliche eiszeitliche Sandablagerungen und Geschiebemergel bzw. Beckenton und -schluff anzusprechen, die keine mineralogisch-geochemischen Besonderheiten im Sinne eines hochwertigen Bodenschatzes aufweisen. Dieses Material steht in der Region großräumig an. Vergleichbares Rohmaterial wird nach Kenntnis des LAGB in Deutschland an keiner Stelle für die vom Kläger benannten Verwendungsmöglichkeiten gewonnen bzw. aufbereitet. Solche pleistozänen

Beckentone/-schluffe und Sande unterliegen nicht dem Bergrecht, sondern sind als Grundeigentümerbodenschatz einzustufen, sofern eine Gewinnung beabsichtigt wird.

Grundsätzlich ist durch Aufbereitung die Veredelung eines Rohstoffes möglich. Als Aufbereitung gelten dabei Verfahren, die im technischen Maßstab nach dem jeweiligen Stand der Technik wirtschaftlich durchführbar sind. Die vom Kläger einzusetzende Verfahrenstechnik wurde jedoch nicht hinreichend und nicht nachvollziehbar erläutert.

In seiner Entscheidung folgte das Bundesverwaltungsgericht den fachbehördlichen bzw. sachverständigen Stellungnahmen, die darin übereinstimmten, dass im Planungsraum keine Lagerstätten von Bentonitton oder montmorillonitreichen Tonen vorhanden sind und es sich bei den sandigen Ablagerungen im Grundbesitz des Klägers lediglich um gewöhnliche Sande handelt, wie sie in der Altmarkregion häufig vorkommen.
Die Klage wurde daher abgewiesen und der Wert des Streitgegenstandes auf 60 000 € festgesetzt. Laut Zeitungsberichten (DPA vom 11.05.11) bezifferte der Unternehmer den Wert seiner Bodenschätze auf 251 Mio. Euro.

Literatur und Quellen

Ad-hoc-AG Rohstoffe (2007): Gutachterliche Bewertung von grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des § 3, Abs.4 Ziffer 1 BBergG durch die Staatlichen Geologischen Dienste. (s. dieses Heft, Anhang II).

Bundesverwaltungsgericht (Dokumentationsstelle) (2011): Entscheidung in der Verwaltungsstreitsache Planfeststellungsbeschluss für den Neubau der Bundesautobahn A 14 Magdeburg-Wittenberge-Schwerin (Verfahren BVerwG 9 A 15.10).

Karpe, P., Stedingk, K., Höringklee, P. & Präger, P. (2005): Perspektiven für die nicht-keramische Nutzung von Tonrohstoffen Sachsen-Anhalts.- in: Rohstoffbericht 2005 - Verbreitung, Nutzung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt.- Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band **9**, 123-136, 3 Abb., , Halle (Saale).

Kleeberg, K. & Börner, A. (2012): Tone und tonige Gesteine.- in: Steine- und Erden- Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland.- Geol. Jb., Sonderhefte, **SD 10**, 51-84, 22 Abb., 6 Tab., Hannover.

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt: Stellungnahmen vom 30. Januar 2006, 12. März 2010 und vom 11. April 2011.

Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt (2012): Planfeststellungsverfahren für das Vorhaben „Neubau der Bundesautobahn A 14 Magdeburg – Wittenberge – Schwerin VKE 1.3 - B 189 nördlich Colbitz bis Dolle

Lorenz, W. & Gwosdz, W. (1997): Bewertungskriterien für Industrieminerale, Steine und Erden, Teil 1. Tone.- Geol. Jb., **H 2**, 108 S., 8 Abb., 62 Tab.; Hannover.

Stedingk, K., Uebel, M. & Reiche, D. (2005): Ergebnisse des EFRE-Projekts „Untersuchungen an ausgewählten Ziegelton-Rohstoffen Sachsen-Anhalts“ Keram-technische Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen.- in: Rohstoffbericht 2005 - Verbreitung, Nutzung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt.- Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 9, 57-122, 22 Abb., 1 Tab., Halle (Saale).

von Malottky, W.-D.: Verkehrswerteinschätzung vom 28. April 2010.

Werner, W. & Kleeberg, K. (2012): Quarzrohstoffe und Industriesande.- in: Steine- und Erden- Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten in der Bundesrepublik Deutschland.- Geol. Jb., Sonderhefte, **SD 10**, 185-218, 23 Abb., 3 Tab., Hannover.

Bahnabfrachtung von Grauwacke-Schotter bei Quedlinburg.

5.8 Der Rohstofftag des Landes Sachsen-Anhalt in Löbejün

Klaus Stedingk [1] & Andreas Scholtyssek[2]

Der 5. Rohstofftag des Landes Sachsen-Anhalt fand am 1. September 2010 unter dem Leitthema „Rohstoffgewinnung und Flächenmanagement“ im Löwe-Saal des Historischen Stadtguts Löbejün statt. Die Veranstaltung wurde - wie bereits in den Vorjahren – gemeinsam von den Industrie- und Handelskammern (IHKn) Halle-Dessau und Magdeburg, dem Unternehmerverband Mineralische Baustoffe e.V. (UVMB) sowie dem Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) des Landes Sachsen-Anhalt ausgerichtet. Die Palette der Beiträge war an diesem Tag ungewöhnlich breit gefächert und reichte von der Planung, Genehmigung und Flächenmanagement von Abbauvorhaben bis hin zu Innovationen in der Lagerstättenwirtschaft. Mit dem Rohstofftag 2010 bestand für die Vertreter aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung ein Forum, auf dem aktuelle Entwicklungen, Probleme und Lösungsansätze der Rohstoffwirtschaft sachbezogen diskutiert werden konnten (Abb. 1 und 2).

Abb. 1 Begrüßung der Teilnehmer des 5. Rohstofftags durch den Hausherrn, den Bürgermeister der Stadt Löbejün Thomas Madl (am Rednerpult). Im Vorsitz (von links nach rechts): RA Gerald Rollet (Geschäftsführer des Unternehmerverbands Mineralische Baustoffe e.V.), Staatssekretär Thomas Pleye (Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt), Carola Schaar (Präsidentin der Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau), Ltd.-Bergdirektor Frank Esters (Landesamt für Geologie und Bergwesen).

Carola Schaar, die Präsidentin der Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau, begrüßte die rund 100 Teilnehmer und eröffnete den 5. Rohstofftag des Landes Sachsen-Anhalt. In ihren Ausführungen wies Frau Schaar darauf hin, dass Sachsen-Anhalt aufgrund seiner reichhaltigen Rohstoffressourcen hervorragend aufgestellt sei. Hochqualitative Lagerstätten seien die Grundlage für eine vielseitige Gewinnung und die kostengünstige

Abb. 2 Ein sachverständiges Publikum von Vertretern aus Wirtschaft, Politik und Verwaltungen folgte den Beiträgen im Löwe-Saal des Historischen Stadtguts Löbejün.

1 Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale);
2 Andreas Scholtyssek, IHK Halle-Dessau, Franckestraße 5, 06110 Halle (Saale).

Verfügbarkeit wertvoller Rohstoffe. Diese Fakten stellten zugleich einen wichtigen Standortvorteil für Sachsen-Anhalt dar. Umso entscheidender seien daher die landes- und regionalplanerischen Weichenstellungen für eine - auch über die Grenzen von Sachsen-Anhalt hinaus - langfristig gesicherte Rohstoffversorgung. Damit werde insgesamt gesehen ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Wirtschaftskraft und Beschäftigung in Sachsen-Anhalt erbracht.

Als Vertreter des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit ging Staatssekretär ***Thomas Pleye*** in seinem Beitrag auf die *Bedeutung und Zukunftsperspektiven der Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt* ein. Sachsen-Anhalt in der Mitte der Bundesrepublik trage nach wie vor erheblich zur Versorgung Deutschlands, aber auch der Weltmärkte, mit mineralischen Rohstoffen bei. Im Hinblick auf die internationalen Rohstoffmärkte sei hier beispielhaft die Kaliindustrie mit dem Kaliwerk Zielitz, aber auch mit der Potenziallagerstätte bei Roßleben zu erwähnen. Rund zwei Drittel der Gesamtförderung mineralischer und energetische Bodenschätze in Sachsen-Anhalt entfielen allerdings auf die Steine- und Erden-Rohstoffe. Der Abbau von Kies und Sand, gebrochenem Naturstein und Kalkstein sowie Tonen und Quarzsanden bildeten die Basis für eine leistungsfähige Industrie. Die derzeitige und künftige Verfügbarkeit von Rohstoffen sei zugleich eine unverzichtbare Voraussetzung für die weitere industrielle Entwicklung sowie den Ausbau der Infrastruktur in unserem Bundesland. Besonders hob Staatssekretär Pleye die Standortgebundenheit der Rohstoffgewinnung hervor, die mit konkurrierenden Ansprüchen an die Flächennutzung oft nicht leicht in Einklang zu bringen sei. Ein Handlungsfeld sei daher u.a. die Landesplanung und damit der Landesentwicklungsplan. Der Stellenwert der Rohstoffsicherung in der öffentlichen und politischen Wahrnehmung habe eindeutig zugenommen. Hierdurch erhalte die Daseinsvorsorge eine weit höhere Aufmerksamkeit als noch vor wenigen Jahren. Der Landesentwicklungsplan 2010 spiegele dieses gestiegene Problembewusstsein deutlich wider. Der Sicherung überregional bedeutsamer Rohstoffvorkommen werde mit diesem Entwurf weitgehend Rechnung getragen.

Mit der Braunkohle gebe es einen weiteren wertvollen Bodenschatz, der gegenwärtig fast ausschließlich zur Energiegewinnung genutzt werde. Hier gelte es, in Zukunft zweigleisig zu fahren. Wegen ihrer spezifischen Eigenschaften sei die wachs- und bitumenreiche Braunkohle Mitteldeutschlands als zukünftige Rohstoffbasis der chemischen Industrie besonders prädestiniert (s. Kap. 5.1 und 5.2). Aus diesem Grund fokussiere das Projekt “ibi“ als Regionaler Wachstumskern auf diesen Rohstoff. In der mitteldeutschen Region lagerten nach derzeitigem Erkundungsstand insgesamt ca. 10 Milliarden Tonnen geologischer Vorräte, von denen möglicherweise bis zu 3,5 Milliarden Tonnen wirtschaftlich förder- und veredelbar sein könnten. Es gelte daher nachzuweisen, dass in der mitteldeutschen Region Braunkohlenpotentiale vorhanden sind, die

- quantitativ und qualitativ den langfristigen Betrieb von innovativen Veredlungsanlagen ermöglichen und
- unter den gegebenen ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen auch gewonnen werden können und damit die geplante Großinvestition in unserem Raum rechtfertigen.

Ein Kernziel bleibe, in unserer Gesellschaft Akzeptanz für Abbauvorhaben zu schaffen und zu erhalten. Unter dem Aspekt der Notwendigkeit einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Rohstoffgewinnung seien regelmäßig Informationen zu Fragen der Genehmigungsverfahren, des Abbaus, der Flächeninanspruchnahme und zur Wiedernutzbarmachung zu geben. Nicht zuletzt gelte es, mit einer sachgerechten Öffentlichkeitsarbeit örtliche Akzeptanz für eine umweltgerechte Rohstoffversorgung zu erreichen.

Im ersten Themenblock „Planung und Genehmigung“ legte ***Dr. Dietmar Jung***, Geschäftsstellenleiter der Regionalen Planungsgemeinschaft Harz, den *„Aktuellen Stand der Rohstoffsicherung in der Regionalplanung“* dar. Der Referent untergliederte seinen Vortrag in drei Themen:

- Neue/aktuelle landesplanerischen Vorgaben für die Regionalplanung zur Rohstoffsicherung,
- Stand der Rohstoffsicherung in den fünf Regionalen Entwicklungsplänen Sachsen-Anhalts,
- Künftige Anforderungen an die Regionalplanung in Sachsen-Anhalt unter dem Aspekt der Rohstoffsicherung.

Einen Schwerpunkt seiner Ausführungen bildeten die zu erwartenden Auswirkungen des LEP ST 2010 nach seinem Inkrafttreten auf die Regionalplanung. Neu gefasst bzw. neu aufgenommen seien z.B. die

- Definition der Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung (VRG-RG). *„VRG-RG sind Gebiete mit erkundeten Rohstoffvorkommen, die bereits wirtschaftlich genutzt werden, die für eine wirtschaftliche Nutzung vorgesehen sind oder in denen das Rohstoffvorkommen wegen seiner volkswirtschaftlichen Bedeutung geschützt werden soll.“* Im Unterschied zum LEP ST 1999 ändert sich der Status des Vorranggebiets für Rohstoffgewinnung vom Grundsatz zum Ziel der Raumordnung im LEP ST 2010.
- Zweckbestimmung der Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung. *„VRG-RG dienen dem Schutz von erkundeten Rohstoffvorkommen insbesondere vor Verbauung und somit der vorsorgenden Sicherung der Versorgung der Volkswirtschaft mit Rohstoffen (Lagerstättenschutz).“* Hiermit werde im LEP ST 2010 der Lagerstättenschutz in den Mittelpunkt gestellt. Weiterhin werden keine Festlegungen über Umfang, Lage, Betriebsführung oder zeitliche Aspekte eines Gewinnungsvorhabens getroffen.

- Kategorie Vorbehaltsgebiete für Rohstoffgewinnung (VBG-RG). *„VBG-RG sind Gebiete mit Rohstoffvorkommen, die rohstoffgeologisch und rohstoffwirtschaftlich noch nicht abschließend untersucht sind. VBG-RG sollen in erster Linie der langfristigen Sicherung von Rohstoffvorkommen dienen. Nutzungen in diesen Gebieten haben das Vorhandensein einer Rohstofflagerstätte und die künftige Möglichkeit einer Gewinnung des Rohstoffs zu berücksichtigen."* Im LEP ST 2010 werden zwar keine gebietskonkreten Festlegungen getroffen, die Definition stellt aber eine Vorgabe an die Regionalplanung im Sinne einer Kann-Bestimmung dar.

Unverändert aus dem LEP ST 1999 übernommen werde allerdings die Regelung, keine Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung für Kiessandlagerstätten auszuweisen. Statt dessen werde festgelegt, diese *in den Regionalen Entwicklungsplänen raumordnerisch zu sichern.* Als Überleitungsvorschrift sei weiterhin der § 2 bedeutsam: *„Die Regionalen Entwicklungspläne für Planungsregionen gelten fort, soweit sie den in dieser Verordnung festgelegten Zielen der Raumordnung nicht widersprechen".* Mit der Feststellung, dass die wichtigste Aufgabe der Regionalplanung in der Zukunft in der Fortschreibung bzw. Neuaufstellung der Regionalen Entwicklungspläne unter Berücksichtigung des LEP ST 2010 bestehen werde, schloss Dr. Jung seinen Vortrag.

Rechtsanwalt ***Gerald Rollett*** (Geschäftsführer Unternehmerverband Mineralische Baustoffe e.V., UVMB) stellte die „Bedeutung des Bergrechts für die Rohstoffindustrie aus der Sicht des UVMB" in den Mittelpunkt. Der UVMB repräsentiere 260 Untenehmen der Roh- und Baustoffwirtschaft mit 500 Betriebsstätten und 5500 Mitarbeitern.

In seinen Ausführungen stellte der Referent einen historischen Abriss der Entstehung des heutigen Bergrechts voran. Noch im Mittelalter ließ Kaiser Friedrich Barbarossa 1158 das so genannte Bergregal als allein dem König zustehendes Recht festschreiben. Mit der Goldenen Bulle (Reichverfassung) wurde 1356 dieses Recht auf die 7 Kurfürsten des Reiches ausgeweitet. Der Westfälische Frieden von 1648 übertrug das Bergregal auf die damals 330 herrschenden Landesherrn, wobei diesen ein Höheres Bergregal (z.B. Silber, Gold) und den Grundherren ein Niederes Bergregal (z.B. Kupfer, Zinn) zufiel. Erst die Einführung des Allgemeinen Preußischen Berggesetzes leitete ab 1865 schrittweise zur Abschaffung der Regale über. 1942 wurde mit der so genannten „Sylvester-Verordnung" die Unterscheidung von bergfreien und grundeigenen Bodenschätzen festgelegt (Grundeigene Bodenschätze stehen im Eigentum des Grundeigentümers. Auf bergfreie Bodenschätze erstreckt sich das Eigentum an einem Grundstück nicht.). Mit dem Inkrafttreten des Bundesberggesetzes (BBergG) 1980 wurden die Bodenschätze als Gemeinschaftsgut eingeordnet.

Die herausragende Bedeutung des Bergrechts für die Rohstoffindustrie der östlichen Bundesländer erläuterte Gerald Rollett an Begriffen wie
- Bestandsgarantie,
- Lagerstättenschutz und Rohstoffsicherungsklausel,
- Konfliktbewältigungsmechanismen.

Den Behörden, die das BBergG vollziehen, bescheinigte er dabei Fachkompetenz und Berechenbarkeit. Mit dem abschließenden Satz *„Das Bergrecht ist für die Volkswirtschaft und die im Verband organisierten Abbauunternehmen ein nicht zu unterschätzender Segen."* fasste der Referent den Standpunkt des UVMB noch einmal treffend zusammen.

Ltd.-Bergdirektor ***Frank Esters*** (Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt) berichtete über „Die Anwendung des Bergrechts im Steine- und Erden-Bergbau" (s. Kap. 4.1).
Die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe in Tagebauen sei rechtlich wie planerisch ein hoch komplexer Vorgang, der eine Vielzahl von Rechtsbereichen und Planungsträgern berühre. Für Genehmigung und Betrieb gebe es keine zentrale Rechtsgrundlage. Es müssten - je nach konkreter Sachlage - eine ganze Reihe von Vorschriften beachtet und ggf. verschiedene Genehmigungen unterschiedlicher Behörden eingeholt werden. Je nach Einstufung des Bodenschatzes (Bergfreier oder Grundeigener Bodenschatz § 3 BBergG) bzw. Grundeigentümerbodenschatz seien Betriebsplanverfahren nach BBergG bzw. Genehmigungen nach unterschiedlichem Landesrecht erforderlich (s. Kap. 4.2).
Die bei der Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe berührten Rechtsbereiche seien neben dem Bergrecht (BBergG) im Wesentlichen:
- Wasserrecht (WHG, WG LSA),
- Raumordnungsrecht (ROG, LPlG),
- Naturschutzrecht (BNatSchG, NatSchG),
- Immissionsschutzrecht (BImSchG),
- Baurecht (BauGB, BauO LSA),
- Forstrecht (BWaldG, LWaldG).

Ausführlicher ging der Referent auf die potenziellen Nutzungskonflikte bei der Bodenschatzgewinnung ein. Besondere Relevanz komme dabei Konflikten mit dem Umweltrecht (Wasserrecht, Natur- und Landschaftsschutz, Bodenschutz, Immissionsschutz) zu. Diese Belange seien daher auf Grundlage der entsprechenden Öffnungsklauseln des Bergrechts bei der Betriebsplanzulassung zu beachten. Außerdem könnten bei Vorhaben außerhalb der Planfeststellung neben der bergrechtlichen Genehmigung ggf. Genehmigungen nach anderen Gesetzen (WHG, WG LSA, NatSchG LSA, WaldG etc.) erforderlich sein. Bergbaulichen Vorhaben können auch die Ziele der Raumordnung entgegenstehen, sofern sie aufgrund der Festsetzung anderweitiger Vorrangnutzungen überwiegende öffentliche Interessen i.S.d. § 48 Abs. 2 BBergG darstellen. Ein Bestandsschutz hinsichtlich nachträglicher Änderungen der Raumordnungspläne besteht nur für planfestgestellte Vorhaben.

Insbesondere seien die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Rahmen der bergbaulichen Wiedernutzbarmachungsverpflichtung zu beachten. Unter Wiedernutzbarmachung (§ 4 Abs. 4 BBergG) sei die ordnungsgemäße Gestaltung der in Anspruch genommenen Oberfläche, unter Beachtung des öffentlichen Interesses zu verstehen. Dies bedeute, einen Zustand wiederherzustellen, der dem früheren Zustand gleichkomme oder eine andere Nutzung ermögliche. Hierbei sei wichtig, dass die Wiedernutzbarmachung nicht mit der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands gleich gesetzt werden dürfe. Ausreichend sei es, eine Oberfläche herzustellen, die eine sinnvolle Nachnutzung unter Berücksichtigung der öffentlichen Sicherheit gewährleisten könne.

Für die Betreiber von Rohstoffgewinnungsstellen waren die Ausführungen zur Wiedernutzbarmachung durch Verfüllung unter Einsatz von Abfällen von besonderem Interesse. Grundsätzlich gelte, dass diese Art der Verfüllung zur Einhaltung der Wiedernutzbarmachungsverpflichtung eine Maßnahme der Abfallverwertung sein könne. Nach § 5 Abs. 3 Krw-/AbfG seien Abfälle ordnungsgemäß und schadlos zu verwerten. Allerdings enthielten weder das Abfall- noch das Bergrecht konkrete Anforderungen an die Schadlosigkeit der Verwertung außerhalb von Deponien. Im Rahmen der bergrechtlichen Betriebsplanzulassung finde das Bodenschutzrecht gem. § 48 Abs. 2 BBergG Eingang (Öffnungsklausel). Bis zur Festlegung bundeseinheitlicher bodenschutzrechtlicher Anforderungen gelte in Sachsen-Anhalt das *„Konzept zur Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes bei der Abfallverwertung in Tagebauen und Abgrabungen“* auf Grundlage der Technischen Regeln der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall - LAGA-Mitteilung 20 - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Allgemeiner Teil (2003), Technische Regeln Boden (2004) und des Länderausschusses Bergbau LAB – Anforderungen an die Verwertung von bergbaufremden Abfällen im Bergbau über Tage – Technische Regeln (2004) sowie der für die durchwurzelbare Bodenschicht anzuwendenden Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV (2002) der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO).

Frank Esters zog das Fazit, dass die durch den Rohstoffabbau bedingte Inanspruchnahme von Natur und Landschaft es gestatte, durch entsprechende Planungen

- bereits während der Abbauphase eine flexible Neugestaltung der früheren Nutzungen vorzunehmen und
- im Einzelfall auch eine Aufwertung der vor der Rohstoffgewinnung vorhandenen Situation vorzubereiten.

Auf der Basis tragfähiger Vereinbarungen sollten daher mögliche Nutzungskonflikte frühzeitig gelöst und Vorbehalte auf Seiten anderer Behörden und/ oder der Bevölkerung abgebaut werden.

Über die „Verfahrensweise bei Genehmigungsverfahren außerhalb des Bergrechts“ referierte ***Ragner Wenzel*** (Referatsleiter Wasser im Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt, s. Kap. 4.2).

Bei diesen Verfahren werde hauptsächlich nach

- Immissionsschutzrecht (BImSchG),
- Wasserrecht (WHG, WG LSA),
- Naturschutzrecht (BNatSchG, NatSchG) und
- Baurecht (BauGB) vorgegangen.

Die Abgrenzung der Genehmigungsverfahren außerhalb des Bergrechts erfolge auf Grundlage spezialgesetzlicher Regelungen, bzw. dann, wenn der sachliche Geltungsbereich des BBergG nicht gegeben sei (§ 2 Abs. 1 BBergG). Dies gelte z.B. für Abgrabungsvorhaben

- bei dem Grundeigentümer-Bodenschätze (d.h. kein Bodenschatz i.S. des § 3 Abs. 3 oder 4 BBergG) im Tagebau abgebaut werden sollen,
- die kein bestandsgeschütztes Vorhaben nach Bergrecht darstellen und/oder denen keine Aufrechterhaltung alter Rechte (§§ 149 ff BBergG) zu Grunde liegen.

Anhand drei verschiedener Alternativen (Verfahren nach BImSchG, Wasserrecht und Baurecht) entwickelte der Referent sehr anschaulich die praktischen Szenarien der Verfahrenssteuerung und des Genehmigungsmanagements im LVwA. Hierbei wurden die komplexen Zusammenhänge z.B. bei vereinfachten oder förmlichen Genehmigungsverfahren nach BImSchG deutlich.

Insbesondere gaben die letzten beiden Vorträge dieses Themenblocks Anlass zu zahlreichen Fragen, aus denen sich eine lebhafte Diskussion entwickelte (Abb. 3).

In den beiden nachfolgenden Themenblöcken standen die Themen Flächenmanagement und Rekultivierung sowie Innovationen in der Lagerstättenwirtschaft im Mittelpunkt. Als erster Referent beleuchtete ***Klaus Rheda*** (Präsident des Landesamts für Umweltschutz Sachsen-Anhalt) „Das Spannungsfeld zwischen Rohstoffgewinnung und Ökologie“.

In einer vergleichenden Analyse unterschiedlicher Flächennutzungen fokussierte Herr Rehda auf die zunehmende Inanspruchnahme des Bodens durch den Menschen. Immer mehr Flächen würden hierdurch dauerhaft ihrer natürlichen Funktion entzogen. Gerade in den letzten Jahren sei für Siedlungs- und Verkehrsflächen ein weit überproportionaler Zuwachs zu beobachten. Im Unterschied hierzu sei die Flächeninanspruchnahme durch die Rohstoffgewinnung weit geringer. Auf Anlagen- und Abbauflächen entfalle nur ein kleiner Teil der gesamt zur Verfügung stehenden Fläche. Hinzu komme, dass Abbauflächen nur temporär in Nutzung stünden

Abb. 3 Die Gelegenheit für kritische Fragen und zur Diskussion wurde intensiv genutzt (links: Klaus Rheda, Präsident des Landesamts für Umweltschutz, rechts oben: Ragner Wenzel, Referatsleiter Wasser im Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt; rechts unten: Rüdiger Strutz, Abt. Umweltschutz/Arbeitssicherheit/Rohstoffwirtschaft, Felswerke Elbingerode GmbH).

und ein Großteil dieser Flächen nach Abschluss der Bodenschatzgewinnung wieder anderen Nutzungen zugeführt werden könne. Land- und Forstwirtschaft seien dort ebenso möglich wie die Schaffung neuer Biotope für eine vielfältige Flora und Fauna (s. auch nachfolgenden Vortrag Hofmann, MIBRAG). Mit seinem Schlusswort *„Der Rohstoffabbau kann für den Naturschutz auch von Vorteil sein“* zog Herr Rehda eine durchaus positive Bilanz der umfangreichen Bemühungen der Rohstoffwirtschaft. Es gelte, diese zahlreichen positiven Beispiele zu sammeln und zu kommunizieren. Auf diese Weise könnten Vorbehalte in der Gesellschaft wirksam abgebaut werden.

Über „Das Flächenmanagement der aktiven Braunkohlenindustrie Mitteldeutschlands“ berichtete ***Berthold Hofmann*** (Leiter Bergbauplanung, Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH, MIBRAG). Im Grenzbereich zum Freistaat Sachsen betreibt die MIBRAG den Tagebau Profen mit einer Rohkohleförderung von 7 bis 9 Mio. t/a und einer Abraumleistung von 30 bis 35 Mio. m^3/a. Die gegenwärtig in den Baufeldern Schwerzau und Domsen noch vorhandenen Vorräte ergeben eine Restlaufzeit für den Abbau bis etwa 2035. Mit einer Zwischenbilanz erläuterte der Referent die Erfolge des Flächenmanagements auf Grundlage der planungsrechtlichen Vorgaben (Teilgebietsentwicklungsplan, TEP). In dem Zeitraum von 1993 bis 2010 habe sich die Abbaufläche im Bereich des Tagebaus Profen zwar um 460 ha vergrößert, mit 875 ha wiedernutzbar gemachter Fläche ergebe sich aber insgesamt ein positiver Saldo von 415 ha. Für das Jahr 2010 werde die Flächenbilanz mit einer Inanspruchnahme von 100 ha für die Gewinnung, 45 ha für Verkippung und 140 ha für Pflege in etwa ausgeglichen sein. Die weitere Entwicklung im Raum Hohenmölsen / Profen bis zum Jahr 2035 veranschaulichte Herr Hofmann anhand von Zeitschnitten. Mit dem Ende des Bergbaus werden von der Gesamtabbaufläche (4770 ha) etwa 40 % landwirtschaftlich, 20 % forstwirtschaftlich genutzt werden, der Rest bestehe i.W. aus Wasserflächen. In seinen Ausführungen ging der Referent auch auf archäologische Aspekte der

Abb. 4 Schmuck- und Trachtbestandteile aus Gold aus dem Urnengräberfeld im zukünftigen Abbaufeld Domsen. Bei diesem Fund aus der Mitte des 1. nachchristlichen Jahrhunderts handelt es sich um das bislang reichste Frauengrab der frühen Römischen Kaiserzeit im gesamten freien Germanien (Foto © LDA Sachsen-Anhalt).

Tagebauaufschlüsse ein (Abb. 4), die z.B. zu einer Vereinbarung zwischen dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie (LDA) und der MIBRAG im Abbaufeld Domsen sowie zur Gründung einer Stiftung geführt hätten.

Ein konfliktträchtiges Thema war Gegenstand des Vortrags „Auswahlkriterien und Standortsuche am Beispiel der Hartgesteinlagerstätte Ballenstedt-Rehköpfe“ von ***Thomas Jung*** (Geschäftsführer, Mitteldeutsche Baustoffe GmbH Sennewitz).

An den Rändern des Unterharzes gewinnen gegenwärtig zwei Hartgesteinstagebaue oberdevonische Grauwacken. Die Vorratssituation der nördlichen Abbaustelle (Harzer Grauwacke Rieder) reiche bei gegenwärtigem Absatz noch etwa 8 bis 10 Jahre. Nach einer mehrjährigen Auswahl- und Erkundungsphase habe sich die Lagerstätte Rehköpfe eindeutig als das bestgeeignete Ersatzobjekt für den auslaufenden Hartgesteinstagebau Rieder erwiesen. Drei Erschließungsvarianten seien in Betracht gezogen worden:

- Aufbereitung vor Ort und Abtransport mit LKW,
- Landbandtrasse zum Steinbruch Rieder,
- RopeCon-Trasse zum Steinbruch Rieder.

Die beiden letzten Konzepte böten den Vorteil, dass auf die Errichtung umfangreicher Anlagen vor Ort verzichtet werden könnte und hierdurch der langfristige Weiterbetrieb des Standorts Rieder möglich wäre. Favorisiert würde in der gegenwärtigen Planungsphase der Bau einer RopeCon-Trasse (Abb. 5). Diese im Norddeutschen Raum bislang noch nicht zur Anwendung gelangte seilgeführte Transport-Technologie habe sich in den vergangenen Jahren im alpinen Bereich bewährt. Sie stelle eine umweltschonende und leistungsfähige Alternative zu den herkömmlichen Fördermitteln dar. Mithilfe von Bildsimulationen aus verschiedenen Richtungen gelang es dem Referenten, die an das Landschaftsbild flexibel anpassbare Transporttechnik zu visualisieren.

Einen Einblick in das laufende Verbundprojekt und Regionalen Wachstumskern „Innovative Braunkohlenintegration in Mitteldeutschland (ibi)“ gab ***Martin Naundorf*** (Leiter Standortentwicklung InfraLeuna GmbH, Abb. 6). Im südlichen Sachsen-Anhalt sei die Errichtung eines neuen Chemieparks zur innovativen Veredlung von Braunkohlenrohstoffen vorgesehen. Das Projekt diene der langfristigen Entwicklung und Sicherung der historisch gewachsenen chemischen und Braunkohlenindustrie, an die zahlreiche Arbeitsplätze gebunden seien. Gerafft und z.T. in Thesenform vermittelte der Referent die Ausgangslage und die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung des Innovationskonzepts.

Die gesamte mitteldeutsche Chemieindustrie sei direkt und in hohem Maße von Rohstoff- und Energieimporten abhängig. Weiterhin bedinge die Produktionsstruktur eine überdurchschnittliche Belastung durch steigende Rohstoffpreise. Aufgrund des hohen Anteils chemischer Grundstoffe an der Erzeugung, sei die hiesige Industrie besonders stark von den Preissteigerungen betroffen. Allerdings sei auch mittelfristig ein Wechsel der Produktionsstruktur nicht praktikabel. Als Problemlösungsalternative böte sich ein Austausch der Rohstoffquellen bzw. Energieträger an. Die Preisentwicklung bei den Rohstoffen und Primärenergien zeige, dass einzig die Braunkohle langfristig Stabilität aufweise.

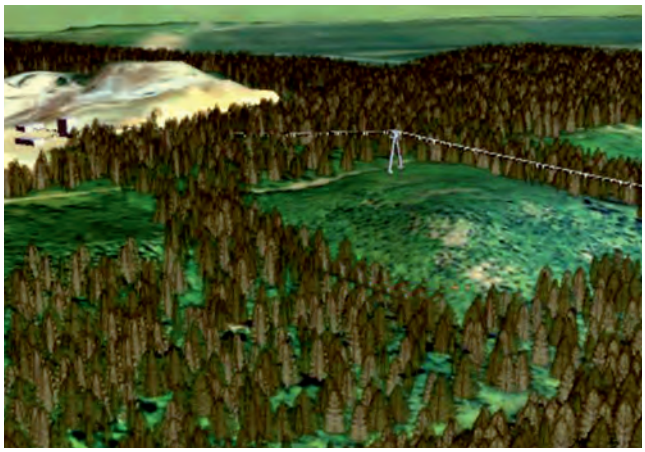


Abb. 5 Simulation einer an das Landschaftsbild angepassten RopeCon-Trasse (Abbildung Mitteldeutsche Baustoffe, Sennewitz).

Abb. 6 Martin Naundorf (Leiter Standortentwicklung InfraLeuna GmbH) bei seinem Vortrag „Innovative Braunkohlenintegration in Mitteldeutschland – ibi". In seinen Ausführungen wies er darauf hin, dass die langfristigen Planungshorizonte gesicherte Rahmenbedingungen benötigen.

Abb. 7 Das Schlusswort hielt Herr Wolfgang Winkler (Vizepräsident der IHK Halle-Dessau). Hierin verlieh er seiner Hoffnung Ausdruck, die angeschnittenen Themenkreise auf dem für 2013 geplanten 6. Rohstofftag des Landes Sachsen-Anhalt weiter zu vertiefen.

Für den Erfolg der geplanten großtechnischen stofflichen Nutzung von Braunkohle aus den mitteldeutschen Revieren seien zahlreiche Randbedingungen zu beachten:

- Planungssicherheit für den Betrieb und die Neuerschließung von Tagebauen in der Region muss gewährleistet sein,
- Trocknungsverfahren für die Braunkohle (Röhrentrocknung / Wirbelschicht) bilden die derzeit größte technische Unsicherheit,
- Vergasungsverfahren sind technisch verfügbar, müssen aber aufgrund partieller Nachteile sorgfältig ausgewählt werden,
- Verfügbarkeit des Synthesegases variiert je nach Verfahren (generell Lernkurven mit geringen Zuwächsen),
- Langfristige Planungshorizonte (>40 Jahre) erfordern gesicherte Rahmenbedingungen,
- Anlagen verlangen extrem hohen Investitionsaufwand, Projektrentabilität reagiert sensibel auf Veränderung der Investitionssumme,
- Integration in bestehende Chemiestandorte ist zwingende Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit,
- Hohes Erfahrungspotential bei den Betreibern der downstream-Anlagen ist in der Region vorhanden (Integration in bestehende Wertschöpfungsketten sinnvoll),
- Planungssicherheit für die CO_2-Handelsperioden nach 2013 ist zu schaffen,
- Investitionsförderung sollte unabhängig von der Entwicklung der Investitionszulage sein,
- Administrative und finanzielle Unterstützung für Pilotprojekte und Entwicklungsvorhaben,
- Preisgleitung der Braunkohle unabhängig von anderen Primärenergieträgern (Erdöl, Steinkohle),
- Im Hinblick auf das Meinungsbild in der Bevölkerung ist gemeinsames proaktives Vorgehen von Industrie und Politik unabdingbar.

Mit seinem Schlusswort *„Beim Thema Kohle sollten wir die **Forschung reaktivieren**, nicht die Vorurteile kultivieren."* setzte Herr Naundorf einen Akzent, aus dem die stoffliche Nutzung der Braunkohle als innovative Schlüsseltechnologie für die mitteldeutsche Chemieindustrie hervorgehen könnte.

Das knapp gehaltene Schlusswort kam von Herrn ***Wolfgang Winkler*** (Vizepräsident der IHK Halle-Dessau (Abb. 7). Hierin dankte Herr Wolfgang Winkler allen Mitwirkenden für die gelungene Veranstaltung. Er begrüßte den informativen und fachlich-sachlichen Austausch zu den Themen Rohstoffgewinnung und Flächenmangement. Herr Winkler äußerte den Wunsch, diese Themen beim 6. Rohstofftag des Landes Sachsen-Anhalt weiter zu vertiefen.

Eine Einführung zur abschließenden Exkursion gaben ***Mathias Kutz*** und ***Benjamin Hoffmann*** (Steintagebau Löbejün der SH Natursteine GmbH und Co. KG) mit einer Kurzpräsentation des Unternehmens *„Gewinnung und Veredlung von Löbejüner Quarzporphyr".* Die Referenten gingen dabei auf die Historie der Rohstoffgewinnung und Natursteinbearbeitung, die derzeitigen Abbauaktivitäten sowie die zukünftige Abbauplanung und Rekultivierung ein.

Einen Schwerpunkt der Tagebaubefahrung bildete neben dem Abbau von Hartgestein zur Herstellung qualifizierter Gesteinskörnungen die zu diesem Zeitpunkt noch aktive Werksteingewinnung und -weiterverarbeitung (Abb. 8). Hierbei konnten die Teilnehmer einen Eindruck von der Leistungfähigkeit moderner Tagebautechnik sowie die Ästhetik der hochwertigen Endprodukte aus der Werksteinverarbeitung bewundern. Zum Abschluss bedankte sich Frank Esters (Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt) im Namen aller Teilnehmer bei der SH Natursteine GmbH für den umfassenden Einblick in die Praxis der Hartgesteinswirtschaft.

Dank
Die Autoren bedanken sich bei den Referenten für ihre freundliche Zustimmung, die Vortragsunterlagen für die voran stehende Berichterstattung benutzen zu dürfen.

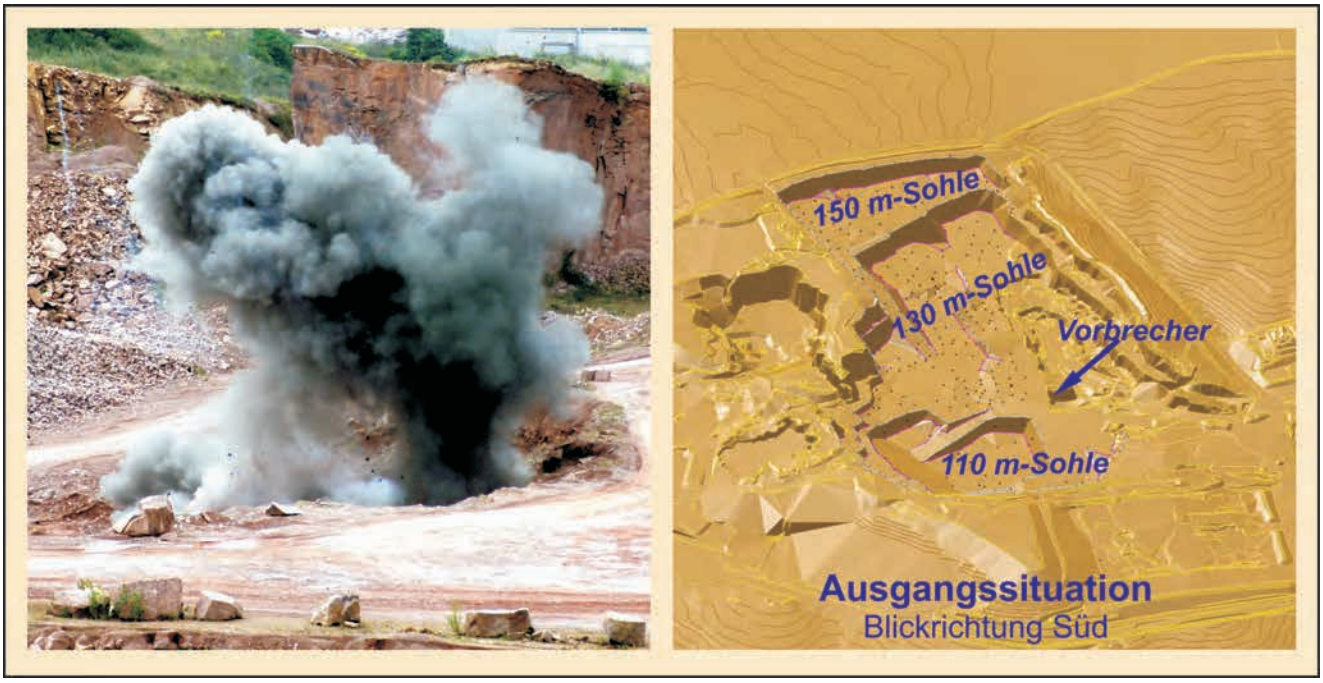


Abb. 8 Die Exkursion führte die Teilnehmer des 5. Rohstofftags des Landes Sachsen-Anhalt in den Steintagebau Löbejün der SH Natursteine GmbH und Co. KG. Links: Lösen eines Werksteinblocks mit Schwarzpulver. Rechts: Modellierung der aktuellen Abbaukonfiguration.

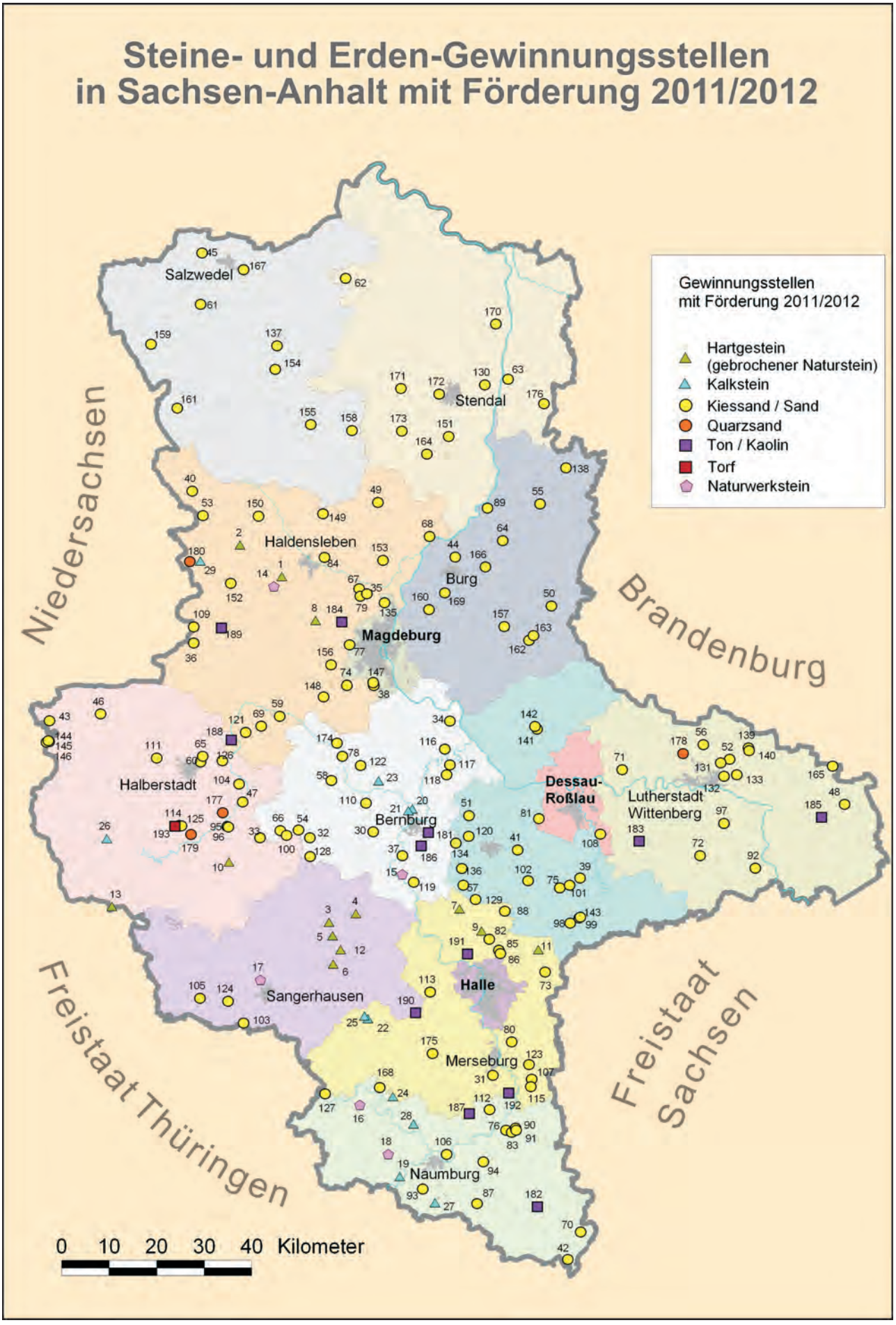
Anhang I

Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt
- Verzeichnis der 2011/2012 produzierenden Betriebe
(Steine und Erden, Industrieminerale)

Das Verzeichnis der produzierenden Betriebe oberflächennaher Steine- und Erden-Rohstoffe sowie der Industrieminerale erläutert die Ziffern neben den Symbolen der nachfolgenden Abbildung. Es spiegelt damit den Kenntnisstand vom 31. Oktober 2012 wider.

Die nachstehende Liste ermöglicht einen schnellen Überblick der Gewinnungsstellen nach Rohstoffarten und dem verantwortlichen Betreiber. Gleichzeitig möchten wir allen an diesem wichtigen Industiezweig Interessierten die Möglichkeit geben, sich über die Produktionsbasis der Steine- und Erden in unserem Land zu informieren.

Für jeden Hinweis, der zur Verbesserung (Aktualisierung) der nachfolgenden Liste führt, möchten wir uns im Voraus bedanken.


Steine- und Erden-Gewinnungsstellen
in Sachsen-Anhalt mit Förderung 2011/2012
Gewinnungsstellen
mit Förderung 2011/2012
Hartgestein
(gebrochener Naturstein)
Kalkstein
Kiessand / Sand
Quarzsand
Ton / Kaolin
Torf
Naturwerkstein
Niedersachsen
Brandenburg
Freistaat Thüringen
Freistaat Sachsen
Salzwedel
Stendal
Haldensleben
Burg
Magdeburg
Halberstadt
Bernburg
Dessau-
Roßlau
Lutherstadt
Wittenberg
Sangerhausen
Halle
Merseburg
Naumburg
0 10 20 30 40 Kilometer

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
	Rohstoff: Hartgestein (gebrochener Naturstein)		
1	Dönstedt / Eiche	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Str. 41 · 39345 Flechtingen 039054 / 900
2	Flechtingen	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Str. 41 · 39345 Flechtingen 039054 / 900
3	Halde Freies-Leben-Schacht	Martin Wurzel Baugesellschaft mbH · NL Mansfeld	Vatteröder Str. 13 · 06343 Mansfeld 034782 / 8720
4	Halde Glückhilf-Schacht Welfesholz	Bau-Rec Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht (An der L 160) 06295 Lutherstadt Eisleben 034772 / 32132
5	Halde Lichtloch 81 Klostermansfeld	Bau-Rec Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Altenhäuser Str. 41 · 39345 Flechtingen 039054 / 900
6	Halde Martinschacht	Bau-Rec Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht (An der L 160) 06295 Lutherstadt Eisleben 034772 / 32132
7	Löbejün	SH Natursteine GmbH + Co. KG	Bahnhofstraße 7 · 06193 Wettin-Löbejün 034603 / 750
8	Mammendorf	Cronenberger Steinindustrie Franz Triches GmbH & Co. KG Hartsteinwerk Mammendorf	Thomas-Müntzer-Straße 39167 Hohe Börde 039206 / 6850
9	Petersberg	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
10	Rieder	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
11	Schwerz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
12	Seidelschacht-Halde	Bau-Rec Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht (An der L 160) 06295 Lutherstadt Eisleben 034772 / 32132
13	Unterberg	Hartsteinwerk Unterberg NL der Kemna Bau Andreae GmbH. & Co. KG	Am Güterbahnhof 5 38667 Bad Harzburg 05322 / 78060
	Rohstoff: Naturwerkstein		
14	Bebertal	Baustoffe Flechtingen ZN der Matthäi Rohstoff GmbH & Co. KG	Lindenplatz 20 · 39345 Flechtingen 039054 / 960-0
15	Beesenlaublingen	Schwenk Zement KG	Altenburger Chaussee 3 · 06406 Bernburg 03471 / 3580
16	Im Kriebsholz	Traco Deutsche Travertinwerke GmbH	Poststraße 17 · 99947 Bad Langensalza 03603 / 852120
17	Lengefeld	GraniTrade GmbH	Schachtstraße 52 · 06526 Sangerhausen 034656 / 5610
18	Obermöllern	Naumburger Bauunion GmbH & Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet Südring · 06618 Mertendorf/ OT Görschen 034445 / 700
	Rohstoff: Kalkstein		
19	Bad Kösen	Kalkwerke Bad Kösen GmbH	Thüringer Straße 1 · 06628 Bad Kösen 034463 / 3430
20	Bernburg-Nord	Schwenk Zement KG	Altenburger Chaussee 3 · 06406 Bernburg 03471 / 3580
21	Bernburg-Süd	Solvay Chemicals GmbH	Köthensche Str. 3 · 06406 Bernburg 03471 / 3230

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
22	Farnstädt-Süd	D-B-F Baustoff GmbH Am Niewandschacht	Hettstedter Straße 38 · 06308 Siersleben 03476 / 869360
23	Förderstedt	Sodawerk Staßfurt GmbH & Co. KG	An der Löderburger Bahn 4a 39418 Staßfurt · 03925 / 2630
24	Kalksteintagebau 2 Karsdorf	Lafarge Zement Karsdorf GmbH	Straße der Einheit 25 · 06638 Karsdorf 03446 / 173
25	Kuhberg-Unterfarnstädt	Mietservice Sangerhausen GmbH & Co. KG	Schachtstraße 25 · 06526 Sangerhausen 03464 / 27 77 52
26	KW Rübeland KW Hornberg KW Kaltes Tal	Fels-Werke GmbH	Geheimrat-Ebert-Str. 12 · 38640 Goslar 05321 / 703-0 039454 / 58-0 (Elbingerode)
27	Meyhen	KKW Kalkstein und Kieswerke GmbH	Görschen 8 · 06618 Mertendorf 034445 / 20850
28	Müncheroda-Reußen	MKW Mitteldeutsche Hartstein-, Kies- und Mischwerke GmbH	Weimarer Straße 29 · 06618 Naumburg 03445 / 7066800
29	Walbeck	Hermann Wegener Kalkstein GmbH & Co. KG	39356 Weferlingen 039061 / 960-0
	Rohstoff: Kiessand / Sand		
30	Amesdorf-Sandbergsfeld	Kies- und Sandwerke GmbH	Bahnhofstraße 24 · 39439 Güsten 039262 / 62730
31	An der B 91 - Merseburg (Südfeld)	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
32	Aschersleben-Froser Straße	Beton- und Kieswerk GmbH	Fallerslebener Weg 9 06449 Aschersleben · 03473 / 816463
33	Badeborn	Engel Badeborn e. K., Baustoffhandel, Transport und Baggerbetrieb	Große Gasse 366 a 06493 Badeborn 039483 / 8774
34	Barby	Kies- und Baustoffwerke Barleben GmbH & Co. KG	Wiedersdorfer Straße 3 39126 Magdeburg · 0391 / 300250
35	Barleben	Kies- und Baustoffwerke Barleben GmbH & Co. KG	Wiedersdorfer Straße 3 39126 Magdeburg · 0391 / 300250
36	Barneberg - NW	Gereckes Container-Transport GmbH	Am Schoderstedter Beek 14 38154 Königslutter
37	Beesenlaublingen / Beesedau	HTB Hoch- und Tiefbaustoffe GmbH & Co. KG	An der Georgsburg · 06420 Könnern 034691 / 3300
38	Beyendorf Jägerheim	SEB Sandgrube und Einlagerungsstätte Beyendorf GmbH	Zum Anker · 39122 Magdeburg 0391 / 6074325
39	Bobbau	Fritz Grams	Dorfstraße 17 · 06779 Marke 034906 / 20493
40	Bösdorf	Container-Dienst Lutz Müller GmbH	Heinrich-Jasper-Straße 25 38448 Wolfsburg · 05363 / 71009
41	Breesen	BWK Sand- und Kieswerk GmbH Reupzig	Dorfstraße 59 · 06369 Reupzig 034977 / 21049
42	Bröckau	Firma Bernd Gentzsch GmbH	Hauptstraße 28 · 06724 Bröckau 034423 / 21171
43	Bühne Schwalbenberg	Kiesgewinnung Bühne GmbH	Borsigstr. 1 · 38446 Wolfsburg 05361 / 850612
44	Burg-Sachsenkamm	Gilde - Beton GmbH & Co. KG	Parchauer Chaussee · 39288 Burg 03921 / 914300
45	Cheine	Friedrich Schlademann Kies-, Mörtel- und Baggerbetrieb, Abbruchunternehmen	Alt - Prielip 16 · 29571 Rosche 05803 / 381

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
46	Deersheim-Nord	Landboden Osterwieck Agrodienste GmbH & Co. Gewerbe KG	Osterwiecker Straße 178 38835 Berßel 039421 / 2626
47	Ditfurt I	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
48	Dixförda II	Heidelberger Sand- und Kies GmbH	Berliner Straße 10 69120 Heidelberg 035384 / 3010
49	Dolle-Süd	Kolodzig Hoch- und Tiefbau GmbH	Tangermünder Straße 1 · 39517 Groß Schwarzlosen · 039361 / 9660
50	Drewitz-Süd	Terra Sand- u. Kiesgewinnung GmbH	Lindenstraße 5 · 39279 Isterbies 039245 / 94220
51	Drosa	KWD Kieswerk Drosa GmbH	Am Brandweinsweg 92 · 06369 Drosa 034979 / 22217
52	Euper	Fuhrunternehmer Eckhard Schulze	Am Lutherbrunnen 38 · 06886 Lutherstadt Wittenberg · 03491 / 403020
53	Everingen	Baustoffe Flechtingen ZN der Matthäi Rohstoff GmbH & Co. KG	Lindenplatz 20 · 39345 Flechtingen 039054 / 960-0
54	Frose/Aschersleben	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
55	Genthin-West	BEBO Kieswerk Genthin GmbH	An der B1 / Magdeburger Str. 90 39307 Genthin · 03933 / 82293
56	Grabo	Firma G. Korges	Dorfstraße 24 · 06896 Reinsdorf 03491 / 662280
57	Gröbzig-Werdershausen	KLEBL GmbH	Köthener Straße 40 · 06388 Gröbzig 034976 / 290
58	Groß-Börnecke	Börkies Groß Börnecke GmbH Sand-Kies-Abraum-Umweltschutz	Brunnenweg 15 · 39444 Hecklingen 03925 / 280876
59	Hadmersleben-Ost	KWB Kieswerk Bodetal GmbH & Co. KG	Wedderstedter Weg 10 38828 Wegeleben · 039423 / 6810
60	Halberstadt - B81	BEFER Betonfertigteilbau und Betonwaren GmbH	In den langen Stücken 10 38820 Halberstadt · 03941 / 6743
61	Heidberg	Kieswerk Heidberg GmbH & Co. KG	Leetze 999 · 29416 Kuhfelde 039035 / 330
62	Heiligenfelde-Ost	Martin Ahle GmbH & Co. KG	Quellenstr. 27 · 32791 Lage 05232 / 98980
63	Hohengöhren	Gilde - Beton GmbH & CO. KG	Parchauer Chaussee · 39288 Burg 03921 / 914300
64	Hohenseeden	HORBA - GmbH Hohenseedener Recycling- und Baustoffgesellschaft	Schulplatz 9 39307 Hohenseeden 039344 / 50923
65	Holtemmenaue II	BEFER Betonfertigteilbau und Betonwaren GmbH	In den langen Stücken 10 38820 Halberstadt · 03941 / 6743
66	Hoym-Flur 11	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH & Co. KG	Erkenthierfeld 1 · 39288 Burg 03921 / 912 311
67	Jersleben	Baustoffe Flechtingen ZN der Matthäi Rohstoff GmbH & Co. KG	Lindenplatz 20 · 39345 Flechtingen 039054 / 960-0
68	Kehnert / Treuel / Auwiesen	CEMEX Kies Rogätz GmbH	Sandkrug · 39326 Rogätz 039363 / 9300
69	Kleinalsleben / Alikendorf	Kies- und Sandabbau Gerhard Specht	Dorfstraße 75 · 39398 Kleinalsleben 039408 / 559
70	Kliebe-Spora	Spora - Kies GmbH	Langer Weg 8 · 06724 Spora 03448 / 3652

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
71	Klieken-Nord	Dessauer Abbruch und Recycling GmbH	Kreuzbergstraße 37 · 06841 Dessau 0340 / 218180
72	Köplitz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
73	Landsberg	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
74	Langenweddingen - Seerennengraben	BEYMANN GmbH Sand- und Kieswerk	Werner-von-Siemens-Ring 8 39116 Magdeburg · 0391 / 4001680
75	Löberitz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
76	Lösau	KLAUS Hoch- und Tiefbau GmbH NL Weißenfels	Am Heerweg 1 · 06686 Dehlitz (Saale) 03443 / 2923-0
77	Magdeburg-Diesdorf	BRC - Baustoffe, Recycling und Containerdienst GmbH	Niederndodelebener Straße 60 39110 Magdeburg · 0391 / 7313300
78	Marbeschacht	MARBE Kies- und Baustoff GmbH & Co. KG	Marbeschacht · 39443 Löderburg 039265 / 52997
79	Meitzendorf	Baustoffe Flechtingen ZN der Matthäi Rohstoff GmbH & Co. KG	Lindenplatz 20 39345 Flechtingen · 039054 / 960-0
80	Merseburg-Ost / Baufeld 1a	Günter Papenburg AG - Betriebsteil Halle	Berliner Str. 239 · 06112 Halle / Saale 0345 / 51130
81	Mosigkau-Rößling	Wimex Agrarprodukte Import und Export GmbH	Peter-Henlein-Straße 1· 93123 Regenstauf · 09402 / 93070
82	Nehlitz-Heideberg	Friedrich Vorwerk Rohrleitungsbau GmbH & Co. KG	Magdeburger Chaussee 44 06193 Petersberg · 0345 / 521770
83	Nellschütz	Harbauer Kies- und Grundstücks GmbH & Co. KG	Mittelstraße 3 · 06679 Lützen / OT Gerstewitz · 034441 / 22760
84	Neuenhofe-Süd	Georg Eckervogt oHG	Glindenberger Weg 5 · 39126 Magdeburg 0391 / 5077512
85	Oppin	Sand und Kies Oppin GmbH	Angerstraße 18 06118 Halle / Saale · 0345 / 525780
86	Oppin-Sandberg	Tief- und Straßenbau GmbH Halle	Reideburger Straße 29 06112 Halle / Saale · 0345 / 5600655
87	Osterfeld	Kaspar Röckelein KG	Bahnhofstraße 6 · 96193 Wachenroth 09548 / 890
88	Ostrau-Mösthinsdorf	Günter Papenburg AG - Betriebsteil Halle	Berliner Str. 239 · 06112 Halle / Saale 0345 / 51130
89	Parey	CEMEX Kies Rogätz GmbH	Sandkrug · 39326 Rogätz 039363 / 9300
90	Pörsten 1	Fa. Lindner Erd- und Tiefbau	Brunnenstr. 12 · 06688 Kriechau 034446 / 20 903
92	Pörsten 2	Histro Bau GmbH	Pegauer Straße 50 · 06682 Nessa 034443 / 6000
92	Pretzsch-Splau	Betonwerk E. Winkler GmbH Pretzsch	Schmiedeberger Straße 27 06989 Pretzsch · 034926 / 58473
93	Prießnitz	MKW Mitteldeutsche Hartstein-, Kies- und Mischwerke GmbH	Weimarer Straße 29 · 06618 Naumburg 03445 / 7066800
94	Prittitz	Naumburger Bauunion GmbH & Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet Südring · 06618 Mertendorf/ OT Görschen 034445 / 700
95	Quedlinburg Badeborner Weg	Stratie-Bodenverwertungs GmbH Blankenburg	Neue Halberstädter Str. 58 38889 Blankenburg · 03944 / 92748
96	Quedlinburg-Ost	Öhringer Feld Sand und Kies GmbH	Chausseestraße 27 06507 Gernrode/Harz, Gm. Bad Suderode · 039485 / 668660

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
97	Rackith	Fenger Kies GmbH & Co. KG	Neue Straße 12a · 06901 Kemberg 034921 / 61000
98	Ramsin	Erd- und Tiefbau Bitterfeld GmbH	Holzweißiger Straße · 06749 Bitterfeld 03493 / 6070
99	Ramsin-Ost / Ramsin II	oeko-baustoffe GmbH Sandersdorf	Kieswerkstraße 1 · 06792 Sandersdorf 03493 / 80850
100	Reinstedt	RKW Reinstedter Kieswerk GmbH	Froser Str. 7 · 06463 Falkenstein, OT Reinstedt · 034741 / 71505
101	Reuden-West	oeko-baustoffe GmbH Sandersdorf	Kieswerkstraße 1 · 06792 Sandersdorf 03493 / 80850
102	Riesdorf	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
103	Riethnordhausen	Mietservice Sangerhausen GmbH & Co. KG	Schachtstraße 25 · 06526 Sangerhausen 03464 / 27 77 52
104	Rodersdorf	KWB Kieswerk Bodetal GmbH & Co. KG	Wedderstedter Weg 10 38828 Wegeleben 039423 / 6810
105	Roßla	Kieswerk Müller GmbH & Co. KG	Tannengarten · 06547 Stolberg 034654 / 10227
106	Schellsitz-Eulau	MKW Mitteldeutsche Hartstein-, Kies- und Mischwerke GmbH	Weimarer Straße 29 · 06618 Naumburg 03445 / 7066800
107	Schladebach	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
108	Sollnitz BF II	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
109	Sommersdorf-Süd	Fuhrbetrieb und Baustoffhandel Henning Springmann	Meisterreihe 6 · 39393 Badeleben 039402 / 372
110	Staßfurt-Knüppelsberg	Tylicki Transporte GmbH	Berlepschstraße 13 · 39418 Staßfurt 03925 / 625261
111	Ströbeck - Kreuzberg	STRATIE Straßen- und Tiefbaugesellschaft mbH	Neue Halberstädter Straße 58 38889 Blankenburg · 03944 / 9270
112	Tagewerben- An der B 91	Antons H. & Sohn Gesellschaft f. Kiesgewinnung mbH	Mühlberg 28 · 06667 Uichteritz 03443 / 202862
113	Teutschenthal- Bahnhof	GfB Gesellschaft für Baustoffe und Recycling mbH	Angerstraße 18 06118 Halle / Saale · 0345 / 525780
114	Timmenrode – Der Steinberg	Engel Badeborn e. K., Baustoffhandel, Transport und Baggerbetrieb	Große Gasse 366 a 06493 Badeborn 039483 / 8774
115	Tollwitz	Tollwitzer Kieswerke & Baustoff GmbH	Tollwitzer Weg 1 · 06231 Bad Dürrenberg 03462 / 99850
116	Tornitz	Kies- und Baustoffwerke Barleben GmbH & Co. KG	Wiedersdorfer Straße 3 39126 Magdeburg · 0391 / 300250
117	Trabitz, Groß Rosenburg	Kies- und Steinwerk Boerner GmbH & Co. KG	Am Saale-Dreieck 3 · 39240 Calbe OT Schwarz · 39295 / 2570
118	Trabitz / Sachsendorf / Schwarz	Kies- und Steinwerk Boerner GmbH & Co. KG	Am Saale-Dreieck 3 · 39240 Calbe OT Schwarz · 39295 / 2570
119	Trebnitz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
120	Trinum	EBS Bodo Plaschnik	Georg Straße 8 · 06366 Köthen 039262 / 62730
121	Trockenabbau Gröningen	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Str. 41 · 39345 Flechtingen 039054 / 900
122	Unseburg	Wichmann Bode-Kies Unseburg GbR	Walter-Husemann-Straße 39435 Unseburg

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
123	Wallendorf	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
124	Wallhausen	KSB Katharinenriether Kieswerk GmbH	Wiesenweg 15 · 06528 Oberröblingen 03464 / 517685
125	Warnstedt-Timmenrode	Engel Badeborn e. K., Baustoffhandel, Transport und Baggerbetrieb	Große Gasse 366 a 06493 Badeborn 039483 / 8774
126	Wegeleben	KWB Kieswerk Bodetal GmbH & Co. KG	Wedderstedter Weg 10 38828 Wegeleben · 039423 / 6810
127	Wendelstein	Kieswerke Etzrodt GmbH & Co Betriebs KG	Am Mühlberg · 06556 Borxleben 03466 / 3259-0
128	Westdorf	Kiestagebau Westdorf GmbH	Am Quellgrund 14 · 06449 Aschersleben 03473 / 808230
129	Wieskau	Rebo Umwelttechnik GmbH Außenstelle Wieskau	Cattauer Str. 20 · 06388 Wieskau 034976 / 26100
130	Wischer	Kieswerk Wischer GmbH	Waldweg · 39596 Staffelde bei Stendal 03931 / 794923
131	Wittenberg / Flur 15	Fuhrunternehmen W. Lehmann	Kolonienweg 77 · 06888 Mochau 03491 / 808025
132	Wittenberg-Friedrichstadt / Fl. 21	Fuhrunternehmen W. Lehmann	Kolonienweg 77 06888 Mochau 03491 / 808025
133	Wittenberg-Heideplan	Fuhrunternehmer Eckhard Schulze	Am Lutherbrunnen 38 · 06886 Lutherstadt Wittenberg · 03491 / 403020
134	Wohlsdorf	OTW - Troschke Kieshandel	Dorfstraße 28 · 06408 Wohlsdorf 034722 / 21532
135	Wolmirstedt	JOHANN BUNTE Bauunternehmung GmbH & Co. KG	Berliner Chaussee 50 39307 Genthin
136	Wörbzig	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 · 06193 Petersberg / OT Sennewitz · 034606 / 2570
137	Wustrewe	i-Bau Salzwedel GmbH	Am Meilenstein 2 · 29416 Pretzier 039037 / 786
138	Zabakuck	Georg Eckervogt oHG	Glindenberger Weg · 39126 Magdeburg 0391 / 5077512
139	Zahna - Wüstemark	Fläminger Kies- und Sandvertrieb Keller und Reule	Fischermühlenweg 2 · 06895 Rahnsdorf 034924 / 22421
140	Zahna-Fl.12	Zegarek GmbH & Co. Transporte	Gewerbegebiet Lindenstraße 23 · 06889 Lutherstadt Wittenberg / OT Reinsdorf 03491 / 62320
141	Zerbst-Ost	KIESA GmbH Werk Zerbst	Pulspfordaer Straße 0 · 39261 Zerbst / Anhalt · 03923 / 760591
142	Zerbst-Pulspforder Str.	Terra Sand- u. Kiesgewinnung GmbH	Lindenstraße 5 · 39279 Isterbies 039245 / 9420
143	Zscherndorf-Ramsin	oeko-baustoffe GmbH Sandersdorf	Kieswerkstraße 1 · 06792 Sandersdorf 03493 / 80850
144	Abbenrode I	Recycling-Park Wernigerode OHG	Harzstr. 2 · 38855 Heudeber 039458 / 86990
145	Abbenrode III	STRATIE - Bodenverwertungs GmbH Blankenburg	Neue Halberstädter Str. 58 38889 Blankenburg
146	Abbenrode V	H.P.M. Straßen- und Tiefbau GmbH	Halberstädter Str. 6 · 38644 Goslar 05321 / 3373-0
147	Beyendorf-West II	BSG - Geistlinger Abbruch & Erdarbeiten	Zum Anker 35 · 39122 Magdeburg 0391 / 4010535

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
148	Blumenberg	SCHMIDT & BORMANN Sand- und Kiesförderung, Transport und Bauschuttrecycling	Schulstraße 5 39164 Blumenberg 039209 / 2350
149	Born - West	Horst Herrmann GmbH	Das neue Land 26 · 39359 Calvörde 039051 / 9858-0
150	Calvörde - Bergkabeln	Horst Herrmann GmbH	Das neue Land 26 · 39359 Calvörde 039051 / 9858-0
151	Demker	Kolodzig Hoch- und Tiefbau GmbH	Tangermünder Straße 1 · 39517 Groß Schwarzlosen · 039361 / 9660
152	Erxleben Riesengrund	Haldenslebener Recycling und Umweltdienst GmbH	Oesterbornbreite 6 · 39343 Erxleben 039052 / 9620
153	Farsleben-Nordwest	Günter Papenburg AG Büro Stendal	Hoock 2a · 39576 Stendal 03931 / 6414-0
154	Faulenhorst	RL - Transporte GbR Kakerbeck	Wustrewer Straße 4 · 39624 Kakerbeck 039081 / 90054
155	Großer Gotteskasten	JOHANN BUNTE Bauunternehmung GmbH & Co. KG	Berliner Chaussee 50 · 39307 Genthin 03933 / 9322-0
156	Hohendodeleben-Fuchsberg	Günter Papenburg AG Büro Stendal	Hoock 2a · 39576 Stendal 03931 / 6414-0
157	Hohenziatz	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH & Co. KG	Erkenthierfeld 1 · 39288 Burg 03921 / 912 311
158	Hottendorf-N	Matthäi Bauunternehmen GmbH & Co. KG	Bahnhofstr. 51a · 39576 Stendal 03931/2528-114
159	Jübar	Heinrich Wiesensee KG Hoch-, Tief- und Stahlbetonbau	Dorfstraße 5 · 29378 Wittingen 05836 / 9770
160	Körbelitz-Der vorderste Katzberg	MAS GmbH Körbelitz	Burgenser Weg 100 30175 Körbelitz 039222 / 9316
161	Kunrau	Hermann Witzke	Benzstraße 7 · 38446 Wolfsburg 05361 / 82720
162	Loburg-Weinberge	Armin Schneeberger Loburg	Dammstraße 55 · 39279 Loburg 039245 / 2341
163	Lübars	Schilling Sandgruben GmbH	Straße der Freundschaft 19 39291 Lübars · 03225 / 510
164	Lüderitz-Stegelitz	Transport- und Bauhandelsgesellschaft mbH Lüderitz	Kellerweg 1 · 39517 Lüderitz 039361 / 90024
165	Mügeln	Proßmann Rohstoff-Recycling GmbH & Co. KG	Straße der Jugend 5 04916 Schadewalde · 035362 / 6040
166	Reesen	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH & Co KG	Erkenthierfeld 1 · 39288 Burg 03921 / 912 311
167	Salzwedel-Krangener Berg	Containerdienst Werner GmbH & Co. KG	Salzwiesen 2 · 29410 Salzwedel 03901 / 27555
168	Sandtagebau 2 Karsdorf	LAFARGE Zement Karsdorf GmbH	Straße der Einheit 25 · 06638 Karsdorf 03446 / 173
169	Schermen-Ost	Gilde Beton GmbH & Co. KG	Parchauer Chaussee · 39288 Burg 03921 / 914300
170	Schwarzholz-Polkritz I	Günter Papenburg AG Büro Stendal	Hoock 2a · 39576 Stendal 03931 / 6414-0
171	Steinfeld / Querstedt	Steinfelder Kies und Sand GmbH	Zur Sandgrube 1 · 39599 Steinfeld 039324 / 450
172	Stendal Möringer Weg	Günter Papenburg AG Büro Stendal	Hoock 2a · 39576 Stendal 03931 / 6414-0
173	Wittenmoor	Kolodzig Hoch- und Tiefbau GmbH	Tangermünder Straße 1· 39517 Groß Schwarzlosen · 039361 / 9660

Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse / Telefon
174	Wolmirsleben	Schmidt & Bormann Sand- und Kiesförderung, Transport und Bauschuttrecycling	Schulstraße 5 · 39164 Blumenberg 039209 / 2350
175	Wünsch	PBL Sand- und Kiesgewinnungs-gesellschaft GmbH	Döcklitzer Tor 36 · 06268 Querfurt 034771 / 22211
176	Wuster Damm	BRW - Wuster Damm GmbH	Zollchower Str. 7 · 14715 Milower Land / OT Vieritz · 033870 / 94217
	Rohstoff: Quarzsand		
177	Lehof	Wolff & Müller Baustoffe GmbH	Am Kieswerk 2 · 04910 Röderland OT Haida · 03533 / 6040
178	Möllensdorf	Quarzsand GmbH Nudersdorf	Kirchstraße 8 · 06889 Wittenberg 034329 / 20242
179	Warnstedt-Eckberg	Ferdinand Wesling GmbH & Co. KG	Hannoversche Straße 23 31547 Rehburg-Loccum · 05037 / 3040
180	Weferlingen	Quarzwerke GmbH Quarzsand- und Mahlwerk Weferlingen	Schwarzer Weg · 39356 Weferlingen 05357 / 9720
	Rohstoff: Ton / Kaolin		
181	Baalberge	Wienerberger Ziegelindustrie GmbH · Werk Baalberge	Bernburger Straße 43 06408 Baalberge · 03471 / 326-0
182	Grana	Kaolin- und Tonwerke Seilitz-Löthain GmbH	Mehren Nr. 11 · 01665 Käbschütztal, OT Mehren · 03521 / 416370
183	Halde Golpa-Nord	Günter Papenburg AG - Betriebsteil Halle	Berliner Str. 239 06112 Halle / Saale 0345 / 51130
184	Hohenwarsleben-Dörnberg	Baustoffe Flechtingen ZN der Matthäi Rohstoff GmbH & Co. KG	Lindenplatz 20 · 39345 Flechtingen 039054 / 960-0
185	Jessen-West (Gorrenberg)	JeGER GmbH Jessen Jessener Entsorgungs-, Gewinnung- u. Recycling GmbH	Am Gorrenberg 9 06917 Jessen 03537 / 312203
186	Peißen-Süd	Peißener Tonprodukte GmbH & CoKG	Hallesche Str. 78 · 06406 Bernburg 03471 / 7312203
187	Roßbach	Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 · 06198 Salzatal 034609 / 20267
188	Ton Gröningen	STRABAG AG	Emerslebener Weg 1a 38822 Halberstadt OT Emersleben
189	Wefensleben	Wienerberger Ziegelindustrie GmbH · Werk Wefensleben	Zechenhäuser Weg 2 39365 Wefensleben · 039400 / 961-0
190	Etzdorfer Feld	Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 · 06198 Salzatal 034609 / 20267
191	Fuchsberg-Süd	Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 · 06198 Salzatal 034609 / 20267
192	Spergau-Nordfeld	Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 · 06198 Salzatal 034609 / 20267
	Rohstoff: Torf		
193	Helsunger Bruch	Teufelsbad Fachklinik Blankenburg GmbH	Michaelstein 18 38889 Blankenburg 03944 / 9440

Anhang II

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Rohstoffe des Bund-Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA GEO)[1]

Gutachterliche Bewertung von grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des § 3, Abs.4 Ziffer 1 BBergG durch die Staatlichen Geologischen Dienste

20. September 2007

Die Bewertung der grundeigenen Bodenschätze nach § 3 (4) BBergG erfordert aus geologischer Sicht eine Präzisierung. Der vorliegende Text soll deshalb als Orientierungsgrundlage für die Staatlichen Geologischen Dienste dienen, soweit sie bei der gutachterlichen Bewertung grundeigener Bodenschätze von Genehmigungsbehörden beteiligt werden.

1. Vorbemerkungen

Der bergrechtliche Charakter von Bodenschätzen ist generell durch den § 3 des Bundesberggesetzes (BBergG) vom 13. August 1980 (BGBL I S. 1310) geregelt. Die Zugehörigkeit zu den grundeigenen Bodenschätzen im Sinne dieses Gesetzes ist im § 3 (4) BBergG festgelegt. Die Zuständigkeit für die bergrechtliche Zuordnung von Bodenschätzen nach § 3 (4) BBergG liegt bei den gemäß § 142 BBergG zur Durchführung dieses Gesetzes bestimmten Behörden, in der Regel bei den betreffenden Bergbehörden.

Da die Beurteilung der Art und Qualität von Bodenschätzen in die Sachkompetenz der Staatlichen Geologischen Dienste fällt, werden diese von Bergbehörden und anderen für die Genehmigung von Vorhaben zur Rohstoffgewinnung zuständigen Behörden häufig um die gutachterliche Bewertung von Bodenschätzen im Hinblick auf deren bergrechtliche Zuordnung gebeten. Da das BBergG als Bundesgesetz eine bundeseinheitliche Handhabung erfordert, ist es notwendig, dass auch die gutachterliche Bewertung der betreffenden Bodenschätze unter einheitlichen Gesichtspunkten erfolgt.

2. Grundsätze

Die Zugehörigkeit eines Bodenschatzes zu den grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des § 3 (4), Ziffer 1 BBergG regelt sich nach der Art bzw. nach der Art und Eignung des Bodenschatzes für bestimmte Verwendungszwecke, nicht nach dem tatsächlich vorgesehenen Verwendungszweck.

Die Eignung muss für den naturreinen Zustand des Bodenschatzes oder nach dessen Aufbereitung gegeben sein (Urteil des VG Darmstadt vom 02. Februar 1971 und Beschluss des BVerwG vom 24.2.1997).

- Die der Beurteilung der Eignung zugrunde liegenden Kennwerte für die Rohstoffqualität müssen repräsentativ für den Lagerstättenkörper sein.
- Treten in einer Lagerstätte Horizonte bzw. Lagerstättenteile mit unterschiedlicher Eignung des Rohstoffs auf, ist bei der Bewertung die Eignung derjenigen Rohstoffe zugrunde zulegen, deren Gewinnung Ziel der unternehmerischen Tätigkeit ist.

---

1 **Mitglieder:** Dr. Sabine Röhling (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), Dr. Wolfgang Werner (Baden-Württemberg), Dr. Klaus Poschlod (Bayern), Dipl.-Geoln. Elke Wetzel (Brandenburg), Dr. Nicola Hug (Hessen), Dipl.-Geogr. Andreas Börner (Mecklenburg-Vorpommern), Dr. Alfred Langer (Niedersachsen), Dipl.-Geol. Ingo Schäfer, Dr. Beatrice Oesterreich (Nordrhein-Westfalen), Dr. Friedrich Häfner (Rheinland-Pfalz), Dipl.-Geol. Hubert Thum (Saarland), Dipl.-Geoln. Katrin Kleeberg (Sachsen, Sprecherin), Dr. Klaus Stedingk (Sachsen-Anhalt), Dipl.-Geol. Erhard Bornhöft (Schleswig-Holstein), Dipl.-Geoln. Angela Nestler (Thüringen).

Als Aufbereitung gelten Verfahren, die im technischen Maßstab nach dem jeweiligen Stand der Technik durchführbar sind.

3. Erläuterungen zu grundeigenen Bodenschätzen entsprechend § 3, Abs. 4 Ziffer 1 BBergG

Bei folgenden, im § 3, Abs. 4 Ziffer 1 BBergG angeführten grundeigenen Bodenschätzen sind im Hinblick auf eine einheitliche Bewertung nachstehende Erläuterungen zu beachten:

- **Basaltlava mit Ausnahme des Säulenbasalts**
  Als Basaltlava sind basaltische Gesteine im weitesten Sinne anzusehen, entsprechend der „Classification of Igneous Rocks", empfohlen durch IUGS (Subcommission on the Systematic of Igneous Rocks), unabhängig von ihrem geologischen Alter. Eine Ausnahme bilden solche Vorkommen, in denen das Gestein überwiegend **deutlich säulig** ausgebildet ist.
  Die nicht-säulenförmige (massige) Ausbildung des Basaltes ist im Sinne dieses Gesetzes als die gewöhnliche Ausbildungsform anzusehen, die säulige Ausbildung gilt als Sonderform.

- **Bauxit**
  Es besteht kein Erläuterungsbedarf.

- **Bentonit und andere montmorillonitreiche Tone**
  Bentonit und andere montmorillonitreiche Tone entsprechen
  – smektitreichen Tonen mit Smektitgehalten von > 60 % im getrockneten Rohton.

- **Dachschiefer**
  Es besteht kein Erläuterungsbedarf.

- **Feldspat**

  Feldspat entspricht Mineralen aus der Gruppe der Feldspäte und Feldspatvertreter bzw. feldspatreichen Gesteinen, die unaufbereitet als Feldspatrohstoff geeignet oder nach dem jeweiligen Stand der Aufbereitungstechnik im technischen Maßstab zu Feldspatkonzentrat aufbereitbar sind (Nachweis ist gegebenenfalls durch einschlägige Sachverständigengutachten zu erbringen).

  Als Feldspatrohstoff sind Gesteine dann anzusehen, wenn sich aus einer petrographischen Analyse ergibt, dass
  – in dem untersuchten natürlichen unaufbereiteten Substrat Minerale aus der Gruppe der Feldspäte mit mindestens 25 Massenprozenten vertreten sind,

  und eine quantitative chemische Analyse des unaufbereiteten Rohstoffes ergibt,
  dass
  – der Gehalt an Eisen (Fe), angegeben als Oxid des dreiwertigen Eisens (Fe_2O_3), insgesamt 2,0 Massenprozente nicht übersteigt und
  – die Summe der Gehalte an Natriumoxid (Na_2O) und Kaliumoxid (K_2O) 5,0 Massenprozente nicht unterschreitet.

  Werden die vorgegebenen Werte im Rohstoff nicht eingehalten, ist nachzuweisen, dass eine Aufbereitung im technischen Maßstab zu Einhaltung der vorgegebenen Werte führen kann.

- **Glimmer**
  Es besteht kein Erläuterungsbedarf.

- **Kaolin**
  Kaolin entspricht:
  – Gesteinen mit einem Kornanteil ≤ 0,02 mm am nutzbaren Rohstoff von ≥ 20 Massenprozenten, wobei in diesem Kornanteil als Tonminerale überwiegend Minerale der Kaolinitgruppe (Kaolinit, Dickit, Nakrit, Halloysit) enthalten sein müssen.

- **Kieselgur**
  Es besteht kein Erläuterungsbedarf.

- **Pegmatitsand**
  Pegmatitsand entspricht
  – feldspatreichen Sanden und Sandsteinen mit einem Feldspatgehalt von mindestens 25 Massenprozenten im unaufbereiteten, nutzbaren Rohstoff.

- **Quarz und Quarzit,**
  soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium eignen

  Als zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium geeignet gelten:
  – Quarzite, Gangquarze,
  – Quarzsande, quarzreiche Kiessande, Quarzsandsteine und andere quarzreiche Festgesteine.

  Aufgrund gängiger Verwaltungspraxis[2] wird zur Eignungsfeststellung ein Quarzanteil von ≥ 80 Massenprozenten sowie der Fallpunkt des Segerkegels -SK 26- zugrunde gelegt. Sofern die vorgeschriebenen Grenzwerte im unaufbereiteten Rohstoff nicht erreicht werden, ist ein Abstellen auf einzelne Kornfraktionen (entsprechend Aufbereitung durch Waschen und Sieben) zulässig. Soll eine andere Aufbereitungsart gewählt werden, ist die Durchführbarkeit im technischen Maßstab nachzuweisen. Unabhängig zu den vorstehenden Kriterien sind Quarz- und Quarzitlagerstätten als geeignet anzusehen, wenn nachgewiesen wird, dass der eindeutig überwiegende Teil der Produktion – ohne oder nach Aufbereitung – tatsächlich in der Feuerfestindustrie, d. h. zur Herstellung feuerfester Erzeugnisse, Verwendung findet (tatsächliche Verwendung als Indiz für die Eignung).

- **Speckstein**
  Es besteht kein Erläuterungsbedarf.

- **Talkum**
  Es besteht kein Erläuterungsbedarf.

- **Ton,**
  soweit er sich zur Herstellung von feuerfesten, säurefesten oder nicht als Ziegeleierzeugnisse anzusehenden keramischen Erzeugnissen oder zur Herstellung von Aluminium eignet.

  Ton gilt als zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen geeignet, wenn:
  – entsprechend geübter Verwaltungspraxis mindestens der Fallpunkt des Segerkegels -SK 26- erreicht wird.

  Ton gilt als zur Herstellung von säurefesten Erzeugnissen geeignet, wenn:
  – die Säurebeständigkeit nach DIN 51 102, Teil 1[3] am gebrannten Tonkörper nachgewiesen wurde. Die Brenntemperatur muss dabei zwischen 1000 und 1300°C liegen. Die relative Gewichtsänderung nach Durchführung des Verfahrens darf max. 2,5 % betragen.

  Ton ist zur Herstellung: von keramischen Erzeugnissen, die nicht als Ziegeleierzeugnisse anzusehen sind, geeignet, wenn:
  – aus dem betreffenden Ton Keramiken (z. B. Töpferwaren, feuerfeste oder säurebeständige Waren, Tonzellen, Filterkörper, Steinzeug) hergestellt werden können.

  Ton gilt als zur Herstellung von Aluminium geeignet, wenn:
  – der Gehalt an Aluminiumoxid (Al_2O_3) ≥30 Massenprozente beträgt.

- **Trass**
  Trassgesteine sind natürliche Puzzolane, d. h. sie erhärten hydraulisch in Gegenwart von Wasser und Kalziumhydroxid. Die Reaktionsfähigkeit steht in Zusammenhang mit dem Gehalt an SiO_2 in energiereichem, glasartigem Zustand. Als Trass bezeichnet man insbesondere wenig verfestigte, vulkanische Tuffgesteine, die sich als heiße Gas-(Wasserdampf)-Glasstaub-Suspensionen aus einem Vulkanschlot in morphologische Depressionen ergossen oder flächenhaft ausgebreitet haben. Über die Gleichstellung anderer Gesteine mit echtem Trass aufgrund ihrer puzzolanischen Eigenschaften ist im Einzelfall zu entscheiden.

---

2 Ergebnis der 23. Referentenbesprechung zum BBergG vom 30.10.1986
3 Ausgabe1976

4. Probenahme und Probenuntersuchung

4.1 Probenahme

- Sind zur Feststellung der Eignung Untersuchungen zur Rohstoffqualität erforderlich, ist die Probenahme so durchzuführen, dass der gesamte Nutzhorizont in seiner durchschnittlichen lithologischen Ausbildung erfasst wird. Bei vorhandenem, hinreichend repräsentativem Aufschluss der Lagerstätte ist der gesamte in Abbau stehende bemusterbare Nutzhorizont durch die Probenahme zu erfassen. Sind in der Lagerstätte keine hinreichend repräsentativen Aufschlüsse vorhanden, sind diese in angemessenem Umfang durch Bohrungen mit ausreichendem Kerngewinn oder Schürfe zu schaffen.
- Die Probenmenge ist so zu bemessen, dass eine ausreichende Repräsentanz der Probe für den zu untersuchenden Rohstoff gewährleistet ist.
- Die Probenahme ist durch ein Probenahmeprotokoll mit folgenden Angaben zu dokumentieren:
  - Name und Anschrift des Antragstellers,
  - Datum und Ort der Probenahme,
  - Name des Probenehmers,
  - Lage der Probenahmestelle,
  - Art der Probenahme, Probenintervall, Probenmenge, Probenanzahl,
  - Probenbezeichnung,
  - Ausbildung und geologische Bezeichnung des Rohstoffs am Probenahmeort,
  - Angaben zur Repräsentanz der Probe für den Rohstoff.

4.2 Probenuntersuchung

Die erforderlichen Untersuchungen sind nach folgenden Untersuchungsmethoden durchzuführen:

- **Kaolin**
  - Abtrennung des Kornanteils ≤0,02 mm und Bestimmung seines prozentualen Anteils an der Probe,
  - Identifizierung der Tonminerale im Kornanteil ≤0,02 mm durch Röntgendiffraktometrie (RDA),
  - Halloysit auch durch Elektronenmikroskopie (REM),
  - Quantifizierung der Minerale der Kaolinitgruppe im Kornanteil ≤0,02 mm durch Röntgendiffraktometrie (RDA),
  - bei geeigneter mineralogischer Zusammensetzung des Rohstoffs Thermogravimetrie möglichst in Verbindung mit Differentialthermoanalyse (DTA).

- **Pegmatitsand**
  Der Feldspatgehalt ist zu bestimmen mittels
  - Röntgendiffraktometrie (RDA), eventuell ergänzt um
  - Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA).

- **Quarz und Quarzit,**
  soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium eignen

  Die Untersuchungen des Quarzanteils in Quarzsanden, quarzreichen Kiessanden, Quarzsandsteinen sowie anderen quarzreichen Festgesteinen sind am Kornanteil ≥0,063 mm durchzuführen.

  1. Untersuchungen zur Bestimmung des Quarzanteils:
     Röntgendiffraktometrie (RDA) für die Fraktion 0,063 mm - 2 mm
     Zur Qualitätssicherung wird empfohlen, nach guter Laborpraxis entsprechend dem Stand der Technik und Forschung zu verfahren und sich an der DIN EN 13925, Teile 1-3 (Zerstörungsfreie Prüfung - Röntgendiffraktometrie von polykristallinen und amorphen Materialien) zu orientieren.

     Optische Klaubemethode für die Fraktionen >2 mm
     Hinweis: Wenn für die erforderlichen 80 Massenprozente in der Gesamtprobe mit der Untersuchung nach einer der beiden Methoden wegen des besonderen Mengenanteils einer der beiden Kornfraktionen bereits ein eindeutiges Ergebnis erzielt worden ist, kann die Untersuchung nach der anderen Methode entfallen.

  2. Untersuchungen zur Bestimmung der Feuerfestigkeit
     Bestimmung der Feuerfestigkeit nach DIN EN 993-12 „Prüfverfahren für dichte geformte feuerfeste Erzeugnisse Teil 12: Bestimmung des Kegelfallpunktes“.

- **Ton,**
  soweit er sich zur Herstellung von feuerfesten, säurefesten oder nicht als Ziegeleierzeugnisse anzusehenden keramischen Erzeugnissen oder zur Herstellung von Aluminium eignet.

  Untersuchungen an den genannten Tonen:

  1. Feuerfestigkeit
  – Bestimmung der Feuerfestigkeit nach DIN EN 993-12 „Prüfverfahren für dichte geformte feuerfeste Erzeugnisse Teil 12: Bestimmung des Kegelfallpunktes“.

  2. Säurebeständigkeit
  – DIN 51 102, Teil1 - Prüfung keramischer Roh- und Werkstoffe. Bestimmung der Säurebeständigkeit. Verfahren mit stückigem Prüfgut für Kanalisationssteinzeug.

  3. Al_2O_3-Gehalt
  – Bestimmung des Al_2O_3-Gehalts durch Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA).

Die vorliegende Fassung ersetzt die Ausgabe vom 04. Dezember 2004.

Amtliche Probenahme an einer Kernstrecke aus einem Tonvorkommen westlich von Halle (Saale) zur Einstufung des Rohstoffs als Grundeigener Bodenschatz entsprechend Bundesberggesetz § 3 (4).

Das Redaktionsteam

Dipl.-Geoln. Grit Balzer

Geboren 1966 in Freiberg/Sachsen. Erste geologische Tätigkeit als Kollektorin im Braunkohlentagebau Nachterstedt. Von 1985 - 1991 Studium der Geowissenschaften an der Ernst - Moritz - Arndt - Universität Greifswald. Diplom auf dem Gebiet der Petrographie zum Thema „Kompaktionsmodellierung von Anhydriten“. Seit 1991 wissenschaftliche Angestellte im Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt, Außenstelle Magdeburg, Referat Umweltgeologie. Arbeitsschwerpunkt ist u.a. die Erstellung von Datenbanken für angewandte geologische Sachverhalte, ab 1996 Aufbau des Fachinformationssystems Rohstoffe. Seit 2002 im Dezernat Lagerstätten und Rohstoffe verantwortlich für den Nordteil Sachsen-Anhalts.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (0391) 53579-506
e-mail: balzer@lagb.mw.sachsen-anhalt.de

Dipl.-Geoln. Regine Präger

Geboren 1962 in Grevesmühlen (Mecklenburg). 1980 bis 1985 Studium der Geowissenschaften an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. Diplom auf dem Gebiet der Sekundärrohstoffwirtschaft. Anschließend wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich der Geologischen Forschung und Erkundung (GFE). Praktische Tätigkeit bei der Erkundung und Bewertung von Steine- und Erden-Lagerstätten, vorrangig Begleitrohstoffen von Braunkohlenlagerstätten. Ab 1992 Leiterin des Fachbereiches Rohstoffgeologie/abbaubegleitende Planung in der GFE GmbH. Neben Leitungs- und Akquisitionsaufgaben Erarbeitung von Unterlagen zu Genehmigungsplanungen von Tagebaubetrieben (Betriebspläne nach BBergG, Umweltverträglichkeitsstudien, Landschaftspflegerische Begleitpläne, Unterlagen gemäß Bundesimmissionsschutz-, Naturschutz-, Wasser- und Baugesetz u.a.). Seit Januar 2003 Dezernentin im Dezernat Lagerstätten und Rohstoffe.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (0345) 5212-185
e-mail: praeger@lagb.mw.sachsen-anhalt.de

Dr. Dipl.-Geol. Klaus Stedingk

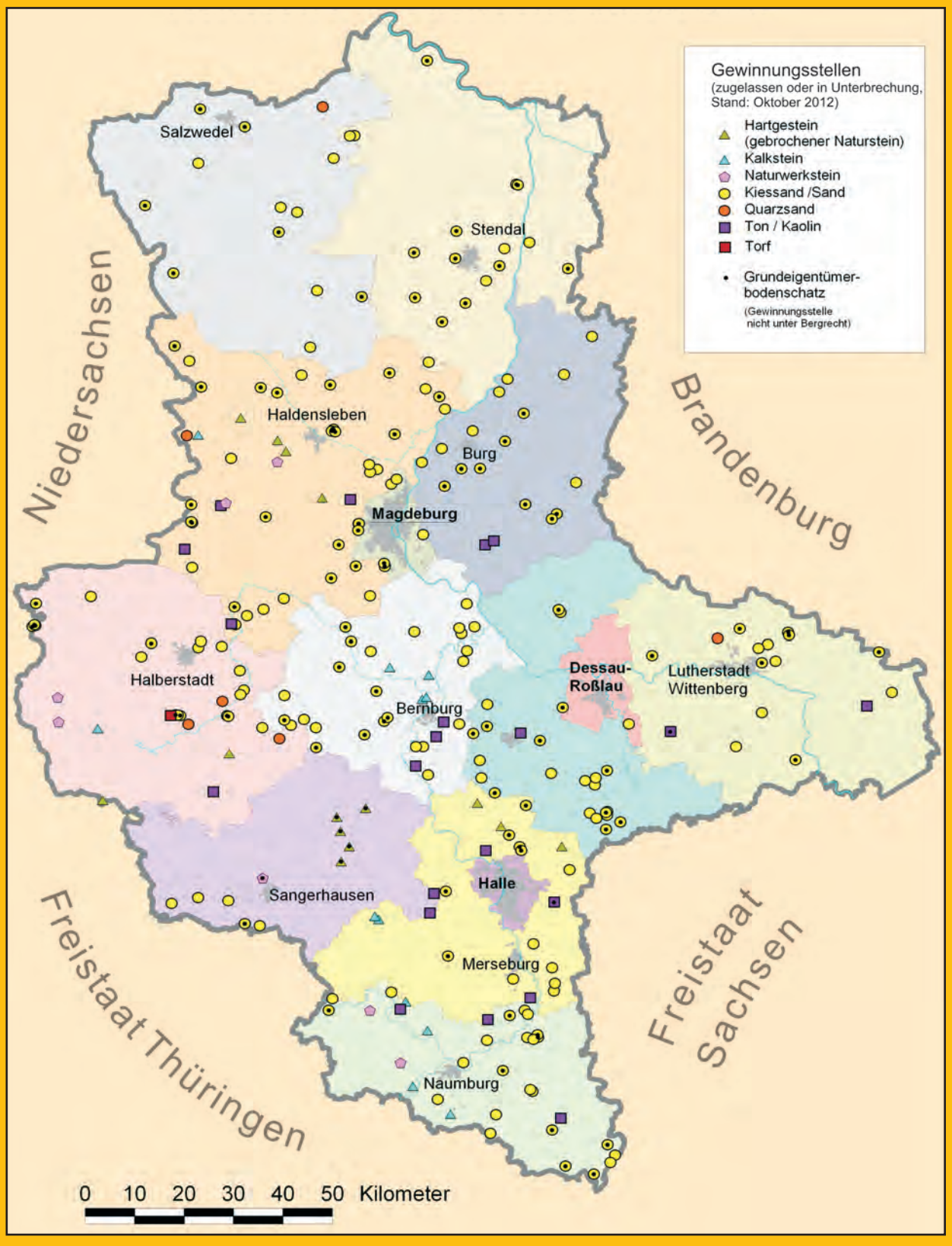
Geboren 1951 in Schulenburg/Leine, Geologiestudium an der Technischen Universität Clausthal (Harz) mit Schwerpunkten Angewandte Geologie, Mineralogie und Lagerstättenkunde. Während des Studiums praktische Tätigkeiten im Erz- und Steinkohlenbergbau sowie Mitarbeit an einer hydrogeologischen Standorterkundung, 1977 Teilnahme an einer Erzexploration in der Unterkreide NW-Deutschlands, 1982 Promotion über die Buntmetall-Vererzungen des Unterdevons im Nordwestharz, anschließend Leiter der Geologischen Abteilung am Erzbergwerk Grund, hier verantwortlich für die Lagerstättenerkundung, -dokumentation und Abbauplanung in der größten Zink-, Blei-, Silber-Gangerzlagerstätte des Harzes. Danach mehrjährige wissenschaftliche Tätigkeit an der Technischen Universität Berlin. Autor zahlreicher einschlägiger Publikationen. Seit 1995 am Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt in Halle (Saale) tätig, Leiter des Dezernats Lagerstätten und Rohstoffe.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Str. 38, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (0345) 5212-128
e-mail: stedingk@lagb.mw.sachsen-anhalt.de

Abbildungsnachweis

Allenberg, A.: 5.3-2; 5.3-3; 5.3-9; 5.3-11; 5.3-22
Allenberg, A. & Präger R: 5.3-4; 5.3-19
Allenberg, A. & Stedingk K: 5.3-5; 5.3-6; 5.3-16; 5.3-20; 5.3-21
Allenberg, A. & Wolf, D.: 5.3-12, 5.3-13; 5.3-14; 5.3-15; 5.3-17a; 5.3-18; 5.3-23; 5.3-24
Balzer G.: 3.-15; S. 176;
Balzer G. & Präger, R: 3.-1; 3.-3; 3.-7, Umschlag: S. 4
Balzer G. & Präger R & Stedingk K.: 1.-1; 1.-2; 1.-4; 3.-2; 3.-4; 3.-5; 3.-6; 3.-9; 3.-11; 3.1-12; 3.-13
Bundesamt für Strahlenschutz: 2.-6
CEMEX Kies Rogätz GmbH: 3.-16
Fels-Werke GmbH: 4.1-1; 5.6-4
Hartmann, K.-J., Präger R. & Stedingk K.: 3.-10
Hartmann, B.: 5.2-4
Herold, U.: S. 190 (Mitte)
Hiltermann, A. & Stedingk K.: 5.1-2
IHU: 1.-3; S. 93
K + S KALI GmbH: 2.-3; 2.-4
Kleeberg, K.: S. 190 (unten)
LAGB: 2.-5; 2.-11; 2.-12; 2.-13; 2.-14; 4.1-3; 4.1-4
Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt & Präger R.: 3.-8
Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie: 5.8-4
Lohsträter, O. & Stedingk K.: 5.1-5
Meyer, B. & Stedingk K.: 5.1-4; 5.1-10
Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft: S. 5
Mitteldeutsche Baustoffe GmbH: S. 166; 5.8-5
Mühlhaus, C.& Stedingk K.: 5.1-3
Naundorf, T. & Stedingk K.: 5.1-7
Präger R.: 2.-6; 2.-12; 2.-14; 3.-2; 3.-3; 3.-4; 3.-5; 4.3-6
Präger R. & Stedingk K.: 1.-2; 2.-9; 4.1-5; 4.3-27; 4.3-30; 4.3-32; 4.3-42; 5.2-1; 5.2-3
Rappsilber, I.: 5.5-2; 5.5-3; 5.5-4; 5.5-5; 5.5-6;
Repke, J.-U. & Stedingk K.: 5.1-8
Seitz, M. & Stedingk K.: 5.1-9
Stedingk K.: 1.-5; 1.-6; S. 12; 2.-1; 2.-2; 2.-7; 2.-8; 2.-9; 2.10; 2.-15; 2.-16; 2.-17; S. 34; S. 35; S. 36; 3.-14; 3.-17; 3.-18; 3.-19; 3.-20; 4.1-2; 4.1-5; 4.2-1; S. 76; 5.1-1; 5.1-6; 5.2-2; S. 94; 5.3-8; 5.3-7; 5.3-10; 5.3-17b; S. 128; 5.4-1; 5.4-2; 5.4-Tab.1; 5.4-3; 5.4-4; 5.4-5; 5.4-6; 5.4-7; 5.4-8; 5.4-9; 5.4-10; 5.4-11; 5.5-1; 5.6-1; 5.6-2; 5.6-5; S. 159; 5.8-1; 5.8-2; 5.8-3; 5.8-6; 5.8-7; 5.8-8; S. 189; S. 190 oben; Umschlag: S. 1
Stiefel T. & Erickson, K.-P.: 5.3-1
Unternehmerverband Mineralische Baustoffe: 5.6-3
Wansa, S.: S. 148; 5.7-1
Wenzel, R. & Stedingk K.: 4.2-2; 4.2-3

Erläuterung:
Beispiel: 4.3-8 entspricht Abbildung Nummer 8 in Kapitel 4.3



Übersichtskarte der Gewinnungsstellen von Steine- und Erden-Rohstoffen in Sachsen-Anhalt (Stand: 01.10.2012). Von den insgesamt 269 Abbaustellen unterliegen aufgrund der Rechtsangleichung im Jahr 1996 inzwischen 108 Betriebe nicht mehr der Bergaufsicht. Für den Abbau dieser Bodenschätze gelten die entsprechenden Vorschriften des Naturschutzrechts, des Baurechts, des Wasserrechts, des Ordnungsrechts und des Emissionsschutzrechts. Genehmigungsbehörden sind in diesen Fällen das Landesverwaltungsamt sowie die Verwaltungen der Landkreise bzw. der kreisfreien Städte (siehe Kap. 4.1 und 4.2).