MITTEILUNGEN ZU GEOLOGIE UND BERGWESEN
VON SACHSEN-ANHALT
Band 9

ROHSTOFFBERICHT 2005

Verbreitung, Nutzung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt

SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

MITTEILUNGEN ZU GEOLOGIE UND BERGWESEN VON SACHSEN-ANHALT • Band 9

Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 2005

Verbreitung, Nutzung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt

SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Mitteilungen zu Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 9, 2005

Herausgeber: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 34, 06118 Halle (Saale)
Postfach 156, 06035 Halle (Saale)
Tel. (0345) 5212-0, Fax (0345) 5229910
E-Mail: poststelle@lagb.mw.lsa-net.de
Internet: www.mw.sachsen-anhalt.de/gla

Präsident: Armin Forker

Schriftleitung: Dr. Bodo-Carlo Ehling, Armin Forker, Peter Karpe, Wolfgang Papke, Regine Präger, Dr. Klaus Stedingk

Verantwortlicher Redakteur: Dr. Klaus Stedingk

Redaktionsschluss: 11. November 2005

Druck: druckfabrik halle GmbH, Franckeplatz 1, Haus 52, 06110 Halle (Saale)

Titelbild: Das Ziegelwerk Wefensleben. Mit dem Nachweis grobkeramisch gut geeigneter Tonsteine des Lias fiel bereits in den 1970er Jahren die Entscheidung, an diesem Standort eine moderne Produktionsstätte zu errichten. Heute wird hier eine breite Palette hochqualitativer Ziegelprodukte erzeugt.
(Foto Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Oldenburger Allee 26, 30659 Hannover, www.wienerberger.de).

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 2005

Inhalt

		Seite
	Geleitwort des Ministers für Wirtschaft und Arbeit von Sachsen-Anhalt	7
1.	**Einführung und Zielstellung** (Armin Forker, Peter Karpe, Regine Präger & Klaus Stedingk)	8
2.	**Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industrieminerale)** (Klaus Stedingk, Regine Präger & Peter Karpe unter Mitarbeit von Ulf Desselberger, Gerhard Jost und Norbert Rudolph)	15
2.1	Bodenschätze in Sachsen-Anhalt	15
2.2	Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen (Genehmigungen, Datenerhebung, Förderstatistik, Flächenbilanz)	19
2.2.1	Grundlagen	19
2.2.2	Datenerhebung, Förderstatistik	21
2.2.3	Flächenbilanz der Rohstoffgewinnung (Steine und Erden)	24
2.2.3.1	Gesamt-Abbauflächen-Analyse	24
2.2.3.2	Jährliche Flächeninanspruchnahme	27
2.3	Bedarf und Versorgung des Landes	29
2.4	Bedarfsprognosen und Stoffströme	30
2.5	Aspekte der EU-Osterweiterung für die mineralgewinnende Industrie in Sachsen-Anhalt	31
2.6	Rohstoffgeologische Landesaufnahme (Darstellung und Bewertung des lagerstättengeologischen Kenntnisstands – Steine und Erden, Industrieminerale, Tiefliegende und Energie-Rohstoffe)	32
2.6.1	Übersichtskartenwerk Sachsen-Anhalt im Sonderblattschnitt 1:400000	32
2.6.2	Karte der Oberflächennahen Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland 1:200000	33
2.6.3	Basiskartenwerk KOR 50	33
2.6.4	Rohstoffgeologische Bewertungskarten (1:50000, RBK 50)	34
2.7	Lagerstättengeologischer Untersuchungsbedarf für die Zukunft	37
2.8	Zusammenfassung und Ausblick	40
3.	**Rohstoffvorsorge und -sicherung in der Landesplanung (Steine- und Erden-Rohstoffe)** (Klaus Stedingk, Peter Karpe & Regine Präger)	43
3.1	Einführung	43
3.2	Landesentwicklungsplan (LEP) und Neuaufstellung der Regionalen Entwicklungspläne (REP)	44
3.2.1	Grundlagen und Grundsätze	44
3.2.2	Planungsstände in den einzelnen Planungsregionen	46
3.2.3	Fazit des Standes der Regionalplanung in Sachsen-Anhalt und Ausblick	48
3.3	Umsetzung „NATURA 2000“ (FFH- und Vogelschutz-Gebietsausweisung)	50
3.3.1	„NATURA 2000“ und Bestandsschutz aktiver Gewinnungsstellen	50
3.3.2	Ermittlung und Darstellung der Betroffenheiten	51
3.3.3	Status und Schlussfolgerungen	52

4. Rohstoffgeologische Schwerpunktthemen 57

4.1 Ergebnisse des EFRE-Projekts „Untersuchungen an ausgewählten Ziegelton-Rohstoffen Sachsen-Anhalts“ Keram-technische Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen
(Klaus Stedingk, Maren Uebel. & Dieter Reiche) 57

4.1.1 Einführung 57
4.1.2 Rohstoffbasis und Probenahme 58
4.1.3 Das Untersuchungsprogramm 61
4.1.3.1 Kenntnisstandsanalyse 61
4.1.3.2 Durchführung von Analytik, Auswertung, IT-Umsetzung 61
4.1.3.3 Anmerkungen zur Methodik und zum Ziel der Rohstoff-Untersuchungen 66
4.1.4 Ergebnisse und Bewertung der untersuchten Einzellagerstätten 66
4.1.4.1 Holozäner Auelehm 66
4.1.4.2 Pleistozäner Löss/Lösslehm 73
4.1.4.3 Bitterfeld-Deckton (Miozän) 75
4.1.4.4 Rupel-/Septarienton (Oligozän) 78
4.1.4.5 Eozäne Tone 85
4.1.4.6 Paläozäne Tone 93
4.1.4.7 Kaolinitische Tone der Kreide-/Tertiär-Verwitterung 95
4.1.4.8 Beckentone der Oberkreide 98
4.1.4.9 Tone des Lias 100
4.1.4.10 Tone des Mittleren Keupers 103
4.1.4.11 Tone des Buntsandsteins 105
4.1.4.12 Tone des Zechsteins („Bröckelschieferfazies“) 114
4.1.5 Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen 117
Dank 119

4.2 Perspektiven für die nicht-keramische Nutzung von Tonrohstoffen Sachsen-Anhalts
(Peter Karpe, Klaus Stedingk, Paul Höringklee & Regine Präger) 123

4.2.1 Einführung 123
4.2.2 Blähton/Leichtzuschlagstoff (LZS) 123
4.2.3 Einschätzung der Bläheigenschaften ausgewählter Gesteine 125
4.2.4 Ton als Deponie-/Deich- und Dammbaustoff 126
4.2.4.1 Allgemeine Einschätzung potenziell barrierewirksamer Gesteine in Sachsen-Anhalt 127
4.2.4.2 Bewertung ausgewählter Gesteine Sachsen-Anhalts auf ihre barrierewirksamen Eigenschaften 130
4.2.5 Zusammenfassende Bewertung 134

4.3 Geröllanalytische Untersuchungen an ausgewählten Kiessandlagerstätten Sachsen-Anhalts und ihre Konsequenz für die Qualitätssicherung
(Torsten Stiefel, Peter Karpe & Regine Präger) 137

4.3.1 Einführung 137
4.3.2 Die Kiessandlagerstätten in Sachsen-Anhalt (Überblick) 139
4.3.2.1 Wirtschaftliche Bedeutung 139
4.3.2.2 Geologischer Rahmen 139
4.3.2.3 Tertiäre Kiessande 139
4.3.2.4 Quartäre Kiessande (Ablagerungsraum und Flusssysteme) 139
4.3.2.5 Lagerstättenübersicht 141
4.3.2.6 Auswahl der Beprobungsorte 142

4.3.3 Probenahme und Probenvorbereitung 144
4.3.3.1 Probenahme 144
4.3.3.2 Trocknen, Sieben 144
4.3.4 Petrographische Geröllanalyse und Auswertung 147
4.3.4.1 Analytik und Festlegung der Probenmenge für die Geröllanalyse 147
4.3.4.2 Ermittlung der petrographischen Geröllzusammensetzung: Unterteilung der darzustellenden Geröllanteile in „Hauptbestandteile“ und „ungeeignete Komponenten“ 148
4.3.4.3 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse 150
4.3.4.3.1 Geröllanalysen der einzelnen Gewinnungsstellen, geordnet nach Siebfraktionen 150
4.3.4.3.2 Unabhängige Überprüfung der eigenen Analytik 154
4.3.4.3.3 Vergleich Korn- und Masseprozent 155
4.3.4.3.4 Kartendarstellung mit Kreisdiagrammen 155
4.3.4.4 Die Ablagerungsräume (Flusssysteme) 155
4.3.4.4.1 Elbe 155
4.3.4.4.2 Saale 158
4.3.4.4.3 Bode/Selke/Holtemme 160
4.3.4.4.3.1 Bode 161
4.3.4.4.3.2 Selke 162
4.3.4.4.3.3 Holtemme 164
4.3.4.4.4 Helme 164
4.3.5 Ergebnisse 166
4.3.6 Schlussfolgerungen 167
4.3.7 Kurzzusammenfassung 168
Dank 168

5. Die Grundsatzentscheidung des Bundesverwaltungsgerichts zur Zahlung einer Förderabgabe bei der Gewinnung bergfreier Bodenschätze
(Liane Radespiel) 169
Kurzfassung 169
5.1 Gesetzliche Grundlagen der Förderabgabepflicht für bergfreie Bodenschätze in den neuen Bundesländern 169
5.2 Sachverhaltsdarstellung 170
5.3 Analyse des Grundsatzurteils des Bundesverwaltungsgerichts in Abgrenzung zur Rechtsprechung des Verwaltungs- und Oberverwaltungsgerichts 173
5.4 Zusammenfassung und Ausblick 175

Anhang I
Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt – Verzeichnis der Gewinnungsstellen und Betriebe (Steine und Erden, Industrieminerale) 177

Anhang II
Fachberatungs- und Zulassungsstellen für den Steine- und Erden-Bergbau in Sachsen-Anhalt 194

Die Autoren 198

Abbildungsnachweis 200

Zum Geleit

Für die wirtschaftliche Entwicklung eines jeden Landes ist und bleibt die bedarfsgerechte, kostengünstige und langfristig gesicherte Versorgung mit mineralischen Rohstoffen eine grundlegende Voraussetzung. Da Bodenschätze im Gegensatz zu anderen natürlichen Ressourcen, wie Boden, Wasser und Luft, standortgebunden und weder vermehrbar noch erneuerbar sind, bedarf es eines besonderen sorgfältigen und effizienten Umganges bei deren Erkundung, Gewinnung und Nutzung.

Vor dem Hintergrund der stark angestiegenen Preise – nicht nur für Energieträger – auf den internationalen Rohstoffmärkten entwickelt sich auch hier im Land ein Problembewusstsein für die Begrenztheit der Ressourcen der Erde. Es gilt, 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 sehr lange Zeiträume sicherstellen können. Dies trifft z. T. auch für die gegenwärtig im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion stehenden Energieträger zu, denn allein schon mit der Braunkohle verfügt unser Land noch über ein beachtliches Zukunftspotenzial.

In ganz besonderem Umfang decken die Steine- und Erden-Rohstoffe den Eigenbedarf unserer Gesellschaft. Mit einer Förderung von aktuell jährlich ca. 600 Mio. t sichert die Steine- und Erden-Industrie der Bundesrepublik etwa 95 Prozent des einheimischen Verbrauches. Diese positive rohstoffwirtschaftliche Einschätzung trifft in überdurchschnittlichem Ausmaß auf den mitteldeutschen Raum und damit auch auf Sachsen-Anhalt zu, wo die derzeitige Förderung bei fast 45 Mio. t liegt. Hier gilt es, in der öffentlichen Wahrnehmung den volkswirtschaftlichen Stellenwert von Bodenschätzen zu verdeutlichen und die oft kontroverse Diskussion über den Rohstoffabbau mit Inhalten zu füllen. Dabei genügt es nicht, allein den Zustand und die Entwicklungspotenziale in Sachsen-Anhalt zu erfassen und zu beschreiben. Ein wichtiges Ziel muss darin liegen, in unserer Gesellschaft Akzeptanz für Abbauvorhaben zu schaffen und zu erhalten. Unter dem Aspekt der Notwendigkeit einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Rohstoffgewinnung sind regelmäßig Informationen zu Fragen der Genehmigungsverfahren, des Abbaus, der Flächeninanspruchnahme und zur Wiedernutzbarmachung zu geben. Eine Reihe öffentlicher Veranstaltungen, in die das Landesamt für Geologie und Bergwesen eingebunden war, hat in den vergangenen Jahren messbar zur Entspannung und oft zur Konfliktlösung sowohl bei der Regionalplanung als auch bei einzelnen Gewinnungsstellen beigetragen.

Nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt der Zukunftsvorsorge muss die Forderung, wertvolle Lagerstätten zu schützen und landesplanerisch zu sichern, den ihr gebührenden gesellschaftspolitischen Stellenwert behalten. Dies ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass unmittelbar etwa 1 600 Arbeitnehmer in meist mittelständischen Unternehmen der Rohstoffwirtschaft beschäftigt sind. Hierfür gilt es, die Daten zu bündeln, geeignete Arbeitsmaterialien zu schaffen und aktuell vorzuhalten. Der vorliegende Rohstoffbericht verdeutlicht positiv den inzwischen erreichten Stand sowie die Mitwirkung des Landesamtes für Geologie und Bergwesen bei regionalplanerischen Entscheidungen für die Rohstoffgewinnung.

Meine Anerkennung gilt dem Engagement des Landesamtes, mit rohstoffspezifischen Untersuchungen langfristig neue Wege zur Nutzung der einheimischen Ressourcen aufzuzeigen. So belegen z. B. die Ergebnisse eines von der Europäischen Union geförderten und vom Land kofinanzierten EFRE-Projektes, dass Sachsen-Anhalt über eine Reihe sehr interessanter Ton-Lagerstätten verfügt, deren Potenzial gegenwärtig noch nicht optimal ausgeschöpft wird. Dieser Bericht wird dazu beitragen, Wissenslücken zu schließen und potenziellen Anwendern neue Chancen zu eröffnen. Das Beispiel zeigt, dass die überregionale rohstoffgeologische Grundlagenarbeit im Vorfeld der industriellen Tätigkeit auch in Zukunft einen Aufgabenschwerpunkt des Landesamtes für Geologie und Bergwesen darstellen muss.

Dr. Horst Rehberger
Minister für Wirtschaft und Arbeit in Sachsen-Anhalt

1. Einführung und Zielstellung

Armin Forker, Peter Karpe, Regine Präger & Klaus Stedingk[1]

Mit dem Rohstoffbericht 2005 legt das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) seinen dritten Bericht dieser Art für das Land Sachsen-Anhalt vor[2]. Den Anlass für die Berichterstattung gab eine Landtagsausschusssitzung am 28. Januar 1999 (Bodenschutz für landwirtschaftliche Flächen). Hieraus folgte der Auftrag an das LAGB, im dreijährigen Turnus einen aktualisierten Statusbericht zur Rohstoffsituation in Sachsen-Anhalt vorzulegen. Im Vordergrund sollten hier die Entwicklungen im Steine- und Erden-Bergbau, eine zusammengefasste Förderstatistik einschließlich des Grundeigentümer-Bergbaus und eine Bilanzierung der Abbauflächen stehen.
Der Rohstoffbericht 2005 enthält die Fortschreibung des Daten- und Zahlenwerks sowie eine Analyse des rohstoffwirtschaftlichen Rahmens. Ausgehend von der Förderung der Steine- und Erden-Rohstoffe werden die Bedarfs- und Planungsschwerpunkte unseres Landes sowie Entwicklungstendenzen der Rohstoffnutzung und -sicherung dargestellt.

Für eine fundierte Bewertung wirtschaftsgeologischer Zusammenhänge ist der Blick über das eigene, regional begrenzte Aufgabenfeld hinaus unverzichtbar. Dieser Blick lässt uns nüchtern Fakten konstatieren, die in der öffentlichen Wahrnehmung häufig unbeachtet bleiben oder sogar kontrovers diskutiert werden. Hierzu gehört die altbekannte und ständig wiederholte Meinung, Mitteleuropa – und damit auch die Bundesrepublik – sei eine rohstoffarme

Abb. 1: Braunkohlegewinnung im Tagebau Amsdorf. Seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts werden im Oberröblinger Revier aus der Braunkohle wertvolle wachshaltige Inhaltsstoffe für zahlreiche industrielle Anwendungen extrahiert. Auch dieser umfassende Eingriff in Natur und Landschaft wird nach Beendigung der Gewinnungsarbeiten durch Umsetzung landschaftspflegerischer Begleitpläne und Nachfolgemaßnahmen (Wiedernutzbarmachung) langfristig kompensiert werden.

---

1 Ltd. GeoD Dipl.-Geol. Armin Forker, Dipl.-Ing. (FH) Peter Karpe, Dipl.-Geoln. Regine Präger, Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 34, 06118 Halle (Saale).

2 Geologisches Landesamt (1999): Rohstoffbericht 1998 – Steine und Erden, Industrieminerale. – Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beih. 2, 73 S., Halle (Saale).
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (2002): Rohstoffbericht 2002 – Verbreitung, Gewinnung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. – Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft 5, 173 S., Halle (Saale).

Region. Unbestreitbar trifft dies mit wenigen Ausnahmen auf die Energie- und Metallrohstoffe zu. Übersehen wird jedoch dabei, dass über 80 % des von unserer Gesellschaft benötigten Gesamtvolumens mineralischer Massenrohstoffe aus eigenem Aufkommen und inländischen Lagerstätten stammen[3]. Mit einer Förderung von aktuell jährlich ca. 600 Mio. t deckt die Steine- und Erden-Industrie der Bundesrepublik 95 % des einheimischen Verbrauchs[4]. Rohstoffe, wie z. B. Braunkohle, Kali-und Steinsalz befriedigen den Eigenbedarf sogar zu 100 % und stellen darüber hinaus in veredelter Form (Elektroenergie, Düngemittel oder chemische Erzeugnisse) wichtige Exportfaktoren dar (Abb. 1). Auch für die zuletzt genannten Bodenschätze birgt unser Land noch Potenziale, die bei verantwortungsvoller Nutzung die Versorgung von Wirtschaft und Gesellschaft noch für sehr lange Zeiträume sicherstellen können.

Diese positive rohstoffwirtschaftliche Einschätzung trifft in überdurchschnittlichem Ausmaß auf den mitteldeutschen Raum und damit auch auf Sachsen-Anhalt zu (Abb. 2). Hier gilt es, den volkswirtschaftlichen Stellenwert von Bodenschätzen zu verdeutlichen und die Diskussion über den Rohstoffabau zu versachlichen. Dabei genügt es nicht, allein den Zustand und die Entwicklungspotenziale in Sachsen-Anhalt zu erfassen und zu beschreiben. Ein wichtiges Ziel liegt darin, in unserer Gesellschaft 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 erhalten. Hier liegt unvermeidlicher Konfliktstoff für die Zukunft, denn es bleibt unstrittig, dass jeder Abbau von Rohstoffen nachwirkende Eingriffe in Natur und Landschaft bedingt (Abb. 1).

Auch in Sachsen-Anhalt ist in der Umgebung von Ballungsräumen eine räumliche Konzentration von Abbaustellen festzustellen. So wünschenswert eine marktnahe und damit auch ökologisch sinnvolle Produktion ist, so sind hiermit auch die größten Flächennutzungskonflikte verbunden (s. Kap. 3.). Ein weiteres Problem liegt in der Gefahr einer „Übernutzung“ und vorzeitigen Erschöpfung von Lagerstätten mit überdurchschnittlich guter infrastruktureller Anbindung.

Auch wenn zunehmend international erhebliche Massenguttransporte niedrigpreisiger Massenbaurohstoffe über enorme Entfernungen stattfinden (z. B. Hartgesteinsexport von Skandinavien nach Mittelamerika), 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. Die zusammenfassende Bewertung von Förderung, Verbrauch und den Stoffströmen (hierzu auch Kap. 2.) lässt für Sachsen-Anhalt folgendes Bild erkennen:

- regional bestehen Ungleichgewichte, die geologisch bedingt sind (Lagerstätten-Defizit- oder Überschussgebiet),
- Förderung und Absatz halten sich trotz marktwirtschaftlich bedingter Schwankungen und kurzzeitiger Lieferbeziehungen zu Absatzschwerpunkten in etwa die Waage,
- beträchtliche Mengen (bis über 30 % der Gesamtproduktion) verschiedener Rohstoffe (z. B. Hartgestein, hochqualitativer Kalkstein, Spezialton) kommen auch außerhalb der Landesgrenzen (z. B. in Mangelregionen) zum Einsatz oder zur Weiterverarbeitung[5],
- in der pro-Kopf-Förderung von Massenbaurohstoffen nimmt Sachsen-Anhalt unter den Neuen Bundesländern einen Spitzenplatz ein (Abb. 3).

In der öffentlichen Wahrnehmung ist die Nutzung der mineralischen Bodenschätze in Deutschland heftig umstritten. Hier gilt es, die kontroverse Diskus-

3 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Rohstoffe. – Geostandpunkt, 33 S., Hannover.
4 Neue Studie über die Baustoffbranche. – Kies + Sand, 6, 4, Baden-Baden 2005.
5 Ad-hoc-AG Rohstoffe des Bund-Länder-Ausschusses Bodenforschung (2004): Wirtschaftsgeologische Bewertung von Bedarfsprognosen und Stoffstromanalysen. – 34 S., 6 Abb., 3 Tab., Mainz (unveröff.).

sion zu versachlichen. Unter dem Aspekt der Notwendigkeit einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Rohstoffgewinnung gehören Information und aktive Präsenz auch zu den Aufgaben der staatlichen geologischen Dienste. Darüber hinaus gab es in den vergangenen Jahren zahlreiche Publikationen und Erklärungen von den verschiedensten Seiten, den unumgänglichen Abbau von Rohstoffen auch als Chance zu begreifen. Der Tenor dieser Verlautbarungen lässt sich wie folgt zusammenfassen: *„Viele Eingriffe des Rohstoffabbaus in Wasserhaushalt, Boden, Vegetation und Tierwelt können zwar nicht kurzfristig, aber insbesondere beim Trockenabbau mittel- oder langfristig wieder ausgeglichen werden. Beim Nassabbau können Eingriffe in manche Schutzgüter teilweise nicht wieder rückgängig gemacht werden. Andererseits können gerade auch durch offene Wasserflächen hochwertige Biotope entstehen."* Ein gutes Beispiel hierfür aus Sachsen-Anhalt zeigt Abb. 4.

Rohstoffsicherung

Die effiziente und nachhaltige Absicherung der Versorgung unserer Gesellschaft mit mineralischen Rohstoffen geschieht auf zwei Ebenen:

1. mit der privatwirtschaftlichen Rohstoffsicherung; hierzu gehören Lagerstättennachweis (Aufsuchung) und Erwerb von Eigentums- oder Abbaurechten und
2. durch die öffentlich-rechtliche Rohstoffsicherung als staatlichem Planungsinstrument.

Eine verantwortungsvolle Landesplanung muss unter dem Gebot der Nachhaltigkeit die langfristige Verfügbarkeit aller Bodenschätze sichern. Diese Ebene der Rohstoffsicherung umfasst die Aufstellung von Raumordnungsplänen in der Landes- und Regionalplanung. Hierbei sind die verschiedenen Nutzungsansprüche im und an den Raum gegeneinander abzuwägen.

Grundlage der modernen planerischen Rohstoffsicherung ist die systematische Inventur des gesamten Rohstoffpotenzials, die Bewertung seiner rohstoffwirtschaftlichen Bedeutung sowie der aktuellen Nutzung. Mit diesen Daten unterstützt das LABG die Raumordnungsbehörden des Landes bei den raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen. Für die langfristige Sicherung von Lagerstättenflächen in den Raumordnungsplänen muss die Standortgebun-

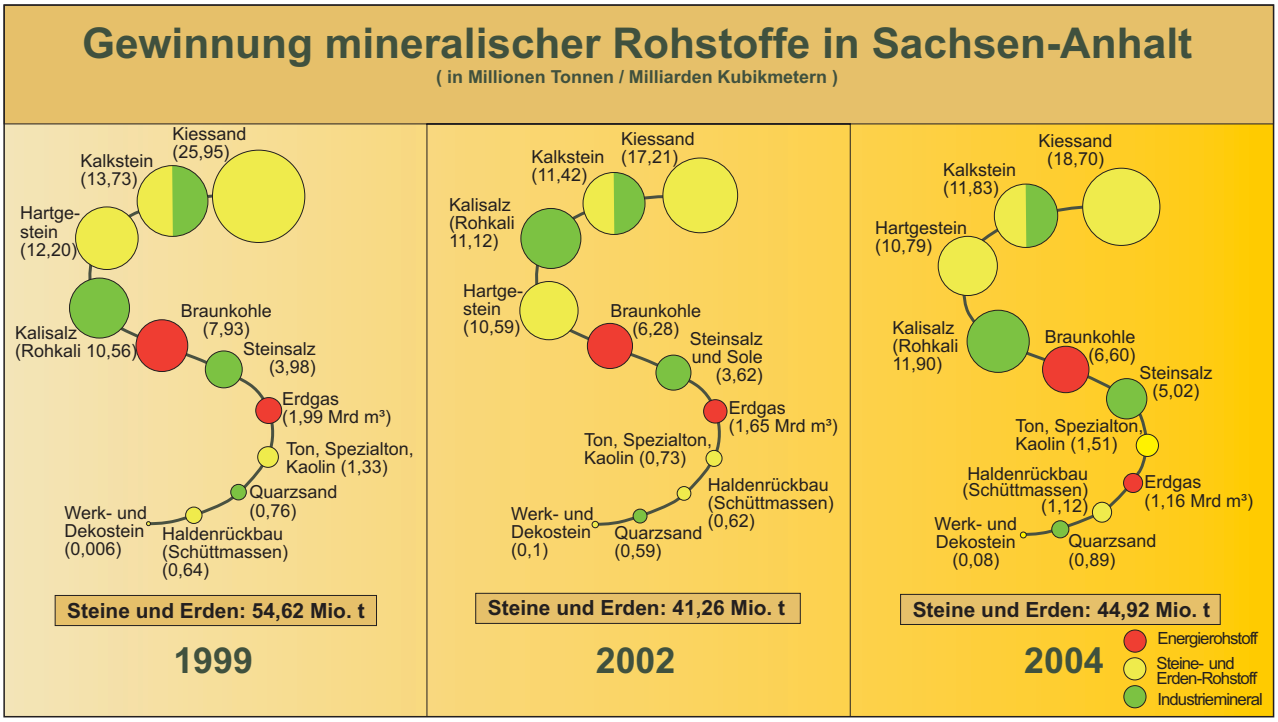


Abb. 2: Gewinnung mineralischer und Energie-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt 1999, 2002 und 2004. Der Vergleich dieser ausgewählten Förderjahre zeichnet für die dominierenden Steine- und Erden-Rohstoffe den konjunkturell bedingten Abschwung von 1994 bis 2002 nach. Seitdem ist eine leichte Stabilisierung der Produktion zu erkennen. Nicht zum Ausdruck kommt der deutliche Anstieg der Braunkohlenförderung im mitteldeutschen Revier in den letzten Berichtsjahren, da sich gegenwärtig der Abbauschwerpunkt außerhalb Sachsen-Anhalts befindet.

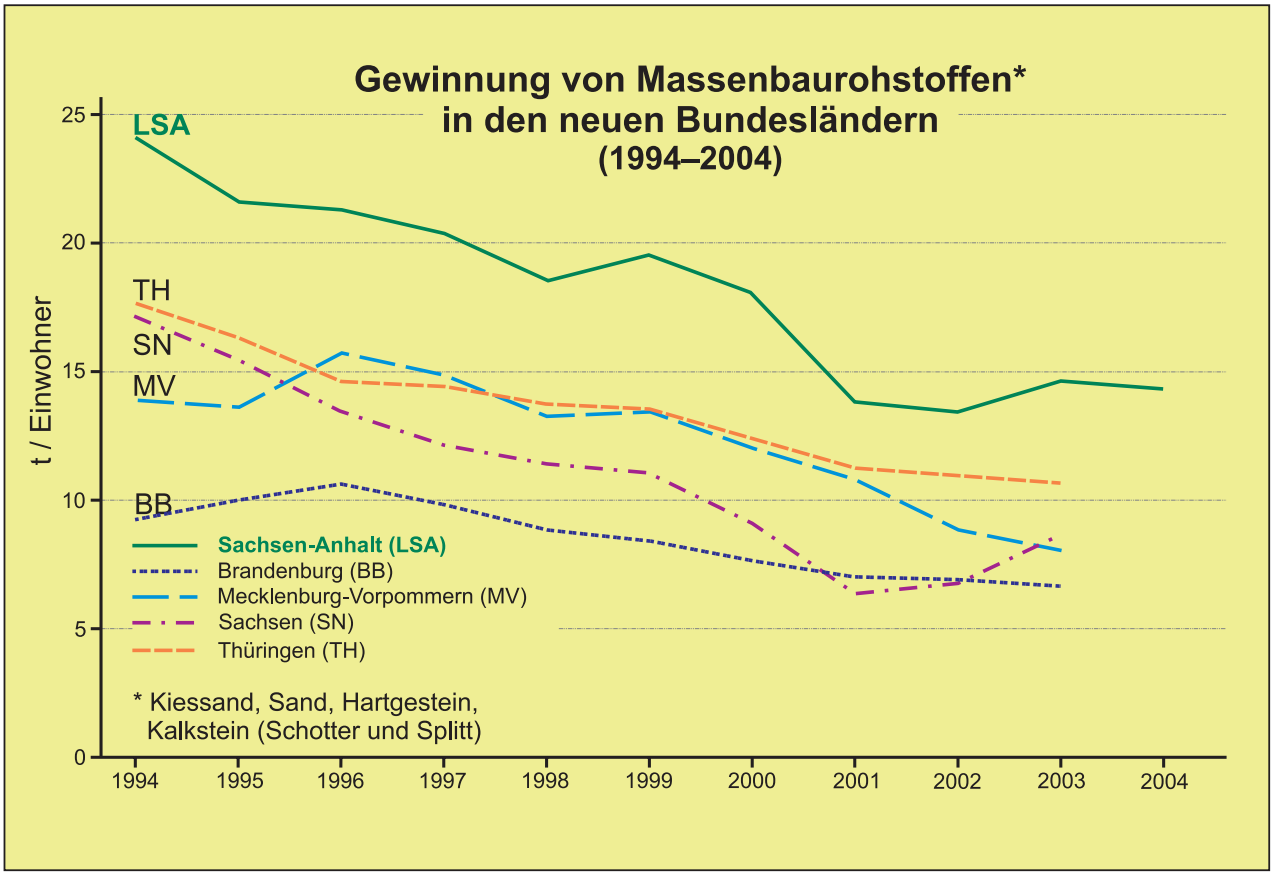


Abb. 3: Entwicklung der Förderung von Massenbaurohstoffen in den Neuen Bundesländern von 1994 bis 2004. Im direkten Vergleich nimmt Sachsen-Anhalt hier u. a. wegen der umfangreichen Infrastrukturmaßnahmen des Landes nach wie vor eine führende Position ein.

denheit der Bodenschätze in der Abwägung besondere Berücksichtigung finden . Darüber hinaus sind noch weitere Parameter, wie Vorratsmenge und Qualität der Lagerstätte gewichtige Grundlagen, um der Rohstoffgewinnung gegenüber anderen Schutz- und Nutzungsfunktionen einen Vorrang einräumen zu können.

Die Bewertung des aktuellen Zwischenstandes bei der Neuaufstellung der Regionalen Entwicklungspläne in Sachsen-Anhalt fällt aus der Sicht des LAGB differenziert aus:
In weiten Landesteilen schaffen die gegenwärtigen planerischen Festlegungen die erforderliche Planungssicherheit für die Rohstoffwirtschaft und stellen damit die Deckung des kurz- und mittelfristigen Bedarfs sicher.
Der Aspekt der Vorsorge auch für zukünftige Generationen im Sinne einer verantwortungsvollen Fachplanung (Rohstoffgewinnung) findet sich weitgehend berücksichtigt.
Den rohstoffgeologisch insgesamt hinreichend versorgten Planungsräumen stehen noch Problemregionen gegenüber. Hier müssen Lösungen gefunden werden, die dem Rohstoffsicherungsaspekt nachhaltig Rechnung tragen.
Für die Rohstoffgewinnung und -sicherung sind zunehmend europarechtliche Vorgaben zu beachten (z. B. „NATURA 2000“). Die Ausweisung von FFH- und Vogelschutzgebieten greift in zahlreiche Belange des Landes ein (Abb. 4). Bei ihrer Auswahl haben die zuständigen Stellen zwar grundsätzlich auch alle genehmigten und aktiven Gewinnungsstellen mineralischer Rohstoffe im Sinne des Bestandsschutzes zu berücksichtigen, im Ergebnis der Abwägung konnten jedoch nicht alle potenziellen Konflikte gelöst werden. Die Praxis zeigt hier, dass der dem Nachhaltigkeitsgedanken zu Grunde liegenden „gleichrangigen Abwägung von ökonomischen, sozialen und ökologischen Belangen“[6] nicht immer gefolgt wurde.
Einen Überblick zum aktuellen Stand der landesplanerischen Rohstoffsicherung in Sachsen-Anhalt gibt das Kap. 3.

Abb. 4: Renaturierter Kiessandabbau bei Wallendorf (Saaleauen-Randbereich). Auch für dieses Gebiet ist zeitnah eine unter-Naturschutz-Stellung zu erwarten.

Grundlagenarbeit

Perspektivisch nicht weniger wichtig ist die lagerstättengeologische Grundlagenarbeit. Es gilt das landesspezifische Rohstoffpotenzial in seiner Gesamtheit wahrzunehmen und langfristig neue Wege seiner Nutzung zu beschreiten. Breiten Raum nehmen daher die Ergebnisse rohstoffspezifischer Untersuchungen in Kap. 4. ein.

Einen Schwerpunkt bildet in diesem Bericht die Neubewertung ausgewählter Ziegeltonrohstoffe. Die Ergebnisse eines von der Europäischen Union geförderten und vom Land kofinanzierten EFRE-Projekts zeigen auf, dass Sachsen-Anhalt über eine Reihe sehr interessanter Rohstoffvorkommen verfügt, die nicht nur in der Grobkeramik Verwendung finden können. Produkte jeglicher Erzeugnisgruppen sind aus den einheimischen Rohstoffen herzustellen. Es kann z. B. auch belegt werden, dass die zur Zeit nicht eingesetzten Auelehme für eine moderne grobkeramische Verwendung geeignet sind. Darüber hinaus werden für eine Anzahl von Rohstoffen weitere keramische Einsatzempfehlungen gegeben. Die Zusammenfassung dieses (EFRE) Projekts soll auch mittleren und kleineren Unternehmen unseres Landes Informationen zu einer optimierten Nutzung ihrer eigenen Rohstoffbasis geben.

Neben der Betrachtung der Tonrohstoffe Sachsen-Anhalts für keramische Einsatzgebiete darf auch eine Einschätzung der Tone und tonigen Gesteine als barrierewirksame Gesteine und v. a. als Einsatzmaterial beim Bau von Deponien nicht fehlen. Mit einem Beitrag wird daher neben ihrer Eignung als Leichtzuschlagstoff auch auf die Einsetzbarkeit landesspezifischer Tone als Deponie-, Deich- und Dammbaurohstoff eingegangen. Bei der Daten-Zusammenstellung (z. B. Schadstoffrückhaltevermö-

6 Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-Geo) (2004): Rohstoffsicherung in der Bundesrepublik Deutschland – Vorschläge zu einer nachhaltigen Entwicklung (Maßnahmenkatalog), Maßnahme 8.1.

gen) traten deutlich Kenntnislücken zu Tage, die konkrete Anwendungsempfehlungen für wichtige Tonrohstoffe nicht zuließen. Hier besteht für die Zukunft noch Untersuchungsbedarf.

Seit über zehn Jahren befasst sich das LAGB mit der systematischen Bestimmung der natürlichen Geröllzusammensetzungen von in Abbau stehenden Kiessandlagerstätten und Lagerstättenfeldern in Sachsen-Anhalt. Anlass zu diesen aufwendigen Untersuchungen gaben Schäden an neu errichteten Beton-Bauwerken (Autobahn-Brücken und Fahrbahndecken) als Folge von Treibreaktionen, ausgelöst u.a. durch ungeeignete Komponenten. Im Zuge eines Amtshilfeersuchens des Landesamts für Straßenbau (jetzt Landesbetrieb Bau) wurden erstmals auf gesicherter statistischer Grundlage Vollanalysen von Rohkiesen der wichtigsten Flusssysteme Sachsen-Anhalts angefertigt. Wichtigstes praktisches Ziel dieser Arbeit war die zuverlässige und reproduzierbare Erfassung der ungeeigneten Komponenten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden von unmittelbarem Interesse für externe Institutionen (z.B. Ingenieurbüros, Prüflabore) bei der Erkundung von Lagerstätten und die weitere Güteüberwachung von Gesteinskörnungen sein.

Bergrecht

Den Abschluss der Fachbeiträge bildet in diesem Bericht die letztinstanzliche bergrechtliche Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts (Leipzig) zur Einstufung von Bodenschätzen und der Erhebung von Förderabgaben. Im Ergebnis eines sich über drei Gerichtsinstanzen erstreckenden Verwaltungsstreitverfahrens hat das Bundesverwaltungsgericht in einer grundsätzlichen Entscheidung die Frage des Anknüpfungspunkts der Förderabgabepflicht dahingehend geklärt, dass zur Erhebung der Förderabgabe allein die Inhaberschaft einer Bewilligung und der Umstand der Gewinnung aus einem Bewilligungsfeld ausreicht.

Wie die bereits vorangegangenen Berichte enthält auch der Rohstoffbericht 2005 im **Anhang** praktische Informationen über die Rohstoffwirtschaft Sachsen-Anhalts sowie Angaben zu den Autoren.

2. Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt
(Steine und Erden, Industrieminerale)

Klaus Stedingk, Regine Präger & Peter Karpe unter Mitarbeit von Ulf Desselberger, Gerhard Jost, Klaus-Jörg Hartmann und Norbert Rudolph[1]

In Sachsen-Anhalt stellt die Gewinnung mineralischer Rohstoffe nach wie vor einen wichtigen Wirtschaftsfaktor dar. Sand und Kies, Naturstein, Ziegelton, Zementkalk oder Kaolin, um nur einige wichtige Bodenschätze zu nennen, besitzen in zahlreichen Industriebranchen wesentliche Funktionen als Grundrohstoffe sowie als Zusatz-, Begleit- und Wirkstoffe bei den verschiedensten Verfahren. Hauptnutzer der mineralischen Rohstoffe ist die Bauindustrie. Mit einer durchschnittlichen Jahresförderung von rund 44 Millionen Tonnen allein an Steine- und Erden-Rohstoffen, die einer Pro-Kopf-Erzeugung von fast 17 Tonnen im Berichtszeitraum (2002–2004) entspricht, behauptet Sachsen-Anhalt einen Spitzenplatz in den neuen Bundesländern.
Die Verfügbarkeit der Steine- und Erden-Rohstoffe ist die Voraussetzung für den Auf- und Ausbau der Industrie oder die Gestaltung wichtiger Verkehrsbauten in unserem Bundesland. Eine Übersicht der Potenziale der oberflächennahen Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt gibt Abb. 1.

Seit 1990 sind in Sachsen-Anhalt wettbewerbsfähige Betriebe entstanden, die zu bedeutenden Arbeitgebern in der Region gehören. Die Basis des aktiven Bergbaus bilden Rohstofflagerstätten, die zugleich einen natürlichen Reichtum und grundlegenden Standortvorteil des Landes darstellen. Dieses mannigfaltige Potenzial an wirtschaftlich gewinnbaren Bodenschätzen verschafft Sachsen-Anhalt auch einen überdurchschnittlichen Anteil an der bundesdeutschen Rohstoffproduktion. Aufgrund der geologischen Vorkommen bauwürdiger Rohstoffe sind die Gewinnungsstellen zwar dezentral über das Land verteilt, in der Nähe zu Verbrauchs- und Verarbeitungsschwerpunkten ist jedoch eine räumliche Konzentration von Abbaustellen festzustellen. So wünschenswert eine marktnahe und damit auch ökologisch sinnvolle Produktion ist, so sind hiermit auch die größten Flächennutzungskonflikte verbunden (s. Kap. 3.). Ein bisher nur am Rand wahrgenommenes Problem liegt in der Gefahr einer „Übernutzung“ und vorzeitigen Erschöpfung von Lagerstätten mit überdurchschnittlich guter infrastruktureller Anbindung. Ein Beispiel hierfür ist die sich mittel- und langfristig abzeichnende Verknappung von Hartgesteinsrohstoffen in der Großregion Halle. Hier werden Erweiterungen bestehender Standorte oder Neuaufschlüsse zur Deckung des Bedarfs insbesondere für den Verkehrswegebau unausweichlich. Unter Berücksichtigung unvermeidbar langer Planungsvorläufe sind hierfür rechtzeitig die Weichen zu stellen.

2.1 Bodenschätze in Sachsen-Anhalt

Die geologischen Verhältnisse in werden durch einen Stockwerksbau charakterisiert. Hierbei lassen sich folgende Einheiten voneinander abgrenzen:
- Grundgebirgsstockwerk
- Übergangsstockwerk
- Tafeldeckgebirgsstockwerk
- Lockergesteinsstockwerk.

Das Grundgebirgsstockwerk umfasst die ältesten Schichtglieder (Paläozoikum, vorwiegend Devon und Unterkarbon). Es sind Festgesteine, die durch tektonische Prozesse gefaltet, geschiefert und geklüftet wurden. Diese meist durch mächtige jüngere Abfolgen überdeckten Gesteine besitzen im tieferen Untergrund eine weite Verbreitung. Nur an wenigen und eng begrenzten Aufragungen – wie im Mittel- und Unterharz oder der Flechtingen-Roßlau-Scholle – treten sie an die Oberfläche. Als Baustoffe und Festgesteinsrohstoffe liegen hier Grauwacke, Quarzit, Granit, Diabas, Keratophyr und Massenkalk (Abb. 2) als in Nutzung befindliche oder potenziell wichtige Lagerstätten vor. Geologisch gebunden an dieses Stockwerk sind auch die – bis in die jüngere Vergangenheit – wichtigen Gangmineralisationen

1 Dr. Klaus Stedingk, Dipl.-Geoln. Regine Präger, Dipl.-Ing. (FH) Peter Karpe, Dipl.-Ing. Ulf Desselberger, Dr. Klaus-Jörg Hartmann, Dipl.-Ing. Gerhard Jost, Norbert Rudolph, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 34, 06118 Halle (Saale).

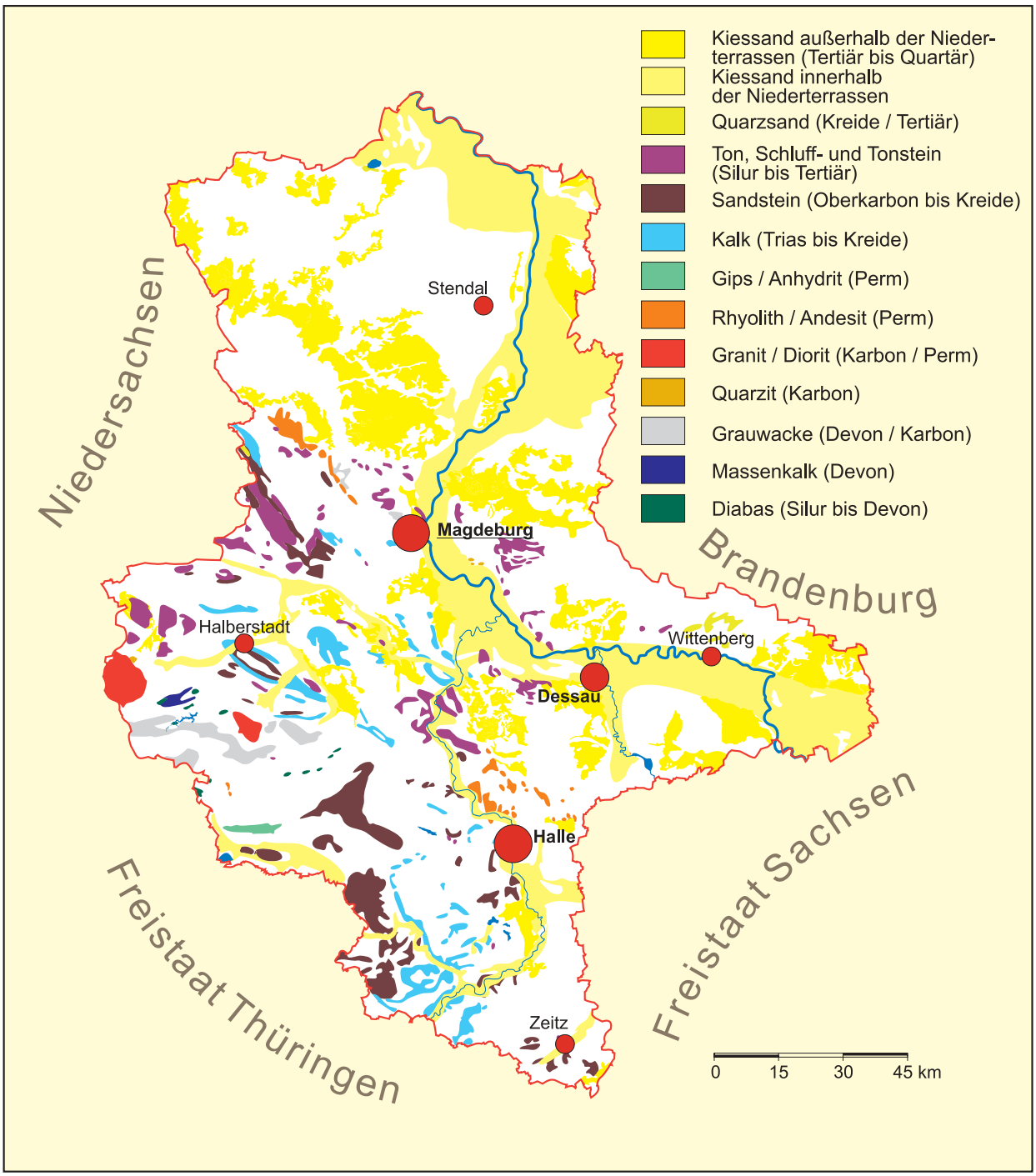


Abb. 1: Potenzialkarte der Steine und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt (Hauptverbreitungsgebiete der Rohstoffgruppen). Aus dem Kartenbild wird ersichtlich, dass im nordöstlichen Teil Sachsen-Anhalts eiszeitliche Kiessande weit verbreitet auftreten. Der Südwestteil unseres Bundeslandes ist durch das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

Abb. 2: Werksteingewinnung im Steinbruch Kleiner Birkenkopf bei Hasserode. Hier wird seit vielen Jahrzehnten mittelkörniger Brockengranit (Varietät „Brocken Blau“) abgebaut.

Abb. 3: Gewinnung permokarboner Andesite in der Flechtingen Scholle (Mammendorf). Dieser jüngste Hartgesteinsabbau Sachsen-Anhalts liefert hochqualitative Produkte für unterschiedliche Anwendungen (z. B. Straßen- und Wasserbau).

im Unterharz. Sie sind – wie die Eisenerze und der Schwefelkies bei Elbingerode/Rübeland – gegenwärtig nur als potenzielle Lagerstätten zu betrachten. Im Unterschied hierzu werden auch in Zukunft die hochqualitativen Kalksteinvorkommen des Mittelharzes als eine sichere Rohstoffquelle für die verschiedensten Anwendungsbereiche der Industrie, nicht nur Sachsen-Anhalts, verfügbar sein.

Das Übergangsstockwerk besteht vorwiegend aus den Verwitterungsschuttmassen (Molasse) des Grundgebirgsstockwerks. Dieses dem Oberkarbon und dem Rotliegenden zuzuordnende Stockwerk begleitet die Grundgebirgsaufragungen randlich und ist somit auch nur an wenigen Stellen, wie dem Halle Vulkanitkomplex oder der Flechtinger Teilscholle, oberflächennah anzutreffen. In dieser jungpaläozoischen Wechselfolge von Sandsteinen, Schluff- und Tonsteinen sowie Konglomeraten des Oberkarbons und Rotliegenden beobachten wir lokal vulkanische Gesteine (meist Rhyolithe und Andesite, Abb. 3). Diesen mächtigen sauren bis intermediären Vulkaniten kommt für die Versorgung von Sachsen-Anhalt – und z. T. weit über die Landesgrenzen hinaus – mit Schotter und Splitt herausragende wirtschaftliche Bedeutung zu. Zweitrangig bleibt dagegen die Nutzung des Rhyoliths (Porphyr) und der Sandsteine als Werk- und Dekostein.

Nicht zuletzt begegnen uns innerhalb dieser Schichtenfolge wichtige Energierohstoffe in Form von Steinkohlen und Erdgas. Während die Nutzung der Steinkohlen in den kleineren Revieren von Wettin und Löbejün wegen Erschöpfung der Lagerstätte nach Jahrhunderten zum Erliegen kam, findet in der westlichen Altmark nach wie vor Erdgas-Gewinnung statt.

Das Tafeldeckgebirgsstockwerk besteht aus einer meist weit über 2000 m mächtigen Sedimentserie vom Oberperm (Zechstein) bis zur Oberkreide, die das Grund- und Übergangsstockwerk großflächig überdeckt und nur an wenigen Stellen von Grundgebirgsaufragungen und den Gesteinen der Molasse durchbrochen wird. Diese Festgesteins-Schichtserie beginnt in seinem untersten Teil mit den lokal bauwürdig vererzten Basissedimenten (i. W. Kupferschiefer). Nach fast 800-jährigem und wechselvollem Bergbau im Mansfelder Land musste der Abbau der größten deutschen Kupferlagerstätte 1990 im Sangerhäuser Revier wegen Unwirtschaftlichkeit eingestellt werden. Die Verwahrungsarbeiten sind hier inzwischen nahezu abgeschlossen. Auch die Nutzung des im Hangenden des Kupferschiefers anstehenden und als Bruch- und Werkstein genutzten Werra-Dolomits (Zechsteinkalk) ist nur noch von historischem Belang.

Bergwirtschaftlich noch immer enorme Bedeutung besitzen dagegen die Ablagerungen des Zechstein-Salinars für die Wirtschaft unseres Landes. Diese geologisch nahezu unerschöpflichen Vorräte an Stein- und Kalisalz bildeten sich vor ca. 250 Millionen Jahren in einer erdgeschichtlich sehr kurzen Epoche. Tektonische Beanspruchung und die bekannt hohe Mobilität der Salze führten zum Aufstieg gewaltiger Salzmassen, die z. T. sogar die Oberflä-

che erreichten und an deren Auslaugungsformen heute wichtige Lagerstätten geknüpft sein können. Die günstigen Eigenschaften dieser mächtigen Salinarabfolge bedingen auch ihre besondere Eignung für den Speicher- und Deponie-Bergbau.

Auf den Zechstein folgt das Mesozoikum mit der Trias. Ihre Liegendschichten bildet der Buntsandstein in der Hauptsache mit Schluff-, Ton- und Sandsteinen. Der überlagernde Muschelkalk besteht aus einer Wechselfolge von Kalksteinen und Kalkmergelsteinen, die von den Tonstein-, Schluffstein- und Sandsteinfolgen des Keupers überdeckt werden. Für die Versorgung der Zementfabriken, der chemischen (z.B. Soda) und grobkeramischen Industrie aber auch des Verkehrswegebaus stehen in Sachsen Anhalt zahlreiche Gewinnungsstellen in Abbau, die die Kalk-, Ton- und Schluffsteine dieser Formation nutzen (Abb. 4).

Tonsteine, Schluffsteine und Sandsteine des Juras und Sandsteine, Tonmergelsteine und Kalke der Kreide bilden den hangenden Teil des Deckgebirgsstockwerks. Nur an wenigen Stellen stehen die unteren und mittleren Schichten dieser Serien oberflächennah an und sind damit für eine Rohstoffnutzung zugänglich. Die wichtigsten Steine- und Erden-Rohstoffe dieser Schichtserien sind Tone des Lias, die in der Grobkeramik Verwendung finden und die Quarzsande der Oberkreide, die z.T. wertvolle Vorstoffe für die Glasindustrie darstellen. Bislang ohne wirtschaftliche Bedeutung ist in diesen Schichten die Verbreitung von Eisenerzen des Lias und der Unterkreide[2]. Alle Versuche, diese Vorkommen zu nutzen, blieben bis heute erfolglos.

Das hangendste und geologisch jüngste, das Lockergesteinsstockwerk, besteht aus weitgehend unverfestigten Sanden, Tonen und Schluffen sowie Kiessanden des Känozoikums (Tertiär und Quartär). Hier finden wir eine breite Palette nutzbarer Bodenschätze. Sie reicht von den immer noch wichtigen Lagerstätten der Braunkohle über wertvolle Tonvorkommen bis zu den stark differenzierten Kiessandablagerungen. Die noch vor wenigen Jahren intensive Nutzung der Braunkohle für die verschiedensten Zwecke und Anwendungen ist mit den Umstrukturierungen seit der politischen und wirtschaftlichen

Abb. 4: Kalkstein-Tagebau und Zementwerk bei Bernburg. Auf der Basis des oberflächennah anstehenden Muschelkalks entwickelte sich schon vor Jahrzehnten im Raum Bernburg-Staßfurt eine bedeutende Grundstoffindustrie. Massive Neuinvestitionen legten hier in den letzten Jahren die Grundlagen zum Erhalt einer wettbewerbsfähigen Zement- und Sodaproduktion. Oberhalb des Tagebaus befindet sich das Mischbett mit Bandförderung zur Zementfabrik (rechts).

2 Stedingk, K. (2002): Potenziale der Erze und Spate in Sachsen-Anhalt. – in: Rohstoffbericht 2002 – Verbreitung, Gewinnung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. – Mitt. z. Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft **5**, 75–132, Hrsg.: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt. Halle (Saale).

Wende stark zurückgegangen. Als Energieträger und Extraktionskohle besitzt dieser noch in erheblichen Mengen vorhandene Rohstoff nach wie vor große Bedeutung.

Mit Abstand wichtigster und unverzichtbarer Massenrohstoff sind die Kiessande (Abb. 5). Den Hauptanteil stellen die Ablagerungen des Quartärs (vorwiegend eiszeitliche Ablagerungen der Saalekaltzeit) mit z.T. mächtigen Kies-Schotterkörpern der pleistozänen Flüsse (Haupt- und Mittelterrassen). Im Nordosten Sachsen-Anhalts herrschen weichselkaltzeitliche Urstromtäler (Kiese und Sande des Elbe-Magdeburger Urstromtals) vor. In diesen Regionen konzentriert sich deshalb der Abbau von Sanden und Kiessanden.
In jüngerer Zeit haben Schäden insbesondere an Brückenbauwerken und Fahrbahndecken umfangreiche Untersuchungen an Rohkiesen, Lieferkörnungen und am eingebauten Beton nach sich gezogen. Hierzu gehörten auch exemplarische petrographische Bearbeitungen der Geröllzusammensetzung von Rohkiesen in den verschiedenen Ablagerungsräumen. Über die Ergebnisse und die hieraus zu ziehenden Schlussfolgerungen wird zusammengefasst in Kap. 4.3 berichtet.

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

2.2.1 Grundlagen

Durch das Gesetz zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen vom 15.04.1996 fallen verschiedene Bodenschätze (z.B. Kiese und Sande) nicht mehr in den Geltungsbereich des BBergG. Für den Abbau dieser Bodenschätze gelten die entsprechenden Vorschriften des Naturschutzrechts, des Baurechts, des Wasserrechts, des Ordnungsrechts und des Immissionsschutzrechts,

Abb. 5: Abfrachtung von qualifizierten Gesteinskörnungen im Kieswerk Wallendorf, im Hintergrund Baufeld IV.

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 (s. Kap. 3.).
Seit in Krafttreten des o. g. Gesetzes zur Rechtsangleichung befanden sich im Jahr 2004 für alle Steine- und Erden-Rohstoffe 148 aktive Gewinnungsstellen (hiervon Kiessand: 100) unter Bergaufsicht (bergfreie und grundeigene Bodenschätze). In 106 Abbaustellen (hiervon Kiessand: 95) fand eine Gewinnung als Grundeigentümerbodenschatz unter der Aufsicht der Landratsämter bzw. der Kreisverwaltungen statt. Diese nicht unter Bergaufsicht stehenden Abbaustellen repräsentieren nach Erhebungen durch das LAGB 41,7 % aller Gewinnungsbetriebe mit einem Anteil von 9,9 % an der gesamten Steine- und Erden-Förderung Sachsen-Anhalts (Tab. 3). Mit wenigen Ausnahmen handelt es sich hierbei also um Klein- und Kleinstbetriebe.

Den Umfang der bergbehördlichen Aufsicht über den Steine- und Erden-Bergbau im Land Sachsen-Anhalt zeigen die Tab. 1 und 2. Danach lag der Bestand an bergrechtlichen Bergbauberechtigungen Ende 2004 bei insgesamt 349 Vorgängen. Ende 2004 betrug die Summe der unter Bergaufsicht stehenden Gewinnungsstellen 223. Damit besteht zum Kap. 2.2.2 (Tab. 3; 148 Gewinnungsstellen unter Bergaufsicht) eine erhebliche Diskrepanz. Dieser Unterschied ergibt sich aus erhebungstechnischen Gründen, weil in der bergaufsichtlichen Erfassung auch die Betriebe enthalten sind, die sich in Aufsuchung, Unterbrechung oder Stilllegung befinden und damit nicht zur Produktion beitragen.

Tab. 1: Bestand an Bergbauberechtigungen (Steine und Erden) in Sachsen-Anhalt am 31.12. 2004[3]

Bodenschatz	Erlaubnisse	Bewilligungen	Bergwerkseigentume	Alte Rechte	Summe
Lockergestein	0	117	88	16	**221**
Ton	0	18	39	0	**57**
Hartgestein	0	28	18	0	**46**
Kalkstein	0	8	17	0	**25**
Gesamt	**0**	**171**	**162**	**16**	**349**

Tab. 2: Gewinnungsstellen unter Bergaufsicht am 31.12. 2004[3].

Art/Bodenschatz	Anzahl
Steine und Erdenbetriebe in Gewinnung	162
davon: Lockergestein	109
Tone	19
Hartgestein	18
Kalkstein	13
Sonstige (Kieselgur, Gips/Anhydrit, Torf)	3
Haldenrückgewinnung	3
Steine und Erdenbetriebe in Aufsuchung, Unterbrechung oder Einstellung	58
Summe der Gewinnungsstellen unter Bergaufsicht (2004)	**223**

3 Berthold, U., Brandt, M., Schaar, U., Desselberger, U., Poschwald, P., Meyer, G. & Jost, G. (2005): Tätigkeitsbericht der Bergverwaltung für das Jahr 2003/2004. – in: Tätigkeitsbericht 2003/2004 des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), im Druck.

2.2.2 Datenerhebung, Förderstatistik

Gesicherte Daten zu Förderung, Verbrauch und Stoffströmen mineralischer Rohstoffe sind für die Analyse der Rohstoffsituation eines jeden Landes unverzichtbar. Denn hieraus leiten sich unmittelbare Erfordernisse der Wirtschaft (zuverlässige Versorgung der Gesellschaft mit Rohstoffen) aber auch der landesplanerischen Rohstoffsicherung ab.

Die hier vorgelegte Förderstatistik wurde im LAGB angefertigt. Das Zahlenwerk spiegelt den Stand einer möglichst vollständigen Erfassung der in den Jahren 2002 bis 2004 in Sachsen-Anhalt abgebauten Rohstoffmengen (Steine und Erden) wider (Tab. 3) und schreibt damit die Daten der vorangegangenen Rohstoffberichte von 1998 und 2002 fort. Die aktuellen Zahlen decken sich naturgemäß nicht exakt mit den Angaben in Tab. 2 (s.o.).

Bei der Erhebung zuverlässiger Daten ist gegenwärtig von folgender Sachlage auszugehen:

1. Für alle bergrechtlich zugelassenen Betriebe erfolgt – unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten je Betrieb – eine vollständige Erfassung der Rohstoffproduktion durch die Bergverwaltung.
2. Durch das Statistische Landesamt Sachsen-Anhalt werden nur Steine- und Erdenbetriebe mit einer Erfassungsgrenze von 10 bzw. 20 und mehr Beschäftigten berücksichtigt. Hierdurch entgeht die Mehrzahl der Betriebe der amtlichen statistischen Erfassung.
3. Eine generelle Berichtspflicht für die als Grundeigentümerabbau zugelassenen Gewinnungsbetriebe zur Produktionshöhe und der realen Flächeninanspruchnahme besteht nicht.

Deshalb hat das Landesamt für Geologie und Bergwesen die vorliegende Analyse auf der Basis freiwillig gelieferter Firmendaten, eigener Kalkulationen und Angaben der Landkreise und kreisfreien Städte erarbeitet. Wegen der unterschiedlichen Erhebungsmethodik weisen die Förderzahlen z.T. erhebliche Unterschiede auf. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass in den meisten Statistiken eine klare Trennung zwischen Roh- und verwertbarer Förderung fehlt. Das LAGB erfasst mit Ausnahme der Werk- und Dekostein-Produktion ausschließlich die Rohförderung.
Seit 1995 erfolgt eine gesonderte Erfassung der Fördermengen aus Lagerstätten mit Grundeigentümerbodenschätzen. Trotz deutlicher Schwankungen der Gewinnungsstellenzahl seit 1998 nahm die Zahl der nicht unter Bergaufsicht stehenden Betriebe in den vergangenen Berichtsjahren überproportional auf 106 (=41,7%) zu. Aus der Kenntnis der betrieblichen und lagerstättenkundlichen Verhältnisse heraus wird bei wirtschaftlicher Belebung dieser Trend anhalten.

Die bislang höchste Förderquote an Steine- und Erden-Rohstoffen wurde in Sachsen-Anhalt mit 68,6 Mio. t im Jahr 1994 erreicht. Bei allen Rohstoffarten ist seit 1995 eine mehr oder weniger stetig fallende Tendenz der Gesamtförderung zu verzeichnen. Im Jahr 2004 betrug die Gesamtförderung an Steine und Erden aus 254 Gewinnungsstellen (Tab. 3, Abb. 6) rund 45 Millionen t. Mit ca. 18,7 Millionen t (41,6%) haben hieran die Kiessande den größten Anteil. Darauf folgen mengenmäßig mit knapp 12 Mio. t die Hartgesteine. Die Kiessande und Hartgesteinsschotter und -splitte sowie etwa 50% der Kalksteinförderung (Kalksteinschotter und -splitte) werden direkt an die Bauwirtschaft verkauft. Etwa 30% der 2004 geförderten Kiessandmenge kamen als Auffüllmassen, Dammschüttmaterial und Mineralgemische (Straßenbaustoffe, speziell im Tiefbau und Verkehrswegebau) zum Einsatz. Tab. 3 gibt zusammengefasst einen Überblick der Betriebe und ihrer Produktion aufgeschlüsselt nach Rohstoffarten und Gewinnungsstatus.

Das Balkendiagramm (Abb. 7) gibt einen Überblick der Produktionsentwicklung für die wichtigsten Massenrohstoffe in Sachsen-Anhalt von 1994 bis 2004. Sie zeigt nach einem Fördermaximum 1994 (69 Mio. t) eine stetige Abnahme der Gesamtförderung, die im Wesentlichen durch den Rückgang der Kiessand-Förderung begründet ist. Für die übrigen Rohstoffarten lässt sich jedoch eine differenzierte Entwicklung beobachten. Für die Jahre 2003 und 2004 lässt sich wieder eine leichte Zunahme der Produktion konstatieren.

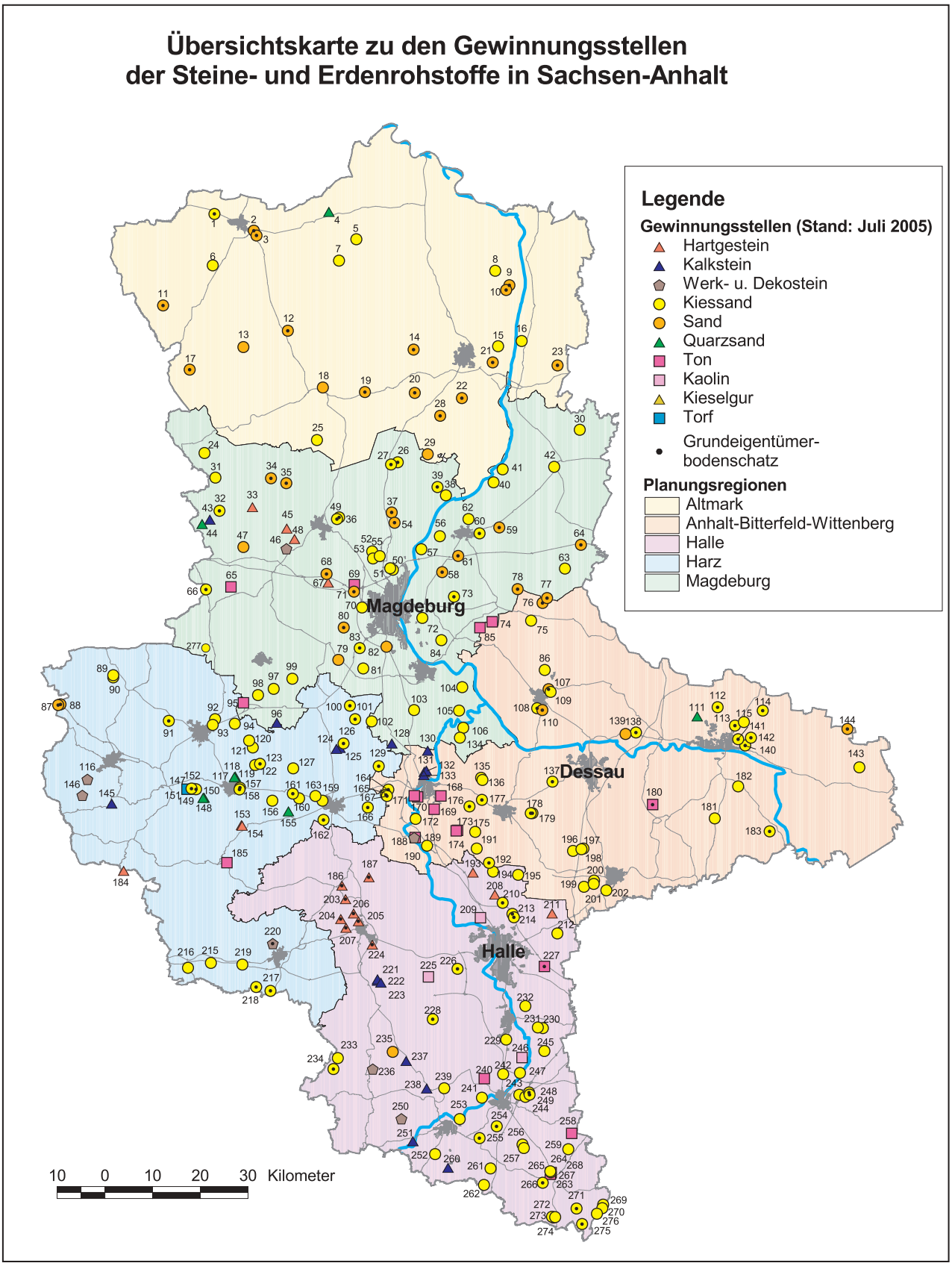


Abb. 6: Übersichtskarte der im Juli 2005 genehmigten und aktiven Gewinnungsstellen oberflächennaher Rohstoffe (Steine und Erden, einschließlich Grundeigentümerabbaue) in Sachsen-Anhalt (hiervon standen 254 [=91,7%] in Förderung). Die Ziffern an den Symbolen entsprechen der Auflistung im Anhang I. Hier befinden sich Namen und Anschriften aller erfassten Gewinnungsstellen.

Tab. 3: Rohstoffförderung und Anzahl der produzierenden Gewinnungsstellen in Sachsen-Anhalt 2002–2004.

Rohstoff	2002			2003			2004		
	GWS[1]	Förderung		GWS[1]	Förderung		GWS[1]	Förderung	
	An-zahl	Mio. t	%	An-zahl	Mio. t	%	An-zahl	Mio. t	%
Kiessand/Sand (Bergaufsicht)	97	15,32	89,0	98	16,78	86,1	100	15,7	84,0
Kiessand/Sand (GE)[2]	88	1,89	11,6	94	2,7	13,9	95	3,0	16,0
Kiessand/Sand (gesamt)	**185**	**17,21**	**100**	**192**	**19,48**	**100**	**195**	**18,7**	**100**
Hartgestein (Bergaufsicht)	9	10,58	94,3	9	10,49	91,2	9	11,29	94,8
Hartgestein (GE)[2]	6	0,64	5,7	8	1,01	8,8	7	0,62	5,2
Hartgestein (gesamt)	**15**	**11,21**	**100**	**17**	**11,5**	**100**	**16**	**11,91**	**100**
Kalkstein (Bergaufsicht)	13	11,42	100	13	11,6	92,7	14	11,73	99,2
Kalkstein (GE)[2]	0	0	0	1	0,91	7,3	1	0,1	0,8
Kalkstein (gesamt)	**13**	**11,42**	**100**	**14**	**12,51**	**100**	**15**	**11,83**	**100**
Quarzsand (Bergaufsicht)	6	0,59	100	7	0,64	100	6	0,89	100
Quarzsand (GE)[2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quarzsand (gesamt)	**6**	**0,59**	**100**	**7**	**0,64**	**100**	**6**	**0,89**	**100**
Tone, Kaolin (Bergaufsicht)	14	0,51	69,6	14	0,79	51,3	13	0,78	52,1
Tone, Kaolin (GE)[2]	1	0,22	30,4	2	0,75	48,7	2	0,72	47,9
Tone, Kaolin (gesamt)	**15**	**0,73**	**100**	**16**	**1,54**	**100**	**15**	**1,51**	**100**
Werk-/Dekostein (Bergaufsicht)	5	0,013	92,9	5	0,11	99,1	5	0,015	75
Werk-/Dekostein (GE)[2]	1	0,001	7,1	1	0,001	0,9	1	0,005	25
Werk-/Dekostein (ges.)	**6**	**0,014**	**100**	**6**	**0,11**	**100**	**6**	**0,02**	**100**
Torf (Bergaufsicht)	1	0,001	100	1	0,001	100	1	0,001	100
Torf (GE)[2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torf (gesamt)	**1**	**0,001**	**100**	**1**	**0,001**	**100**	**1**	**0,001**	**100**
Gewinnungsstellen (Bergaufsicht)	**145**	**38,43**	**93,3**	**147**	**40,41**	**88,3**	**148**	**40,41**	**90,1**
Gewinnungsstellen (GE)[2]	**96**	**2,75**	**6,7**	**106**	**5,37**	**11,7**	**106**	**4,45**	**9,9**
Gewinnungsstellen (gesamt)	**241**	**41,18**	**100**	**253**	**45,78**	**100**	**254**	**44,85**	**100**

Erläuterung: erfasst sind alle genehmigten Gewinnungstellen
GWS[1] aktive Gewinnungsstelle
(GE)[2] Gewinnung nicht unter Bergaufsicht (Grundeigentümer Bodenschatz)

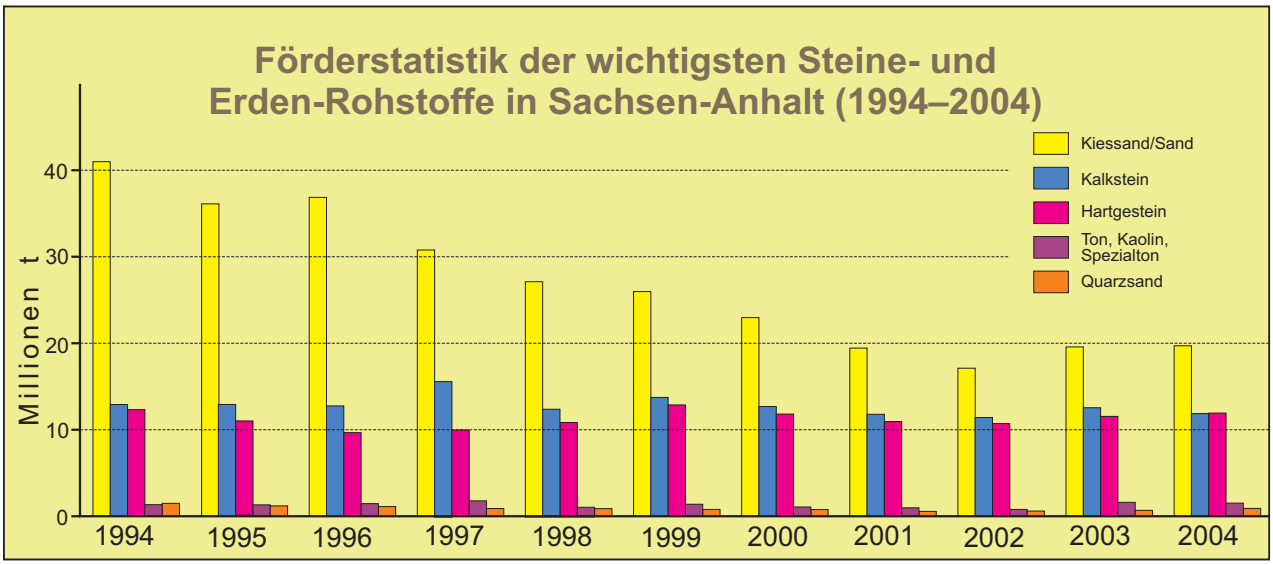


Abb. 7: Förderstatistik der Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. Mit insgesamt 69 Mio. t erreichte die Produktion 1994 ihr bisheriges Maximum. Durch den überproportionalen Rückgang der Kiessand-Förderung als Folge der anhaltend schwachen Baukonjunktur verringerte sich die Produktionsmenge fast kontinuierlich bis 2002 auf ca. 41 Mio. t. Im Vergleich hierzu ist für die Jahre 2003 und 2004 eine leichte Erholung erkennbar.

2.2.3 Flächenbilanz der Rohstoffgewinnung (Steine und Erden)

2.2.3.1 Gesamt-Abbauflächen-Analyse

Auf Antrag der SPD-Landtagsfraktion vom 30.09.1998 („Bodenschutz für landwirtschaftliche Flächen") erarbeitete das damalige Geologische Landesamt erstmalig eine Stellungnahme zur Flächeninanspruchnahme bei der Gewinnung oberflächennaher Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. Dieses Papier enthielt eine:

- zusammengefasste Förderstatistik (Stand: 01.01.1998),
- Zusammenstellung der durch die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe in Anspruch genommenen Flächen (einschl. betrieblicher Anlagen),
- qualifizierte Angabe des Entzugs landwirtschaftlich genutzter Flächen auf Grundlage der Bodenschätzung sowie eine
- Prognose der zukünftigen Entwicklung.

Die Stellungnahme wurde in der Landtagsausschusssitzung am 28.01.1999 angenommen (s. Kap. 1.) und mit dem Rohstoffbericht 1998 veröffentlicht[4]. Eine Fortschreibung dieser Daten erfolgte weisungsgemäß im Rohstoffbericht 2002[5].

Methodik

(a) Flächenerfassung durch Kompilation

Nach wie vor stellt die Ermittlung des Flächenentzugs durch die Rohstoffgewinnung ein komplexes, nicht nur technisches Problem dar. In der Vergangenheit geschah dies i.W.:

- auf Grundlage der gesetzlichen Erhebungen (Meldungen der unter Bergaufsicht stehenden Betriebe),
- durch aufwendige Rückrechnungen von Jahresförderung bezogen auf die spezifische Mächtigkeit des Nutzbaren,
- mit Hilfe von Feldaufnahmen im Zuge von Befahrungen und/oder
- durch qualifizierte Schätzung.

Dieses Vorgehen, führte zwangsläufig zu schwer abschätzbaren Ungenauigkeiten durch unvollständige Erhebungen/Meldungen, Fehlkalkulationen oder Schätzfehler.

Die genannte Methodik erschien aber vertretbar, weil eine statistisch hinreichend große Teilflächenzahl für die geforderte summarische Betrachtung zur Verfügung stand und andere Verfahren nicht zur Anwendung kommen konnten.

4 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).

5 Stedingk, K., Balzer, G. & Karpe, P.: 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).

(b) Luftbild- und Datenbank-gestützte Auswertung

Seit 2005 stehen dem LAGB landesweit flächendekkend aktuelle Luftbilder (digitale Orthophotos, Stand: 2000 bis 2004) zur Verfügung, deren Qualität eine vollständige Erfassung und im Regelfall auch eine Differenzierung einzelner Gewinnungsstellenflächen erlaubt. Mit diesem Hilfsmittel sowie den in der Rohstoffdatenbank vorhandenen Flächendaten und der eigenen Vor-Ort-Kenntnis wurde es erstmals möglich, eine zuverlässige Gesamtflächenerfassung für den oberflächennahen Rohstoffabbau in Sachsen-Anhalt durchzuführen.

Nach einer praktischen Erprobungsphase in einem größeren Teilbereich des Landes wurden die Auswertungskriterien, nach denen sich die Flächen für Rohstoffgewinnung kategorisieren ließen, festgelegt (Abb. 8). Anschließend erfolgte landesweit einheitlich die digitale Erfassung aller Teilflächen. Die Verteilung der unterschiedenen Flächenkategorien und die ihnen zu Grunde liegenden Kriterien sowie ihre Verteilung zeigen Tab. 4 und Abb. 9.

Im Unterschied zu den vorangegangenen Rohstoffberichten (1998 und 2002) sind wegen der veränderten Methodik der Flächenerfassung (digitalisierte Luftbildauswertung) auch erstmals lagegenau qualitative Angaben zum Flächenentzug durch die Rohstoffgewinnung möglich. Leider ließ die Auflösung der digitalen Luftbilder keine weitere Unterteilung der renaturierten Bodenflächen zu. Die Qualifizierung des landwirtschaftlichen Flächenverbrauchs erfolgte dabei auf Grundlage des Klassenzeichens der Bodenschätzung.

Das Klassenzeichen 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 die Auskunft über die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit der Böden. Rund 84 % der Flächen verfügen über eine qualifizierbare Information zum Klassenzeichen. Für eine vergleichende Zuordnung wurden die Bereiche der Klassenzeichen entsprechend eines vorhandenen Schemas klassifiziert (vgl. Stedingk et al. 2002, S. 22–24)[6]. Neben dem Abgleich mit der landwirtschaftlichen Flächennutzung erfolgte eine gleichwertige Betrachtung zur Wald-, Forst- und Gehölznutzung entsprechend der ATKIS-Daten des Landes.

Ergebnis

Nach aktueller Erfassung waren bis 2004 etwa 9 470 ha (= 0,46 % der Landesfläche) unmittelbar von der oberflächennahen Rohstoffgewinnung betroffen (Tab. 5, Abb. 9 oben). Durch die laufende Flächen-

Tab. 4: Flächenkategorien und die ihnen zu Grunde liegenden Kriterien. Die Auflösung der digitalen Luftbilder ließ keine detailliertere Unterteilung renaturierter Bodenflächen zu.

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 sich in der Regel im Randbereich aktiver Abbauflächen befinden und **für die bergbauliche Tätigkeit unmittelbar erforderlich** sind (Standorte der Tagesanlagen, Aufbereitungsanlagen, Zuwegungen u.a.)
renaturierte Flächen	alle **stillgelegten** Abbauflächen, die wieder in land- oder forstwirtschaftlicher Nachnutzung oder als sonstige Flächen der natürlichen Sukzession zur Verfügung stehen
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

6 Stedingk, K., Balzer, G. & Karpe, P.: 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).

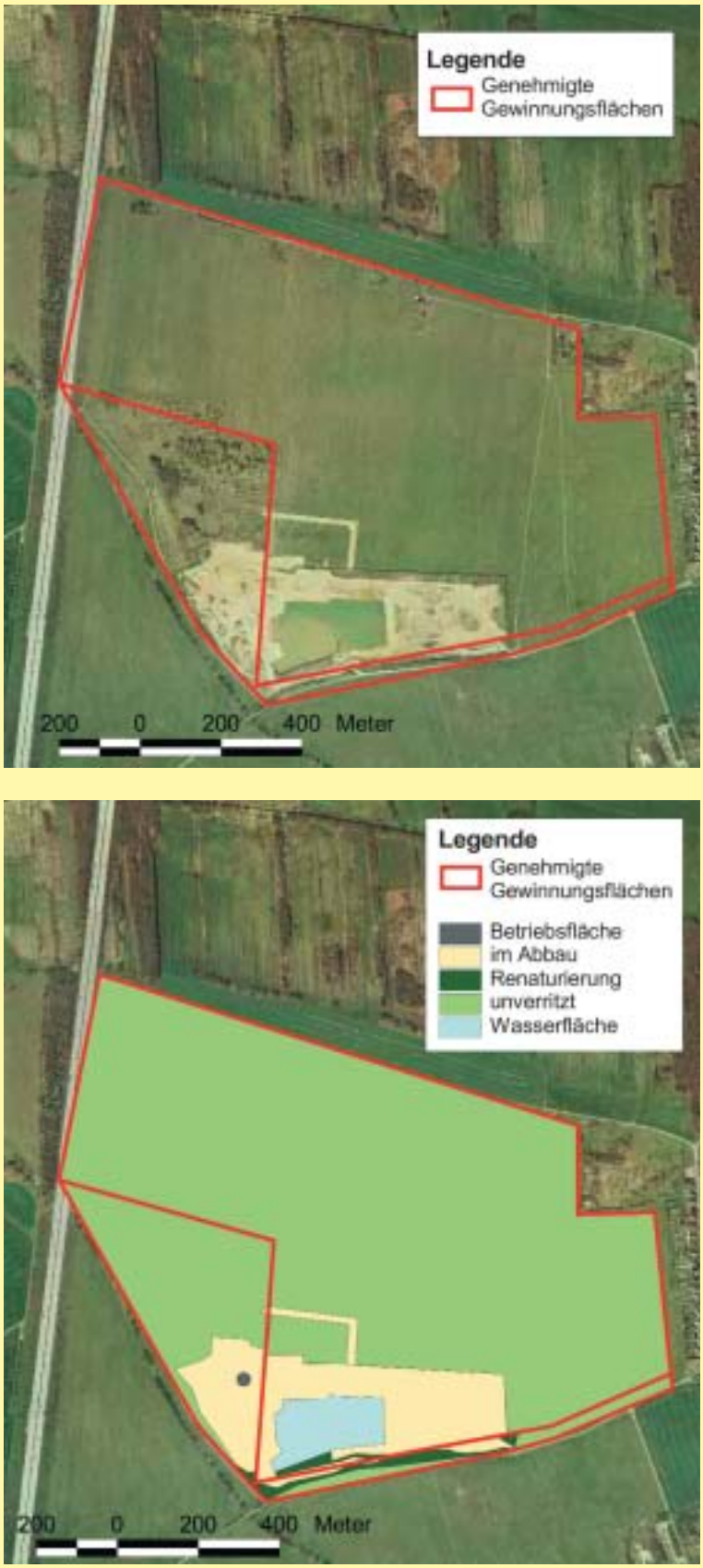


Abb. 8: Beispiel für eine Luftbild-gestützte digitale Erfassung von Teilflächen innerhalb einer Bergbauberechtigung. Oben: Digitales Orthophoto. Unten: Differenzierung der Gesamtfläche in thematische Teilflächen.

rückführung erschöpfter Feldesteile, z. B. Renaturierungsmaßnahmen, sind davon 6 049 ha (= 0,29 % der Landesfläche) dem Naturhaushalt als offene Wasserflächen, Sukzessions- bzw. Wald- und Gehölzflächen sowie der Landwirtschaft z. B. als agrarische Nutzflächen zurückgegeben worden. Zur Sicherung der fortlaufenden Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe stehen noch rund 13 917 ha (= 0,68 % der Landesfläche) als genehmigte Abbauflächen zur Verfügung.

Nach der qualifizierten Auswertung wird der aktive Abbau (2833 ha) zu 61 % auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen geführt (Datenbasis: Klassenzeichen der Bodenschätzung). Weiterhin werden zu 9 % Waldflächen in Anspruch genommen. Für 30 % der Flächen existiert keine Zuordnung. Es ist davon auszugehen, dass hier die Rohstoffgewinnung bereits zum Zeitpunkt der Bodenschätzung betrieben wurde und deshalb keine Daten vorliegen (Abb. 9 unten).

2.2.3.2 Jährliche Flächeninanspruchnahme

In Fortschreibung der vorangegangenen Berichterstattung musste die Flächeninanspruchnahme für 2004 weitgehend auf der Grundlage von Erfahrungswerten abgeschätzt werden (vgl. Kap. 2.2.3.1 a), da nur in Einzelfällen eine exakte Flächenerhebung vorlag. Gleichwohl muss nachdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die Flächenverbrauchsangaben weitgehend auf den Ermittlungen und Schätzungen des LAGB beruhen, denen allerdings eine detaillierte Kenntnis der Lagerstätten- und Abbausituation zugrunde liegt. Danach wurden in diesem Berichtsjahr für die Gewinnung von 45 Mio. t oberflächennaher Steine- und Erden-Rohstoffe (Tab. 6) insgesamt rd. 182 ha Fläche in Anspruch genommen. Das entspricht weniger als 0,001 % der Gesamtfläche des Landes.

Der in den letzten Jahren wieder leicht zunehmende Trend in der Förderung von Steine- und Erden-Rohstoffen (Abb. 7) spiegelt sich auch in einem geringfügigen Anstieg des Flächenverbrauchs wider. Am deutlichsten ist dies im Bereich der Kalksteinförderung erkennbar. Auch in den kommenden Jahren wird sich nach allgemeiner Einschätzung der Flächenentzug nicht wesentlich verändern. Gründe dafür sind:

- weit fortgeschrittener Lagerstättenaufschluss,
- Konzentration der Produktion auf leistungsfähige Betriebe und
- weitere Verbesserung der Infrastruktur Sachsen-Anhalts.

In Analogie zur Flächenanalyse der aktiven Abbauflächen (Abb. 9) ist davon auszugehen, dass die Rohstoffgewinnung überwiegend auf landwirtschaftlich genutzten Bodenflächen erfolgt.

Vor dem Hintergrund der Inanspruchnahme hochwertiger Böden für die Rohstoffgewinnung erlangt die bergaufsichtliche Tätigkeit des LAGB bei der Umsetzung von landschaftspflegerischen Begleitplänen und der Planung von Nachfolgemaßnahmen

Tab. 5: Flächenbilanz für die Rohstoffgewinnung (Steine und Erden) in Sachsen-Anhalt.

Flächenkategorie	Gesamtfläche (ha)	Anteil an der Landesfläche (%)
aktive Abbauflächen	2833	0,14
Betriebsflächen	588	0,03
renaturierte Flächen	3975	0,19
Wasserflächen	2074	0,10
Summe der durch Rohstoffgewinnung betroffenen Flächen	**9470**	**0,46**
Unverritzte Flächen innerhalb genehmigter Gewinnungsstellen (Vorratsvorlauf)	**13917**	**0,68**

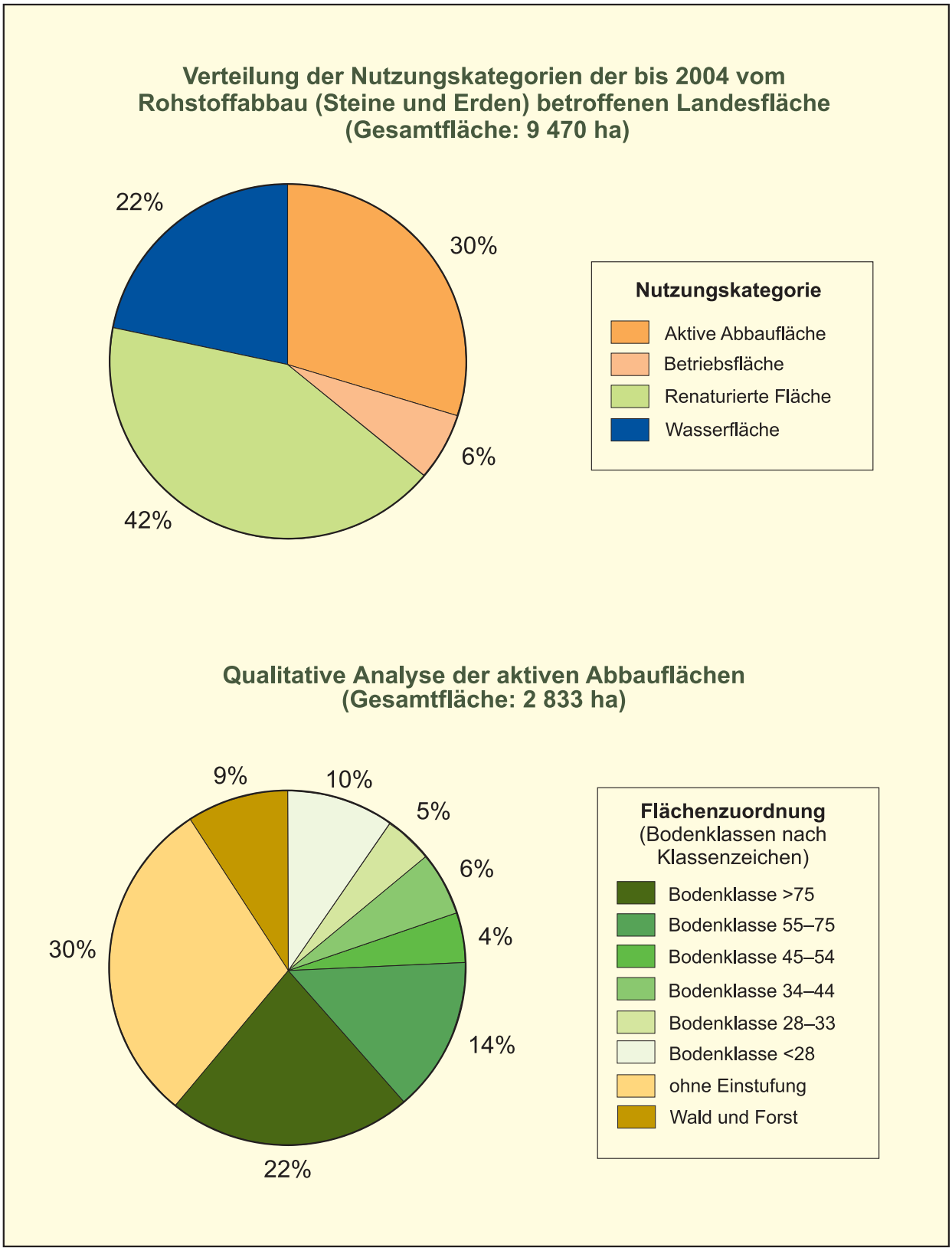


Abb. 9 oben: Verteilung der Nutzungskategorien der durch Rohstoffgewinnung betroffenen Flächen (9 470 ha). Die rückgeführte bzw. in Rückführung befindliche Gesamtfläche übertrifft deutlich die des aktiven Rohstoffabbaus. **Unten:** Qualitative Flächenanalyse aller bis 2004 erfassten aktiven Abbauflächen (Einstufung nach Werteintervallen der Klassenzeichen der Bodenschätzung und ATKIS-Daten des Landes). Die Berechnung bezieht sich auf eine Gesamtfläche von 2 833 ha. Aus der Übersicht wird deutlich, dass für 30 % der Flächen keine Flächeneinstufung vorliegt. Das kann darauf zurückgeführt werden, dass ein Teil der Abbaubetriebe bereits zum Zeitpunkt der Bodenschätzung existiert haben.

nach Beendigung der Gewinnungsarbeiten (Wiedernutzbarmachung) zunehmend an Bedeutung. Die Abschwächung der Baukonjunktur hat die den Betriebsplanzulassungen zugrunde liegenden Zeitspannen für die Abbauentwicklung bis zur Wiedernutzbarmachung z.T. deutlich gestreckt. Es wird unvermeidlich werden, für die Zeitdauer des Eingriffs in Natur und Landschaft durch den jeweiligen Tagebau die Planungen im Zuge der Betriebsaufsicht permanent zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Tab. 6: Zusammenstellung der für die Rohstoffgewinnung jährlich in Anspruch genommenen Flächen.

Rohstoffart	Flächeninanspruchnahme aller Gewinnungsstellen		
	1999 [ha]	2001 [ha]	2004 [ha]
Kiessand (unter Bergaufsicht)	142,0	114,8	110,1
Kiessand (unter Aufsicht der Landkreise)	35,0	23,4	25,2
Kiessand/Sand (gesamt)	177,0	138,2	135,3
Kalkstein	15,1	15,2	23,5
Hartgestein einschließlich Haldenrückbau	13,0	15	13,5
Ton / Spezialton / Kaolin	3,5	3,8	4,2
Quarzsand	4,3	2,6	4,9
Werk- und Dekostein	0,11	0,1	0,2
Sonstige	-	0,2	0,01
Gesamt	**213,0**	**175,1**	**181,6**

2.3 Bedarf und Versorgung des Landes

Auch für eine längerfristige Versorgung der Wirtschaft unseres Bundeslandes und darüber hinaus ist das natürliche Angebot an Steine- und Erden-Rohstoffen grundsätzlich ausreichend. Die räumliche Verbreitung von Bodenschätzen im Lande ist jedoch ungleichmäßig und abhängig vom geologischen Bau des Untergrunds. Einzelne Rohstoffe konzentrieren sich auf Einzelstandorte oder nur auf kleine Teilbereiche unseres Landes, während sich große Areale als rohstoffarm darstellen. Diese Ortsgebundenheit der einzelnen Rohstoffe und Rohstoffarten zwingt naturgemäß zu örtlich überproportionaler Gewinnung für die Deckung des Gesamtbedarfs im Land. Außerdem ist die Rohstoff-Qualität ortsbezogen sehr unterschiedlich, was wiederum die standortspezifische Nutzung beeinflusst. Letztendlich entscheidet neben den Umweltaspekten aber der am Markt erzielbare Preis des Endprodukts über den Aufschluss und die wirtschaftliche Nutzung von Bodenschätzen. Dieser Preis wird u.a. durch folgende Parameter bestimmt:

- Verfügbarkeit des Rohstoffs,
- Gewinnungs- bzw. Aufbereitungskosten,
- Qualität des Endprodukts und
- Transportweg (zwischen Produktionsstätte und Verbraucher oder Zwischenhandel).

Betrachten wir unter diesen Aspekten die Gewinnung oberflächennaher mineralischer Bodenschätze in Sachsen-Anhalt, dann erkennen wir für die hiesige Rohstoffwirtschaft ein vergleichsweise günstiges Umfeld. So erlauben es die Lagerstättenverhältnisse, eine breite Palette mineralischer Rohstoffe zu überdurchschnittlich marktfähigen Bedingungen bereit zu stellen.

2.4 Bedarfsprognosen und Stoffströme

Die Basis zur Erfassung von Stoffströmen bildet die möglichst genaue Kenntnis der gegenwärtigen Produktions- und Verbrauchszahlen für die verschiedenen Rohstoffgruppen. In Abhängigkeit von der geforderten Aussagegenauigkeit sind hierfür mehr oder weniger stark regionalisierte rohstoffwirtschaftliche Daten unverzichtbar.
In den vergangenen Jahren haben zahlreiche Institutionen[7] bzw. Einzelautoren Prognosen zum künftigen Bedarf an Baurohstoffen in der Bundesrepublik Deutschland vorgelegt. Derartige Prognosen sollten u. a. die Grundlagen schaffen für die:

- Rohstoffsicherung innerhalb der Landes- und Regionalplanung und
- Lösung rohstoffspezifischer und regionaler Nutzungskonflikte

mit dem Ziel der Entwicklung einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft.

Im Hinblick auf die veröffentlichten Produktions- und Verbrauchsdaten mineralischer Rohstoffe kommt eine Zustandsanalyse[8] zu folgender Einschätzung: *„Bei keinem anderen Rohstoff, insbesondere bei keiner anderen industriellen Produktion von Waren und Gütern, besteht eine vergleichbare Unsicherheit über die tatsächliche Produktion (und den Verbrauch) wie bei den Massenrohstoffen der mineralischen Baurohstoffe.“*

Dennoch werden mit diesen Daten auf der Grundlage unterschiedlicher Prognosemodelle Aussagen zur perspektivischen Entwicklung der Produktion von mineralischen Baurohstoffen für Zeiträume bis 2040 getroffen. Diese Aussagen haben sich bereits zwischenzeitlich als nicht tragfähig erwiesen und sollten für eine bedarfsorientierte planerische Rohstoffsicherung nicht verwendet werden.

Die auf den Förder- und Vorratsdaten aufbauende Bewertung des verfügbaren Rohstoffpotenzials ist u. a. die Voraussetzung für eine effiziente Rohstoffsicherung z. B. im Zuge der Regionalplanung (Kap. 3). Diese unverzichtbare Aufgabe setzt eine möglichst genaue und vollständige Erhebung der geförderten Rohstoffmengen im Bundesland Sachsen-Anhalt voraus.
Neben den Fördermengen werden, soweit möglich, in diesem Zusammenhang auch immer die Rohstoffmengen erfasst, die Sachsen-Anhalt verlassen. Diese als Stoffströme bezeichneten Mengen sind nicht unerheblich und belaufen sich immerhin auf 20 bis 30 % der Jahresförderung (s. Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 2002).

Die fehlende Rohstoffbasis in verschiedenen Bundesländern bedingt einen nicht unerheblichen Beitrag Sachsen-Anhalts bei der Versorgung von Mangelgebieten. Aus dieser geologisch begründeten Vorzugsstellung heraus resultiert u. a. auch die führende Stellung Sachsen-Anhalts in der Pro-Kopf-Produktion von Steine- und Erden-Rohstoffen.

Eine Vorstellung davon, auf welcher Höhe sich die Förderung und damit auch der Bedarf allein an Massenbaurohstoffen bewegt, vermittelt Abb. 2 in Kap. 1. Danach liegt in den neuen Bundesländern die Erzeugung zwischen 8 und 20 t pro Kopf der Bevölkerung. Unter der Annahme einer – landesweit betrachtet – weitgehend ausgeglichenen „Import-/Export-Bilanz“ belegt Sachsen-Anhalt mit diesen Zahlen auch bundesweit einen Spitzenplatz beim Bedarf der Wirtschaft an Massenbaurohstoffen.

Prognostisch sind aufgrund der Marktentwicklung mittelfristig folgende Jahreswerte hinsichtlich Förde-

7 Wettig, E. et al. (2000): Langfristige Entwicklung des Verbrauchs wichtiger Steine und Erden – Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland.– in: Der Bedarf an mineralischen Baustoffen, 17–73, Bundesverband Baustoffe Steine und Erden e. V., Frankfurt/Main.

8 Mühlmann, R., et al. (1997): Grundlagen und Perspektiven einer nachhaltigen Bauwirtschaft. Phase A – Zustandsanalyse des für die Bauwirtschaft relevanten Ressourcenverbrauchs (Ökologische und Ökonomische Relevanz). – unveröff. Bericht Philipp Holzmann AG – IMS Ingenieurgesellschaft mbH, NL Frankfurt, Neu-Isenburg.

rung/Verbrauch (t/Einwohner) in Sachsen-Anhalt zu erwarten:

Steine und Erden gesamt	ca. 10–18 t/Einwohner
davon z. B. Kiessand	ca. 7–10 t/Einwohner
Hartgestein	ca. 3–4,5 t/Einwohner.

Eine Bewertung von Förderung, Verbrauch und den länderübergreifenden Stoffströmen ergibt folgendes Bild:

- Förderung und Verbrauch halten sich in Sachsen-Anhalt trotz marktwirtschaftlich bedingter Schwankungen und kurzzeitiger Lieferbeziehungen zu Absatzschwerpunkten in anderen Bundesländern annähernd die Waage,
- Regional bestehen Ungleichgewichte. Diese sind geologisch bedingt (Rohstoff im Absatzgebiet nicht vorhanden) oder die Abbaustelle (z. B. Südharz-Grauwacke) liegt in Grenznähe.

2.5 Aspekte der EU-Osterweiterung für die mineralgewinnende Industrie in Sachsen-Anhalt

Im Zuge der EU-Osterweiterung sind am 01. 05. 2004 die ersten acht mittelosteuropäischen Staaten sowie Zypern und Malta der Europäischen Union beigetreten.

Mit dem Beitritt dieser Länder erhält die EU einen beträchtlichen Potenzialzuwachs sowohl an Energie- und Metallrohstoffen aber auch an hochwertigen Industriemineralen und Steine- und Erden-Bodenschätzen. In den einzelnen Beitrittsländern hat die Rohstoffwirtschaft allerdings einen sehr unterschiedlichen Stellenwert. Als Bergbauländer im Weltmaßstab für Energie- und metallische Rohstoffe gelten Polen, Tschechien und mit Einschränkung auch Ungarn. Dieses trifft auch auf die Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen in diesen Ländern zu. In den übrigen Beitrittsstaaten spielen die mineralischen Bodenschätze mit wenigen Ausnahmen (z. B. Massenbaurohstoffe) nur eine untergeordnete Rolle.

Schon jetzt ist erkennbar, dass auch die Rohstoffgewinnende und -verarbeitende Industrie ein länderübergreifender und weit fortgeschrittener Konzentrationsprozess erfasst hat. So sind z. B. nach der Privatisierung der Betriebe inzwischen mehr als 80 % der polnischen Zementfabriken im Besitz ausländischer und besonders deutscher Firmen. Abgeschwächt haben auch bei Unternehmen zur Kiessand-, Schotter- und Splitt- sowie Tongewinnung und an Ziegeleien Beteiligungen und Übernahmen durch westeuropäische Branchenführer stattgefunden.

Ein nennenswerter Export von nichtmetallischen mineralischen Rohstoffen findet mit Ausnahme von Zement aus Polen und Tschechien kaum statt. Ausfuhren von Hartgestein und Kalkstein dürften weitgehend an den grenznahen Bereich und an Verbrauchsschwerpunkte (Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Berlin, Brandenburg) gebunden sein. Eine echte Konkurrenzsituation wird sich in diesen Regionen erst mit dem Ausbau der grenzüberschreitenden Verkehrswege entwickeln.

Die infrastrukturelle Anbindung der Beitrittsstaaten (Schiene, Straße, Wasserweg) an West- und Mitteleuropa entspricht mit Ausnahme des Küstenbereichs (Ostsee) noch nicht den Anforderungen, die an leistungsfähige Transportsysteme zu stellen sind. So stehen z. B. die für den Schüttgütertransport wichtigen schiffbaren Flüsse (Elbe, Oder) dem Verkehr nur selten ganzjährig und häufig gerade zur Hauptbausaison nicht zur Verfügung. Auch wird die Anpassung des Straßen- und Schienennetzes an mitteleuropäische Standards noch einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen.

Die erheblichen Fracht-Entfernungen von den Verbraucherzentren in Sachsen-Anhalt allein zu den Grenzübergängen macht den Bezug von Massenrohstoffen unwirtschaftlich (Tab. 7). Diese Aussage gilt nicht für hochwertige mineralische Werkstoffe (z. B. Werkstein, Spezialton) oder Verarbeitungsprodukte (z. B. Zement) die auch dem internationalen Wettbewerb unterliegen.

Tab. 7: Fracht-Entfernungen von Magdeburg und Halle zur polnischen bzw. tschechischen Grenze (Straßenkilometer).

	Frankfurt (Oder)	Görlitz	Altenberg-Zinnwald
Magdeburg	220 km	330 km	273 km
Halle (Saale)	238 km	250 km	180 km

Nach einer nicht repräsentativen Befragung von Unternehmen und Verbänden in Sachsen-Anhalt werden durch den Beitritt der mittelosteuropäischen Reformstaaten weder wirtschaftliche Einbußen (weiterer Preisverfall) noch ein erhöhter Konkurrenzdruck befürchtet.

Ursachen für diese zurückhaltende Bewertung der Industrie sind:

- die große Fracht-Entfernung zwischen Verbraucher und Produzenten,
- das voraussichtlich noch langfristig äußerst niedrige Preisniveau auf dem einheimischen Rohstoffmarkt durch die anhaltend schwache Konjunktur und Überkapazitäten,
- Probleme bei den Produktqualitäten der potenziellen Lieferanten und hierdurch Zurückhaltung bei den Abnehmern,
- die Firmenbeteiligungen westeuropäischer Unternehmen und
- der EU-Anpassungsdruck.

Es bleibt abzuwarten, ob Innovationen und/oder eine gesamteuropäische Konjunkturbelebung den Transformationsprozess in den Beitrittsländern so beschleunigen werden, dass dort ansässige Unternehmen auf den westlichen Märkten stärker Fuß fassen können.

2.6 Rohstoffgeologische Landesaufnahme (Darstellung und Bewertung des lagerstättengeologischen Kenntnisstands – Steine und Erden, Industrieminerale, Tiefliegende und Energie-Rohstoffe)

2.6.1 Übersichtskartenwerk Sachsen-Anhalt im Sonderblattschnitt 1: 400 000

(a) Übersichtskarte oberflächennahe mineralische Rohstoffe in Sachsen-Anhalt 1: 400 000 (KOR 400)[9]

Diese Karte liegt seit 1997 vor. Als Inselkarte gibt die KOR 400 einen Überblick zur regionalen Verbreitung der wichtigsten oberflächennahen mineralischen Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. Dazu gehören Sand und Kies, Ton, Spezialton und Kaolin und Festgesteine wie Kalkstein, Sandstein, Gips- und Anhydritstein. Weiterhin sind oberflächennah anstehende Hartgesteine wie Grauwacken und als magmatische Gesteine Granit, Quarzporphyr, Porphyrit und Diabas dargestellt. Alle wichtigen Lagerstättenparameter werden auf der Kartenrückseite in knapper Form erläutert.

(b) Übersichtskarte Tiefliegende und Energierohstoffe in Sachsen-Anhalt 1: 400 000 (KTR 400 Blätter I-III)[10]

Mit dieser Karte[11] soll thematisch der Kenntnisstand der Verbreitung folgender Geopotenziale zusammengefasst werden:

(a) Braunkohle,
(b) Steinkohle,
(c) Erdgas/Erdöl,
(d) Geothermie,
(e) Erze und Spate,
(f) Kali- und Steinsalz (einschl. Solfelder),
(g) Untertage-Speicher (Energieträger auf sekundärer Lagerstätte).

Von Beginn an wurden die thematischen Karten als Vollblätter konzipiert. Denn in einer Inselkarte erschließen sich die überregionalen lagerstättenkundlichen Zusammenhänge oft nur mühsam. Das gilt z. B. vor allem für die Braunkohlenverbreitung im Südteil Sachsen-Anhalts, die Erdgasfelder der Altmark, die Vererzung an der Zechsteinbasis (Kupferschiefer) oder die Fortsetzung des Zechsteinsalinars (Kalisalze) nach Thüringen. Die gewählte grenzüberschreitende Darstellung soll insbesondere dem weniger fachkundigen Nutzer das Verständnis der Karteninhalte erleichtern.

9 Übersichtskarte oberflächennahe mineralische Rohstoffe in Sachsen Anhalt 1: 400 000 (KOR 400). – 1. Auflage, Halle (Saale), 1997. Herausgeber: Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt.

10 Übersichtskarte Tiefliegende und Energierohstoffe in Sachsen Anhalt 1: 400 000 (KTR 400). Blatt I: Energierohstoffe. – 1. Auflage, Halle (Saale), 2003. Herausgeber: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt. Blatt II: Potenziale der Erze und Spate. – 1. Auflage, Halle (Saale), 2003. Herausgeber: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt.

11 Stedingk, K. & Präger, R. (2005) Die neuen lagerstättengeologischen Übersichtskarten für Sachsen-Anhalt. – Tätigkeitsbericht 2003/2004 des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), im Druck.

Wegen zahlreicher räumlicher Überlagerungen der verschiedenen Rohstoffgruppen (s. oben a bis g) war es unumgänglich, eine thematische Trennung der Karteninhalte vorzunehmen und diese auf drei Blättern darzustellen.
Zusammengefasst wurden
1. Blatt I: Energierohstoffe (a bis d und g),
2. Blatt II: Potenziale der Erze und Spate (e),
3. Blatt III: Kali- und Steinsalz (f und g).

Die Kartenrückseiten enthalten in geraffter Form Erläuterungen zu den jeweiligen auf der Vorderseite wiedergegebenen Bodenschätzen und ein Literaturverzeichnis. Erschienen sind die Blätter I und II. Blatt III befindet sich in der Manuskriptphase.

2.6.2 Karte der oberflächennahen Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland 1: 200 000 (KOR 200)

Dieses Kartenwerk wird von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland im Blattschnitt der DTK200 herausgegeben. Die redaktionelle Koordination liegt in Händen der BGR. Die Karten stellen auf der Grundlage einer Generallegende länderübergreifend die Potenziale der oberflächennahen Rohstoffe (einschl. Braunkohle, Ölschiefer, Torf und sonstige industriell nutzbare Rohstoffe) der Bundesrepublik Deutschland dar (Abb.10). In den Erläuterungen werden die Lage, der Untersuchungsstand, die Petrographie, Verwertungsmöglichkeiten, Abbau- und Vorratssituation beschrieben.

Das Gebiet von Sachsen-Anhalt wird vollständig von folgenden Blättern abgedeckt:
- CC 3126 Hamburg-Ost,
- CC 3134 Wittenberge,
- CC 3926 Braunschweig,
- CC 3934 Magdeburg,
- CC 4726 Goslar,
- CC 4734 Leipzig,
- CC 4742 Riesa,
- CC 5526 Erfurt,
- CC 5534 Zwickau.

Mit Ausnahme der Blätter Goslar (laufende Aktualisierung), Leipzig, Erfurt und Zwickau (alle z. Z. in Neubearbeitung) liegen die Karten mit Erläuterungen vor.

2.6.3 Basiskartenwerk KOR 50

Unverzichtbare Voraussetzung für die Gewinnung und Sicherung von Rohstoffen ist eine exakte Kenntnis der Art des Bodenschatzes, seiner Ausbildung und Verbreitung. Aufsuchung und Abbau von Lagerstätten sind in erster Linie Aufgabe der Rohstoff-Unternehmen. Über diese privatwirtschaftlichen und regional meist eng begrenzten Aktivitäten hinaus besteht jedoch auch ein grundsätzliches gesamtwirtschaftliches Interesse daran, die Bodenschätze des Landes mit ihren Parametern zu erfassen und je nach Erfordernis auch langfristig einer Nutzung zuzuführen. Aufgrund seines gesetzlichen Auftrags leistet das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt hier Grundlagenarbeit im Vorfeld der industriellen Tätigkeit.

Der Datenfond und die Erfahrung bei der Bewertung von Bodenschätzen sind der Schlüssel für eine landesweite Kompetenz (Auskunftsfähigkeit) des LAGB bei lagerstättengeologischen Sachverhalten. Die Basis bildet die detaillierte Kenntnis der Lage, räumlichen Ausdehnung und Menge oberflächennaher Bodenschätze sowie ihre rohstoffwirtschaftliche Einstufung. Seit 2001 liegt flächendeckend für Sachsen-Anhalt das mittelmaßstäbige lagerstättengeologische Kartenwerk „Karte der Oberflächennahen Rohstoffe im Maßstab 1: 50 000“ (KOR 50) vor (Abb. 11). Dieses wurde digital erstellt, wird regelmäßig aktualisiert und enthält den lagerstättengeologischen Kenntnisstand:
- aller Flächen, auf denen derzeit potenziell wirtschaftlich gewinnbare Bodenschätze vorhanden sind oder unter lagerstättenkundlichen Gesichtspunkten erwartet werden können,
- der Art des Rohstoffs und den Erkundungsgrad der Potenzialfläche sowie
- aller in Abbau stehenden Gewinnungsstellen, erkundeter Reserveflächen sowie bereits abgebauter Lagerstättenteile.

Die Karten sind über den Vertrieb des LAGB zu beziehen. Darüber hinaus ist der Zugriff auf diese Daten auch im Internet möglich (www.mw.sachsen-anhalt.de/gla). Hiermit stellt das LAGB der Rohstoff-

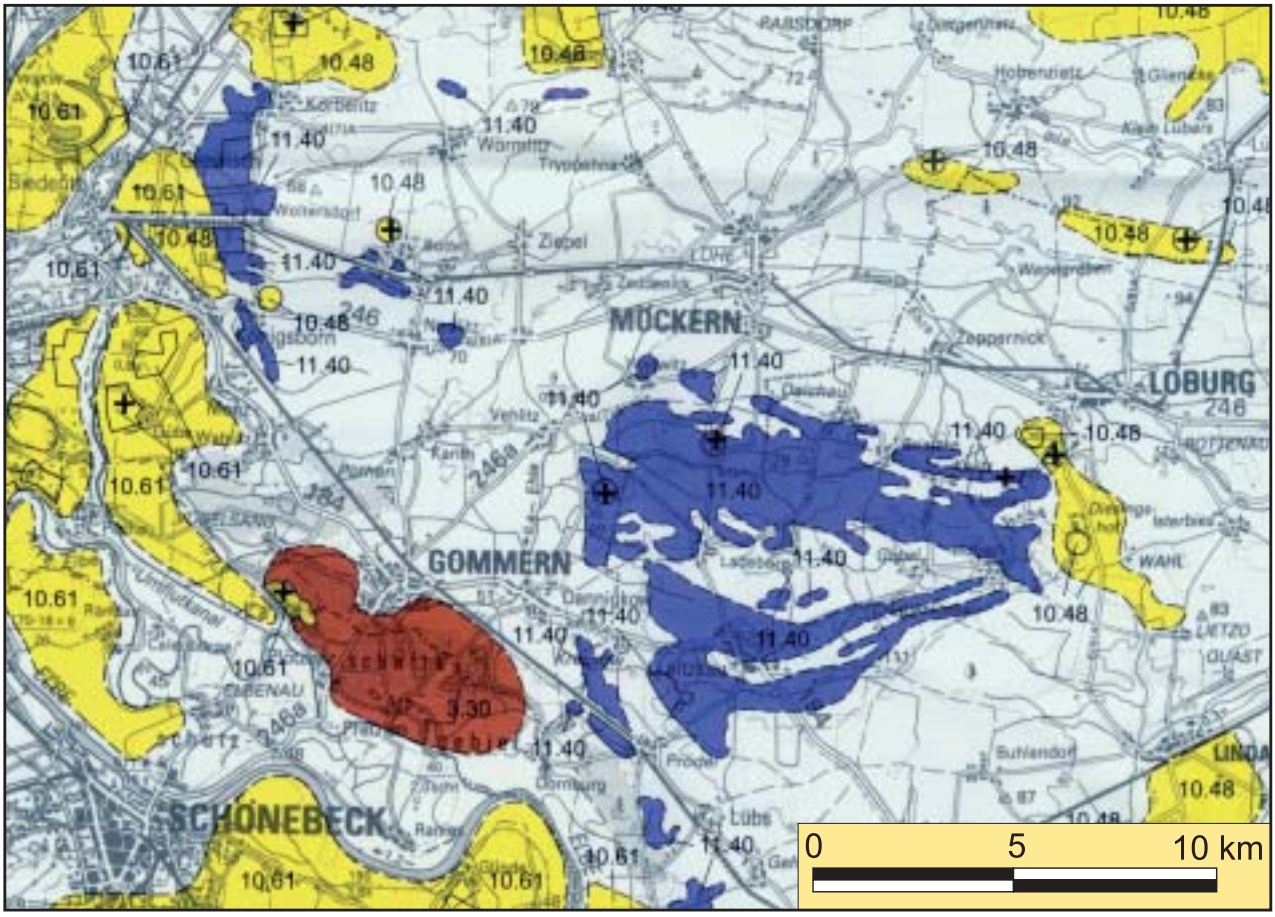


Abb. 10: Ausschnitt aus Blatt Magdeburg der Karte der oberflächennahen Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland 1: 200000. Der Ausschnitt zeigt die oberflächennahen Potenziale der Kiessandablagerungen des Elbtals (gelb) und des vorwiegend als Deponie-, Deich- und Dammbaurohstoff genutzten oligozänen Rupeltons (violett-blau). Nicht in Nutzung steht der unterkarbonische Gommern Quarzit (braun)[12]. Die schwarzen Ziffern bezeichnen die im Erläuterungsheft spezifizierten Rohstoffe. Gewinnungsstellen sind mit Kreuz- und kleinräumige Rohstoffverbreitung mit Kreis-Signatur verzeichnet.

wirtschaft aber auch allen anderen Interessierten Basisinformationen über das einheimische Rohstoffpotenzial zur Verfügung.

2.6.4 Rohstoffgeologische Bewertungskarten (1: 50000, RBK 50)

Eine exakte Erfassung und Darstellung der wirtschaftlich nutzbaren (bauwürdigen) Rohstoffpotenziale des Landes (Vorräte, Qualität etc.) ist unverzichtbar für die raumplanerische Absicherung rohstoffwirtschaftlicher Belange gegenüber anderen Interessen. Unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen und bedarfsunabhängigen Rohstoffsicherung müssen die nach einheitlichen Kriterien abgeleiteten rohstoffwirtschaftlichen Daten vollständig, aktuell und nachvollziehbar sein.

Diese Anforderungen erfüllen die rohstoffgeologischen Übersichtskarten (KOR 400, KTR 400, KOR 200) sowie die landesweit und flächendeckend vorliegende Karte der Oberflächennahen Rohstoffe 1: 50000 (KOR 50) nur unvollkommen.

Erforderlich sind hierfür Fachplanungskarten, die die Rohstoffvorkommen in ihrer Gesamtheit und mit ihren lagerstättenkundlichen Parametern darstellen. Damit soll erreicht werden, dass – angepasst an die aktuellen Gegebenheiten – eine optimale Auswahl

12 Müncheberg, C., Höding, Th. & Wetzel, E. unter Mitarbeit von Balzer, G. & Scholz, J. (2004): Karte der oberflächennahen Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland 1: 200 000, Magdeburg CC 3934 mit Erläuterungen. – Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und staatliche Geologische Dienste der Bundesrepublik Deutschland, 80 S., Hannover.

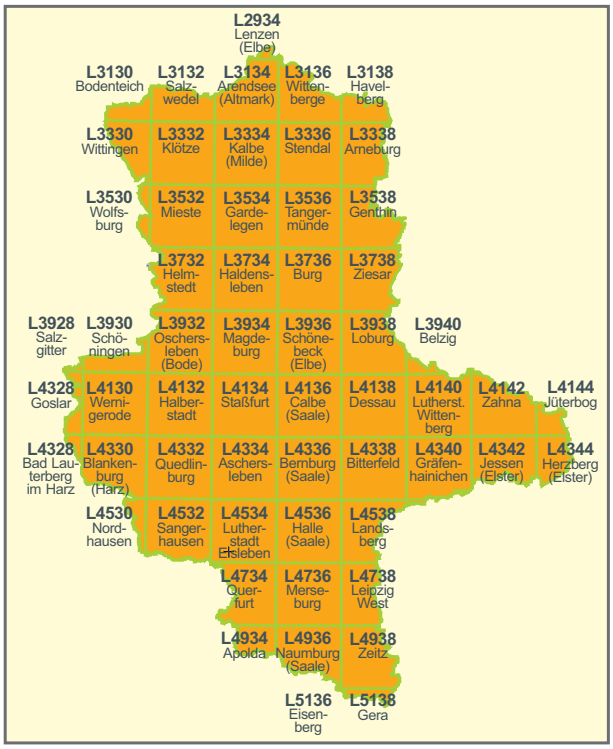


Abb. 11: Blattübersicht des lagerstättengeologischen Basiskartenwerks „Karte der Oberflächennahen Rohstoffe im Maßstab 1:50000“ (KOR 50).

von zukünftigen Gewinnungsflächen besonders unter wirtschaftsgeologischen Gesichtspunkten erfolgen kann. Zur Feststellung der überhaupt noch für eine Rohstoffgewinnung zur Verfügung stehenden Flächen müssen auch die aktuellen Restriktionen (z. B. Ortslagen oder Verkehrswege u. a.) berücksichtigt werden. Die konkrete Festlegung sicherungswürdiger Rohstoffpotenziale stellt einen wichtigen Baustein sowohl im Vorfeld der Landesplanung (Landesentwicklungsplan, Regionale Entwicklungspläne, Raumordnungskataster) als auch für die industriell-wirtschaftliche Gewinnungstätigkeit dar. Sie dient auch zur Untermauerung von Forderungen zur Rohstoffsicherung, die vom LAGB bei landesplanerischen Vorgängen eingebracht werden. Im Unterschied zur KOR 50 bleiben diese Informationen dem amtsinternen Gebrauch vorbehalten. Nur bei Nachweis eines berechtigten Interesses und der Wahrung der Interessen der Datenbereitsteller können diese auch Dritten zugänglich gemacht werden.

Methodischer Ansatz

Auf der Grundlage der KOR 50 wird unter Einbeziehung der LAGB-Bohrdatenbank und aller relevanten Erkundungs- und Analysenergebnisse das Rohstoffpotenzial des Landes lagerstättenkundlich und wirtschaftsgeologisch neu bewertet und zur Darstellung gebracht. Die Ergebnisse sollen auf Landesebene in rohstoffspezifischen Datensätzen zur Verfügung stehen und sind digital und blattschnittfrei vorzuhalten.

In einem ersten, sehr zeitaufwendigen Schritt müssen die in der Bohrdatenbank des LAGB abgelegten lagerstättenrelevanten Daten auf ihre Repräsentanz und Verwendbarkeit für die Bewertung von Rohstoffpotenzialen geprüft und ausgewählt werden. Für jede repräsentative Bohrung müssen dabei vom Bearbeiter die rohstoffgeologischen Parameter (z. B. Abraum- und Rohstoffmächtigkeiten) festgelegt werden. Nach Rohstoffarten getrennt werden diese Parameter in einer Datenbank verwaltet. Über die Kopplung an ein GIS-System erfolgt die Darstellung der einzelnen Werte flächendeckend für das Land Sachsen-Anhalt. In einem zweiten Schritt wird über eine Isolinienmodellierung die räumliche Verbreitung der einzelnen Rohstoffe sowie der dazugehörigen Abraumverhältnisse sichtbar gemacht (Abb. 12). Durch die Verknüpfung mit der Rohstoffdatenbank des Landes Sachsen-Anhalt kann parallel eine Abschätzung für die zu erwartende Rohstoffqualität vorgenommen werden. Durch eine Klassifizierung nach regional angepassten Bewertungskriterien werden die potenziell bauwürdigen Rohstoffgebiete visualisiert. Bei der endgültigen Auswahl werden nach Prüfung der Plausibilität (z. B. Abgleich mit der KOR 50) auch die zum jeweiligen Zeitpunkt geltenden Ausschlussflächen (Restriktionen) für einen Rohstoffabbau berücksichtigt. In der zeitlichen Folge sind die Daten durch neue Aufschlussinformationen (z. B. Bohrungen) zu aktualisieren und anzupassen.

Ziel dieser aufwendigen Erfassung und Umsetzung ist die zukünftige flexible Datennutzung unter sich verändernden regionalen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

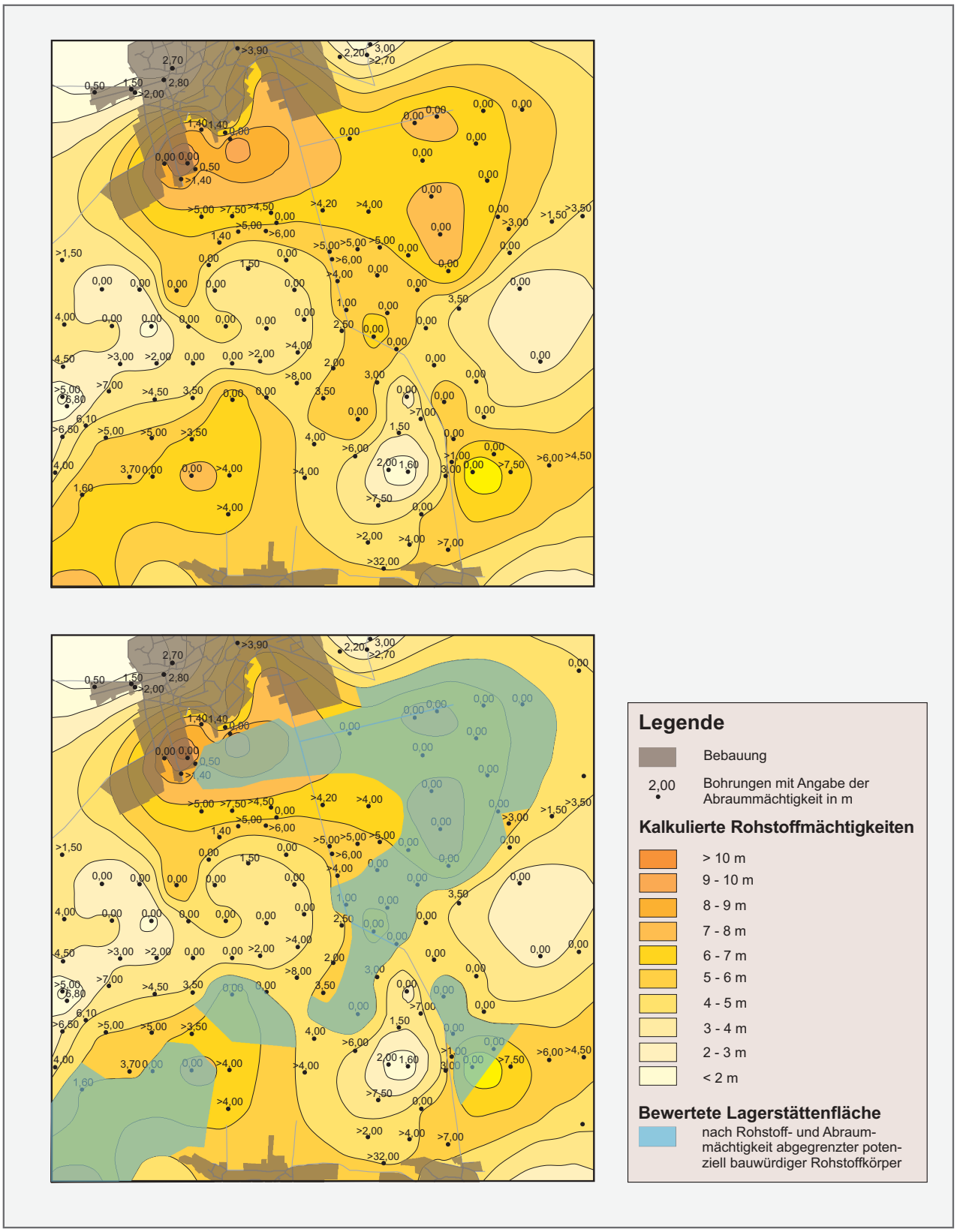


Abb. 12: Ausschnitt aus Musterblatt der Rohstoffgeologischen Bewertungskarte (RBK 50). Das obere Kartenbild zeigt die aus Daten der LAGB-Bohrdatenbank kalkulierte Verteilung der Abraum-(Ziffern) und Rohstoffmächtigkeiten (Isolinien). In dem unteren Kartenausschnitt sind die als potenziell wirtschaftlich gewinnbar bewerteteten Teilflächen dargestellt.

2.7 Lagerstättengeologischer Untersuchungsbedarf für die Zukunft

Im Unterschied zu verschiedenen Bundesländern, die in den vergangenen Jahren zielgerichtete Programme zur Rohstoffkartierung aufgelegt haben, bzw. weiterhin durchführen (z.B. Baden-Württemberg[13] oder Bayern[14]), ist in Sachsen-Anhalt der vorhandene lagerstättengeologische Erkundungsstand i.W. hinreichend. Dennoch müssen die Kenntnisse über die Potenziale der einzelnen Steine- und Erden-Rohstoffgruppen differenziert bewertet werden. Unter dem Gesichtspunkt einer mittelfristigen Verknappung einiger Rohstoffe und der Erhaltung der Versorgungssicherheit besteht hier z.T. noch deutlicher Handlungsbedarf für die Zukunft. Fühlbare Defizite liegen auch in dem häufig nicht mehr zeitgemäßen oder normgerechten Datenbestand der Rohstoffspezifikationen. Um diesem Mangel abzuhelfen, sind unter den veränderten Fragestellungen und Anforderungen angepasste Untersuchungsprogramme für die verschiedenen Rohstoffgruppen zu formulieren, wie es beispielhaft bereits für die Ziegelton-Rohstoffe Sachsen-Anhalts im Zuge eines EFRE-Projekt (s. Kap. 4.1) gelungen ist.

Kiessand

Als wichtigstem Massenrohstoff kommt dem Erkundungsgrad der Kiessand-Lagerstätten eine vorrangige Bedeutung zu. Im Unterschied zu den gut untersuchten, wirtschaftlich bedeutenden und intensiv genutzten Großvorkommen der Ballungszentren, gibt es bei der Bewertung weiterer rohstoffhöffiger Gebiete allerdings noch große Unsicherheiten. Insbesondere sind die Qualitätsparameter zahlreicher Rohkiessande nicht hinreichend gut bekannt, so dass über ihre Eignung zur Herstellung hochwertiger Lieferkörnungen zuverlässige Aussagen nur eingeschränkt möglich sind.

Vor dem Hintergrund zahlreicher Schadensfälle u.a. durch Treibreaktionen in Betonen befasst sich das LAGB in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Bau (ehemals Landesamt für Straßenbau) seit Jahren mit der Petrographie der Gesteinskörnungen der einheimischen Kiessandlagerstätten. Im Vordergrund steht die Eignung von Zuschlägen für den Einbau in Fahrbahndecken und Brückenkappen (z.B. bei Bundesautobahnen). Die möglichst frühzeitige Kenntnis über die petrographische Zusammensetzung der Lagerstättenkörper ermöglicht u.a. den Unternehmen geeignete Maßnahmen zur Qualitätssicherung für die Produktion der laufenden oder zukünftigen Produktpalette zu ergreifen. Hierfür steht das Kap. 4.3 in diesem Bericht. In dem Kapitel werden die Ergebnisse exemplarischer Grundlagenuntersuchungen zu dem noch ungelösten Problem der Bestimmung so genannter „ungeeigneter Bestandteile“ in Gesteinskörnungen zur Diskussion gestellt.
Wegen der sehr niedrigen Grenzwerte für die ungeeigneten Bestandteile (DIN 4226/V12) sind statistisch gesicherte Analysenergebnisse nur mit einem außerordentlich hohen Aufwand zu erhalten. Aus diesem Grund konnten bislang nur ausgewählte Ablagerungsräume (z.B. Elbe, Subherzyn) in die Untersuchungen mit einbezogen werden. Die Erfassung der petrographischen Verhältnisse in den einheimischen Kiessandlagerstätten bleibt damit eine Langzeitaufgabe für das LAGB.

Hartgestein

Die überregional bedeutenden, in Abbau und in Reserve stehenden Schotter- und Splitt-Lagerstätten sind allgemein ausreichend bis sehr gut erkundet und ihre Rohstoffqualitäten durch zahlreiche gesteinstechnische Kennwerte belegt. Über neue Ergebnisse gesteinstechnischer und -physikalischer Untersuchungen an ausgewählten Hart- und Festgesteinen der Regierungsbezirke Magdeburg, Dessau und Halle berichteten Karpe & Model (1999)[15] und Karpe (2002)[16].

13 Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2002. – Hrsg.: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Informationen, **14**, 92 S., Freiburg i.Br. 2002.

14 Rohstoffe in Bayern. Situation · Prognosen · Programm. – Hrsg.: Bayerisches Staatministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie, 120 S., München 2002.

15 Karpe P. & Model, E. (1999): Ergebnisse gesteinstechnischer Untersuchungen an ausgewählten Hart- und Festgesteinen der Regierungsbezirke Magdeburg, Dessau und Halle. – in: Rohstoffbericht 1998, Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beih. **2**, 48 bis 58, Halle (Saale).

16 Karpe P. (2002): Ergebnisse gesteinstechnischer Untersuchungen an ausgewählten Hart- und Festgesteinen der Regierungsbezirke Magdeburg, Dessau und Halle – Teil II. – in: Rohstoffbericht 2002. – Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft **5**, 61–68, Halle (Saale).

Der mittel- und langfristige Vorratsvorlauf der einzelnen Tagebaue ist aufgrund von Restriktionen aber auch geologisch bedingt sehr unterschiedlich. Ohne Erweiterung und bei gleichbleibender Förderung liegen die Reichweiten der Gewinnungsstellen zwischen etwa 10 und 40 Jahren. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist es auch eine offene Frage, ob geplante Neuaufschlüsse oder Erweiterungen in überschaubarer Zeit zum Tragen kommen. So werden z. B. die gegenwärtig aktiven Gewinnungsstellen der Flechtingen Teilscholle ohne mittelfristigen Nachweis und langfristigen Neuaufschluss bislang unerkundeter Hartgesteinspotenziale auf lange Sicht ihre jetzige Versorgungsfunktion für den norddeutschen Raum nicht erfüllen können.

Unter Berücksichtigung sehr langer Genehmigungszeiträume für Hartgesteins-Abbauvorhaben muss daher schon heute über eine Verbreiterung der Rohstoffbasis landesweit konkret nachgedacht werden.

Kalkstein

Alle überregional bedeutenden in Abbau und in Planung stehenden Kalkstein-Lagerstätten (Industrie- und Zementkalke) sind sehr gut erkundet. Die Rohstoffqualitäten sind durch zahlreiche Analysen belegt. Die Einsatzmöglichkeiten werden durch die praktischen Erfahrungen gestützt (Abb. 13 und 14). Untersuchungsgrad und Vorratsvorlauf der regional bedeutenden in Abbau und in Reserve stehenden Kalkstein-Lagerstätten für die Herstellung von Schotter und Splitt sind zusammengefasst gut bis befriedigend. Durch den Einsatz neuer Aufbereitungs- und Brenntechnologien ist es auch gelungen, das erhebliche Unterkorn-Potenzial (Althalden) im Mittelharz einer wirtschaftlichen Nutzung (insbesondere Industriekalke/Baukalke/Rauchgasentschwefelung) zuzuführen. Die hierfür getätigten Investitionen tragen dazu bei, die primäre Lagerstätte zu schonen und hiermit auch die Lebensdauer der Lagerstätte zu verlängern.

In jüngster Zeit verschieben sich die Anforderungen des Betonbaus an die Laborierung von Zementen in Richtung alkaliarmer Produkte. Zur Vermeidung von Treibreaktionen (AKR) kommen im Verkehrswegebau zunehmend Zemente mit einem niedrigeren Na_2O-Äquivalent (0,8) zum Einbau. Die Einhaltung dieser strengen Qualitätsanforderungen setzt den Einsatz entsprechender Rohstoffe voraus. Der im

Abb. 13: Verladung von „Zuckersteinen“ im Tagebau Elbingerode. Ein nicht unerheblicher Teil der Kalksteinförderung kommt auch außerhalb der Bauindustrie zum Einsatz. Unentbehrlich ist hochreiner Kalkstein u. a. auch für die Zuckerherstellung. Hierfür sind saisonal kurzfristig große Mengen bereit zu stellen.

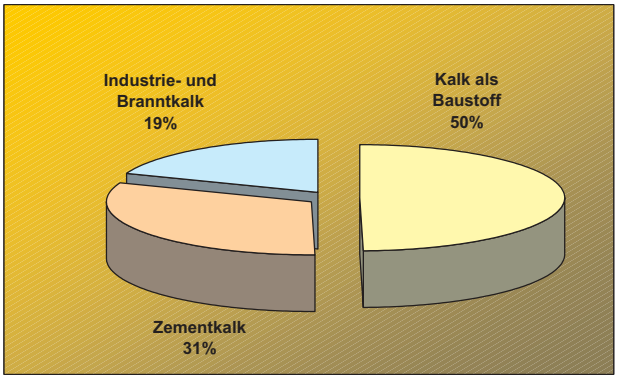


Abb. 14: Verwendung des in Sachsen-Anhalt geförderten Kalksteins. Die Hälfte der Produktion von knapp 12 Mio. t kam 2004 unmittelbar bei Baumaßnahmen zum Einsatz, fast ein Drittel gelangte in die Zementherstellung. Weiterhin bildet dieser Rohstoff die Grundlage für eine breite Palette von Anwendungen, z. B. in der Landwirtschaft (Düngekalk), Chemieindustrie (Soda) oder Energiewirtschaft (Rauchgasentschwefelung).

LAGB vorhandene umfangreiche Fundus lagerstättenanalytischer Daten sollte zukünftig unter dem o. g. Aspekt einer Neubewertung unterzogen werden.

Werk- und Dekostein

Diese Lagerstätten sind generell unzureichend untersucht. Zur Absicherung der langfristigen Bereitstellung u. a. von Originalgesteinen für denkmalpflegerische Restaurationen und Instandhaltungen sind Vorratslage und Qualitätsparameter dieser Rohstoffe weiter landesweit zu erfassen und die Potenzialflächen überregional bedeutsamer Lagerstätten ggf. näher zu untersuchen.

Ton, Spezialton, Kaolin

Neben guten Lagerstätten zur Herstellung konventioneller Ziegelprodukte verfügt Sachsen-Anhalt über mehrere interessante Rohstoffvorkommen, u. a. für hoch-, rot- und hellbrennende Ziegel. Damit lässt sich z. B. eine breite helle Farbpalette von Klinkern realisieren, deren Farben dem aktuellen Markttrend entsprechen. Mit wenigen Ausnahmen sind die Lagerstätten von überregionaler bis lokaler Bedeutung ausreichend bis gut untersucht. Auf die Ergebnisse weiterführender Untersuchungen an Ziegeltonen Sachsen-Anhalts mit moderner Analytik wird ausführlich in Kap. 4.1 eingegangen.

Eine größere Anzahl von Ton-Rohstoffen sollte weiterhin für die Steingut- und Steinzeugindustrie attraktiv sein, da diese im Wand- und Bodenfliesenbereich sowie im Feuerfest- oder auch im weiteren Baubereich einsetzbar sind. Da es sich hier um wertinsivere Vermarktungsmöglichkeiten hochqualitativer Tonrohstoffe handelt, erscheint es sinnvoll, in einer analogen Art und Weise zu dem in Kap. 4.1 beschriebenen EFRE-Projekt, grundsätzliche Untersuchungen an entsprechendem Material durchzuführen. Flankierend zu den o. g. Untersuchungen ist allerdings aus der Sicht des LAGB eine langfristige Absicherung der Rohstoffbasis dringend geboten.

Über den möglichen Einsatz von Tonen und tonigen Gesteinen als barrierewirksame Medien und hier v. A. als Einsatzmaterial beim Bau von Deponien berichtet Kap. 4.2. In dem Beitrag wird die vielfach lückenhafte Datenlage für diese Anwendungen deutlich, so dass die Ausführungen nur orientierenden Charakter haben können.

Quarzsand

Quarzsande, quarzreiche Kiessande, Quarzsandsteine und andere quarzreiche Festgesteine, soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium eignen, gehören zu den grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des Bundesberggesetzes [§ 3 (4) BBergG]. Die gängige Verwaltungspraxis[17] sowie ergänzende Erläuterungen der Ad-hoc-AG Rohstoffe haben dazu geführt, dass eine Reihe Kiessand fördernder Betriebe nach einschlägiger Prüfung ihres Rohstoffs[18] hier eingestuft wurde. Diese „verwaltungsrechtlichen“ Quarzsand-Gewinnungsstellen bleiben für eine Potenzialabschätzung des o. g. Rohstoffs außer Betracht.
Von ihrem Erkundungsgrad her müssen die hochqualitativen Quarzsand-Lagerstätten sehr differenziert bewertet werden. So stehen Gewinnungsstellen mit sehr hohem Untersuchungsgrad z. B. im Allertalgraben nur schlecht erkundeten Vorkommen in der Altmark gegenüber. Die Quarzsandlagerstätten im Subherzyn erfüllen nur z. T. die erkundungsgeologischen Anforderungen (Abb. 15). Zur Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten sollten hier weiterführende Untersuchungen zur Rohstoffqualität erfolgen.

17 Ergebnis der 23. Referentenbesprechung zum BBergG vom 30.10.1986.
18 Gutachterliche Bewertung von grundeigenen Bodenschätzen im Sinne des § 3, Abs. 4 Ziffer 1 BBergG durch die Staatlichen Geologischen Dienste (Überarbeitete Fassung, Stand: 16.11. 2004).

Abb. 15: Gewinnung von Quarzsand am Lehofberg bei Quedlinburg. Die hier anstehenden mürben Sandsteine der Oberkreide liefern ein wichtiges Industriemineral, das auch außerhalb Sachsen-Anhalts z. B. zur Herstellung von Wasserglas zum Einsatz kommt.

2.8 Zusammenfassung und Ausblick

Sachsen-Anhalt besitzt lagerstättengeologisch eine Vorzugsstellung bei der Ausstattung mit Steine- und Erden-Bodenschätzen und ist in der Lage, eine breite Palette mineralischer Rohstoffe zu marktfähigen Bedingungen bereit zu stellen.

Mit insgesamt 69 Mio. t erreichte die Produktion 1994 ihr bisheriges Maximum. Durch den überproportionalen Rückgang der Kiessand-Förderung als Folge der anhaltend schwachen Baukonjunktur verringerte sich die Produktionsmenge fast kontinuierlich bis 2002 auf ca. 41 Mio. t. Für die Jahre 2003 und 2004 ist eine leichte Trendumkehr erkennbar.

Im Jahr 2004 betrug die Gesamtförderung an Steine und Erden aus 254 Gewinnungsstellen rund 45 Mio. t. Mit ca. 18,7 Mio. t (41,6 %) haben hieran die Kiessande den größten Anteil. Darauf folgen mengenmäßig mit knapp 12 Mio. t die Hartgesteine.

Der Zugriff auf oberflächennahe Bodenschätze wird häufig durch andere Nutzungsansprüche erschwert oder unmöglich gemacht. Die Verfügbarkeit der Lagerstätten wird hierdurch erheblich eingeschränkt. Dies kann regional zu Verknappungstendenzen führen, die nicht geologisch begründet sind.

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.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden bis 2004 im Zuge des Abbaus oberflächennaher Steine- und Erden-Rohstoffe ca. 9500 ha (= 0,46 % der Landesfläche) vorwiegend landwirtschaftlich genutzter Fläche in Anspruch genommen. Hiervon sind gegenwärtig ca. 3400 ha (= 0,17 % der Landesfläche) aktive Abbauflächen und Betriebsflächen.

Der gleichbleibend niedrige jährliche Flächenentzug (ca. 180 ha) für die Rohstoffgewinnung dürfte sich

auch in den nächsten Jahren fortsetzen. Erst langfristig ist abbaubedingt eine verstärkte Flächenrückführung zu erwarten. Hieran haben die Flächen für Natur und Landwirtschaft einschließlich Wasser den Hauptanteil.
Zur mittel- und langfristigen Sicherung der Rohstoffversorgung sind auch künftig Erweiterungsflächen und Neuaufschlüsse unverzichtbar.
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.

Grauwacken-Gewinnung am Harz-Nordrand, in einem bruchtektonisch stark beanspruchten Gebiet.

3. Rohstoffvorsorge und -sicherung in der Landesplanung (Steine- und Erden-Rohstoffe)

Klaus Stedingk, Peter Karpe & Regine Präger[1]

3.1 Einführung

Rohstoffgeologisch und landesplanerisch gilt der Grundsatz: Alle mineralischen Rohstoffe und deren Lagerstätten sind ortsgebunden, nicht regenerierbar und somit endlich. Dem steht nicht entgegen, dass in Deutschland allein das Potenzial der Steine- und Erden-Rohstoffe eine Gewinnung im heutigen Förderniveau für mehrere Jahrhunderte zulassen würde. Eine Ursache für die zunehmende Verknappung bestimmter Rohstoffe (z. B. Kiessand oder Hartgestein) liegt darin, dass ihre Verfügbarkeit durch andere Nutzungen von gleichfalls öffentlichem Interesse eingeschränkt wird (Abb. 1). Zur Lösung dieses Problems bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten:

1. Reduzierung des Verbrauchs an primären Rohstoffen (z. B. durch Substitution oder Einschränkung der Bautätigkeit),
2. Import benötigter Rohstoffe aus Nachbarländern,
3. Sicherung Rohstoff-höffiger Flächen für eine zukünftige Gewinnung (durch privatwirtschaftliche Tätigkeit oder landesplanerische Maßnahmen).

Abb. 1: Landesfläche und Nutzungskonflikte. Obwohl nur rund 1 % der Landesfläche für die Rohstoffgewinnung landesplanerisch Berücksichtigung findet (Tab. 1), zeigt die Auswahl konkurrierender Nutzungen und Schutzziele das Spannungsfeld, in dem sich die Rohstoffsicherung behaupten muss.

Eine Einschränkung der Bautätigkeit erscheint weder möglich noch wünschenswert. Weiterhin lässt sich nach übereinstimmendem Urteil von Experten der gegenwärtige Bedarf an primären Baurohstoffen auch nicht annähernd durch Substitutions- und Recyclingstoffe decken. Dieses Potenzial liegt derzeit bei ca. 10 bis max. 15 % und dürfte auch bei größeren Anstrengungen der Wirtschaft nicht wesentlich steigerbar sein. Auch kann die Lösung nicht darin bestehen, das Land und seine Wirtschaft aus den umliegenden Nachbarländern oder sogar aus dem Ausland zu versorgen. Diese Forderungen sind nicht nur aufgrund der rohstoffgeologischen Fakten sondern auch aus marktwirtschaftlichen Erwägungen und unter Umweltaspekten abzulehnen.

Die nachhaltige Entwicklung unseres Landes macht daher 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 ist zu unterscheiden in:

(a) privatwirtschaftliche Rohstoffsicherung, die i. W. aus dem Lagerstättennachweis und Erwerb von Eigentums- oder Abbaurechten besteht und
(b) öffentlich-rechtliche Rohstoffsicherung als staatliches Planungsinstrument.

Das Raumordnungsgesetz des Bundes vom 18. August 1997 verpflichtet die Planungsträger aller Bundesländer zur Rohstoffvorsorge im Sinn einer nachhaltigen Entwicklung des jeweiligen Landes. Ziel der vorsorgenden Rohstoffsicherung ist eine nachhaltige Raumentwicklung, die *„die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ord-*

1 Dr. Klaus Stedingk, Dipl.-Ing. (FH) Peter Karpe, Dipl.-Geoln. Regine Präger, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 34, 06118 Halle (Saale).

nung führt"[2]. Die rohstoffwirtschaftlichen Belange müssen schon daher in der Raumordnung besondere Berücksichtigung finden, da sie selbst über keine eigenständinge Rechtsgrundlage zur Ressourcensicherung verfügen. In der Folge hat die Landes- und Regionalplanung Festlegungen zu treffen, die eine geordnete Aufsuchung und Gewinnung von standortgebundenen Bodenschätzen sicherstellen.

Als zuständige Fach- und Zulassungsbehörde hat das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LABG) den Auftrag, zur Rohstoffsicherung unter Berücksichtigung der Standortgebundenheit von Bodenschätzen (§ 1 BBergG) 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.

Im Folgenden soll ein Zwischenstand von zwei landesweiten Flächenausweisungs-Verfahren gegeben werden, die erhebliche Auswirkungen auf die Gewinnung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt haben. Hierbei handelt es sich um (1) die Neuaufstellung der Regionalen Entwicklungspläne und (2) die Umsetzung „NATURA 2000" (FFH- und Vogelschutz-Gebietsausweisung).

3.2 Landesentwicklungsplan (LEP) und Neuaufstellung der Regionalen Entwicklungspläne (REP)

3.2.1 Grundlagen und Grundsätze

Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Rohstoffgewinnung

Der aktuelle Landesentwicklungsplan (LEP, ausgegeben am 26. 08. 1999) sieht elf landesbedeutsame Vorranggebiete (VRG) für den Abbau oberflächennaher mineralischer Rohstoffe vor, zu denen z. B. die Kalksteinlagerstätten Staßfurt–Förderstedt–Bernburg–Nienburg, Elbingerode–Rübeland oder die Quarzsandlagerstätte Walbeck–Weferlingen gehören. Im Unterschied zum vorangegangenen LEP werden keine Vorbehaltsgebiete (früher: Vorsorgegebiete) für die Rohstoffgewinnung ausgewiesen. Für die Vorranggebiete gilt im LEP folgender Grundsatz:

„Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung sind Gebiete mit erkundeten Rohstofflagerstätten, die bereits wirtschaftlich genutzt werden, die für eine wirtschaftliche Gewinnung vorgesehen sind oder in denen das Rohstoffvorkommen wegen seiner wirtschaftlichen Bedeutung geschützt werden soll."

Nach Verabschiedung des Landesentwicklungsplans für Sachsen-Anhalt sind die noch bestehenden Regionalen Entwicklungsprogramme neu zu fassen. Hierbei ist die Festlegung von Vorranggebieten für oberflächennahe Baurohstoffe in den Regionalen Entwicklungsplänen (REP) vorzunehmen.

In der Praxis entfalten nur die „Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung" eine reale Bindungswirkung. Nach überwiegender Auffassung ist allerdings die Kategorie „Vorbehaltsgebiet für Rohstoffgewinnung" (VBG) ebenfalls als ein wichtiges Instrument für die längerfristige Rohstoffsicherung zu betrachten, da diese u. a. den vorsorgenden Gedanken für eine nachhaltige Rohstoffsicherung beinhaltet. Eine Vorbehaltsfläche für Rohstoffgewinnung kommt ggf. bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen zum Tragen und ist dann in die Abwägung mit einzubeziehen.

Den Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG) steht es frei, mit hinreichender Begründung Vorbehaltsgebiete auszuweisen. Aus diesem Grund wurden nach Vorgesprächen mit den einzelnen RPG durch das LAGB neben den Vorranggebieten auch überregional bedeutsame Vorbehaltsgebiete für Rohstoffgewinnung vorgeschlagen. Die Diskussion der Grundsätze für Vorbehaltsgebiete (nur noch in den Planungsregionen Magdeburg, Halle und Harz) ist noch im Fluss. Gegenwärtig befindet sich folgender Vorschlag in der Abstimmung:

2 Rohstoffsicherungskonzept des Landes Baden-Württemberg – Stufe 2 „Nachhaltige Rohstoffsicherung". – Hrsg.: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 33. S., Stuttgart 2004.

„Vorbehaltsgebiete für Rohstoffgewinnung sind Gebiete mit Rohstoffvorkommen, die rohstoffgeologisch und rohstoffwirtschaftlich noch nicht abschließend untersucht sind. Vorbehaltsgebiete sollen in erster Linie der langfristigen Sicherung von Rohstoffvorkommen dienen. Nutzungen in diesen Gebieten sollen das Vorhandensein eines potenziell nutzbaren Bodenschatzes und die künftige Möglichkeit einer Gewinnung des Rohstoffs berücksichtigen."

Im Unterschied zum Grundsatz der Vorranggebiete berücksichtigt der o. g. Vorschlag die Bodenschätze,

- deren rohstoffgeologische und rohstoffwirtschaftliche Bewertung noch nicht abgeschlossen ist sowie
- deren zeitliche Einordnung für die zu erwartende Nutzung gegenwärtig nicht möglich ist.

Hierbei ist 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 darstellt. Die Verankerung der o. g. Planungskategorie 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.

Auf der Grundlage seiner Fachkompetenz und landesweiten Datenbasis erarbeitet das LAGB fundierte Vorschläge für Vorrang- und Vorbehaltsgebiete, deren landesplanerische Sicherung anzustreben ist. Fallweise findet dabei ein gegenseitiger Informationsaustausch mit dem Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) sowie den Industrie- und Handelskammern statt. Zur Festlegung der Sicherungswürdigkeit gegenwärtiger und zukünftiger Gewinnungsflächen wurden amtsintern Grundsätze formuliert. Diese Kriterien gelten sinngemäß auch für den Braunkohlen- und Untertagebergbau (z. B. Kali- und Steinsalzgewinnung oder Speicherbergbau). So erfolgte die Auswahl der Vorbehaltsflächen im LAGB unter dem Gesichtspunkt der Zukunftsvorsorge u. a. nach folgenden Kriterien:

- das Rohstoffpotenzial ist überregional und/oder regional bedeutsam,
- Rohstoffmenge und -qualität sollten durch geologische Untersuchungen bzw. Analogieschlüsse hinreichend sicher nachgewiesen sein,
- Bodenschatz steht gegenwärtig noch nicht in Abbau, Nutzung/Aufschluss ist langfristig möglich.

Bestandschutz genehmigter Gewinnungsstellen

Zum Bestandschutz genehmigter Gewinnungsstellen besteht weitgehender Konsens. Die einschlägigen Formulierungen unterscheiden sich jedoch tendenziell deutlich voneinander, wie es die nachfolgenden Festlegungen für die Planungsregionen Magdeburg [1] und Harz [2] beispielhaft zeigen:

[1] *„Mit dem Vorliegen einer Bergbauberechtigung, einer Abbaugenehmigung oder einer Betriebsplanzulassung begründet sich für den Inhaber ein Recht, das unabhängig von den Festlegungen des Regionalen Entwicklungsplans weiterhin Bestand hat."*

[2] *„Vorhaben mit zugelassenen bergrechtlichen Betriebsplänen oder sonstigen, nach anderen Fachgesetzen erteilten Abbaugenehmigungen in anderen Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten, werden aus regionalplanerischer Sicht grundsätzlich nicht in Frage gestellt."*

Durch die Aufnahme der o. g. Grundsätze in den Textteil des jeweiligen REP gewähren diese Festlegungen den genehmigten Rohstoff-Vorhaben Bestandsschutz bzw. Planungssicherheit, die planerisch (verbal oder in der Kartendarstellung) nicht als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiet berücksichtigt wurdenwurden (s. auch Kap. 3.3.1).

Zielkonflikte

Aufgrund geologisch begründeter Sachverhalte überschneiden sich in vielen Räumen Ansprüche der Rohstoffgewinnung mit solchen der Wasserwirtschaft, der Landschaftspflege u. a. (Abb. 1 und 5). Konflikte mit der Rohstoffgewinnung bestehen besonders zwischen konkurrierenden Nutzungen wie Hochwasserschutz (HWS) und Natur und Landschaft (s. Kap. 3.2.3).

Ein nur schwer lösbares Problem stellt daher die in Teilgebieten unzureichende Berücksichtigung qualitativ hochwertiger Kiessandlagerstätten in den rezenten Flussauen dar (Vorrang Hochwasserschutz; Natur und Landschaft). Geologisch bedingt befinden sich hier die besten Lagerstätten des Landes. Entsprechend ihrer Bedeutung für die Bauwirtschaft müssen diese landesplanerisch eingeordnet werden. Es bleibt unbestritten, dass Rohstoffgewinnung und Hochwasserschutz (wie es auch die Praxis zeigt) unter Beachtung bestimmter Vorgaben miteinander vereinbar sind. Dieser Sachverhalt wurde im Zuge der Neuaufstellung der Regionalen Entwicklungspläne wiederholt erörtert. Unter dem Vorbehalt der Prüfung jedes Einzelfalls bestehen auch nach Auffassung des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) gegen eine Rohstoffgewinnung in HWS-Gebieten keine prinzipiellen Bedenken.

3.2.2 Planungsstände in den einzelnen Planungsregionen

Gegenwärtig gelten in Sachsen-Anhalt die 1996 festgelegten Regionalen Entwicklungsprogramme für die Regierungsbezirke Magdeburg, Halle und Dessau. Ihre Geltungsdauer wurde bis 2006 verlängert. Bis Mitte 2006 sollen die neu aufzustellenden Regionalen Entwicklungspläne beschlossen sein. Im Unterschied zur gegenwärtig noch gültigen Dreigliederung wurde hierfür das Land neu in folgende fünf Planungsregionen unterteilt (Abb. 2):

- Altmark,
- Anhalt–Bitterfeld–Wittenberg,
- Magdeburg,
- Halle,
- Harz.

Vom LAGB wurden termingemäß für alle fünf Planungsregionen (PR) Vorrang – und Vorbehaltsgebiete für Rohstoffgewinnung begründet, zusammengestellt und den Planungsgemeinschaften übergeben (Abb. 2).

Altmark

In der Planungsregion Altmark galt es insbesondere, die ursprünglich im VRG Hochwasserschutz liegende Kiessandlagerstätte Hohengöhren als Vorranggebiet für Rohstoffgewinnung zu sichern. Nach intensiven Gesprächen konnte der Rohstoff-Vorrang im Interesse der langfristigen Rohstoffgewinnung gesichert werden. Hierfür wurde im Bereich der Gewinnungsstelle Hohengöhren der Vorrang Hochwasserschutz aufgehoben und durch den Vorrang Rohstoffgewinnung ersetzt. Aus der Sicht des LAGB konnten alle bedeutsamen Rohstoffflächen im Planungsraum als Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung vorerst gesichert werden (Tab. 1). Es ist dabei zu betonen, dass die Planungsregion Altmark über kein überregional wichtiges Rohstoffpotenzial verfügt.

Anhalt–Bitterfeld–Wittenberg

Die Rohstoffsicherung gestaltet sich für den Abwägungsprozess in dieser Planungsregion kompliziert.

Von insgesamt 70 vorgeschlagenen Lagerstätten- bzw. Berechtsamsflächen wurden im Ergebnis des 1. Entwurfs 44 Lagerstättenflächen als Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung berücksichtigt (Tab. 1). Die aufgenommenen Lagerstätten-Gebiete beinhalten zwar prinzipiell alle wirtschaftlich bedeutenden Steine- und Erdenlagerstätten, lassen aber dennoch wichtige Kiessandgewinnungsstellen außer Betracht. Trotz intensiver Gespräche konnten mit Ausnahme einer Tonlagerstätte keine weitere Annäherung erzielt werden. Gleichwohl soll der Bestandsschutz für genehmigte Vorhaben präziser gefasst werden und im REP-Textteil Eingang finden.

Magdeburg

Mit der Berücksichtigung von 43 Rohstoffsicherungsflächen im 1. Entwurf des REP (29 VRG und 14 VBG) von insgesamt 80 LAGB-Vorschlägen wurden lediglich rd. 52 % der Vorschläge im REP-Entwurf berücksichtigt (Abb. 3; Tab. 1).

In der sich anschließenden intensiven Sachdiskussion des LAGB mit der Planungsgemeinschaft konnte eine Reihe von Nachforderungen für die Rohstoffsicherung objektiv begründet und argumentativ untersetzt werden (z. B. Durchführung eines lagerstätten-/wirtschaftsgeologischen Rankings von Rohstoffvorkommen durch das LAGB). Als Ergebnis dieses Dialogs konnte erreicht werden, dass im ersten Entwurf weggewogene wichtige, zukunftssichernde Kiessandlagerstätten insbesondere im Bereich der Elbtalniederung in den 2. Entwurf des REP aufge-

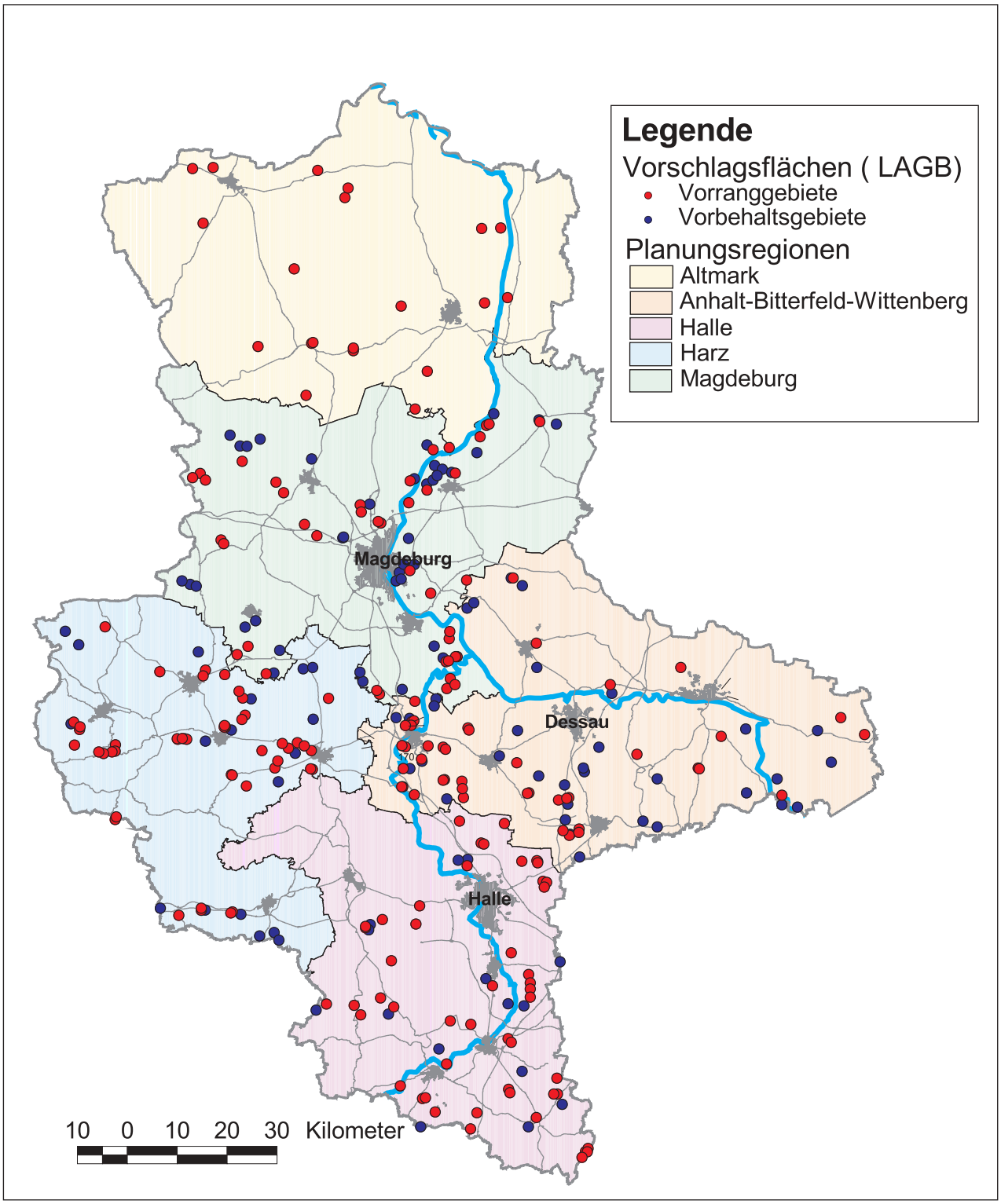


Abb. 2: Die fünf Planungsregionen in Sachsen-Anhalt und die Verteilung der vom LAGB den Planungsgemeinschaften vorgeschlagenen Rohstoffsicherungsflächen (insgesamt 284 Vorrang- [rot] und Vorbehaltsflächen [blau] für die Gewinnung oberflächennaher Steine- und Erden-Rohstoffe).

nommen wurden (Abb. 4). Methodisch wurden durch zielgenaues „Ausschneiden“ Überlagerungen von Lagerstättenflächen mit Vorranggebieten für Hochwasserschutz bzw. Natur und Landschaft aufgehoben und hierdurch unzulässige Zielkonflikte vermieden. Dieser neu erarbeitete Stand der Rohstoffsicherung befand sich zum Redaktionsschluss noch in der Erörterungsphase und darf daher noch nicht als endgültig betrachtet werden.
Der Bestandsschutz genehmigter Gewinnungsstellen ist in dieser Planungsregion über den unter Kap. 3.2.1 zitierten Grundsatz berücksichtigt.

Halle

In der Planungsregion Halle wurden von den insgesamt vorgeschlagenen 65 VR- und VB-Gebieten für Rohstoffgewinnung im 1. Entwurf des REP 38 Flächen berücksichtigt (28 VRG und 10 VBG ; vergl. auch Tab. 1). Mit diesen 38 Flächen sind alle wesentlichen Lagerstätten erfasst, dennoch müssen mit der Planungsgemeinschaft zu den vom LAGB aufgelisteten Nachforderungen noch ergänzende Gespräche geführt werden. Der Bestandsschutz bestehender Gewinnungsstellen wird auch in der Planungsregion Halle im Textteil verankert werden.

Harz

Der 1. Entwurf des REP Harz liegt seit September 2005 vor. Von den durch das LAGB vorgeschlagenen 48 Rohstoffsicherungsflächen konnten mit 30 Vorrang- und 15 Vorbehaltsgebieten nahezu alle lagerstättengeologisch relevanten Potenzialflächen im Planentwurf berücksichtigt werden. In 5 Fällen erfolgten Abwägungen zu Gunsten anderer Nutzungsziele.
Zwei Lagerstättenflächen wurden über die Vorschlagsliste des LAGB hinaus in den REP aufgenommen. Umstufungen von Vorbehalt in Vorrang und umgekehrt sind in 3 Fällen vorgenommen worden.

Der Bestandsschutz genehmigter Gewinnungsstellen ist in der Planungsregion Harz mit dem unter Kap. 3.2.1 zitierten Grundsatz berücksichtigt.

3.2.3 Fazit des Standes der Regionalplanung in Sachsen-Anhalt und Ausblick

Aus der Sicht des LAGB ist der gegenwärtige Zwischenstand der Regionalplanung für die nachhaltige Rohstoffsicherung differenziert zu bewerten. In weiten Landesteilen schaffen die gegenwärtigen planerischen Festlegungen die erforderliche Planungssicherheit für die Rohstoffwirtschaft und stellen damit die Deckung des aktuellen Bedarfs sicher. Auch der Aspekt der Sicherung mineralischer Ressourcen für zukünftige Generationen im Sinne einer verantwortungsvollen Fachplanung findet sich weitgehend berücksichtigt.

Tab. 1: Zwischenstand der Rohstoffsicherung in Sachsen-Anhalt bei der Neuaufstellung der Regionalen Entwicklungspläne (Stand: September 2005).

Regionale Planungsgemeinschaft (RPG)	Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung (Vorschlag LAGB)	Vorbehaltsgebiete für Rohstoffgewinnung (Vorschlag LAGB)	Vorschlagsflächen gesamt	Berücksichtigte Vorranggebiete (1. Entwurf)	Berücksichtigte Vorbehaltsgebiete (1. Entwurf)	Anteil an der Gesamtfläche RPG /Land (%)
Altmark	21	--	21	21	keine Ausweisung	0,4
Magdeburg	37	43	80	29	14	1,7
Harz	30	18	48	30	15	1,4
Anhalt-Bitterfeld – Wittenberg	40	30	70	44	keine Ausweisung	1,2
Halle	44	21	65	28	10	1,0
Sachsen-Anhalt	172	112	284	152	39	1,2

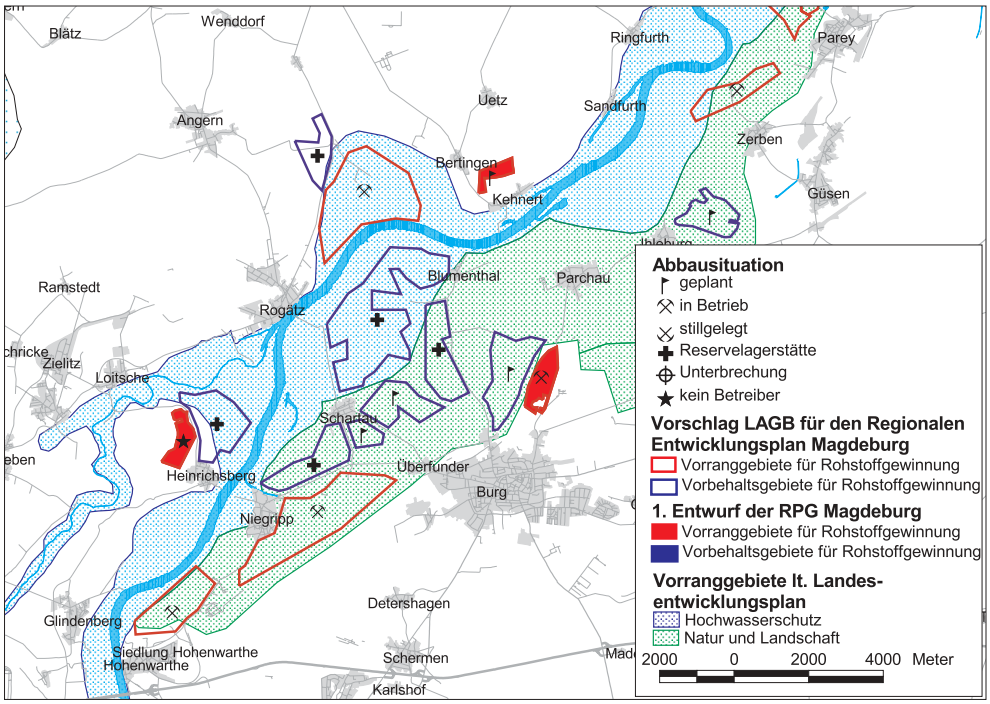


Abb. 3: Beispiel für landesplanerische Zielkonflikte und Rohstoffgewinnung in der Planungsregion Magdeburg. Im Elbauenbereich nördlich Magdeburg gewinnen zahlreiche Betriebe z. T. schon seit Jahrzehnten hochwertigen Kiessand. Ca. 90 % des Kiessandpotenzials liegen hier innerhalb der großflächigen Vorranggebiete für Hochwasserschutz sowie Natur und Landschaft. Die bauwürdigen Vorräte verschiedener Abbaustellen gehen der Erschöpfung entgegen. Zur Sicherung der Rohstoffbasis müssen daher mittelfristig Erweiterungsflächen zur Verfügung stehen. Im 1. Entwurf des Regionalen Entwicklungsplans blieben alle vom LAGB vorgeschlagenen Flächen für Rohstoffgewinnung innerhalb der Vorranggebiete für Hochwasserschutz sowie Natur und Landschaft unberücksichtigt.

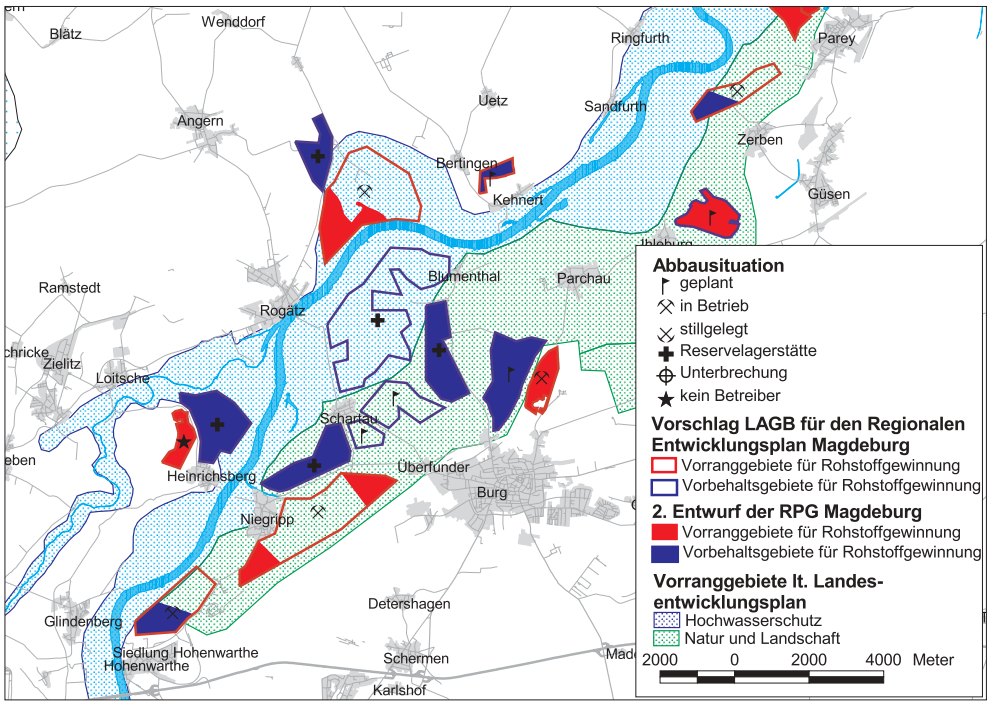


Abb. 4: Gegenwärtiger Stand der Sachdiskussion (2. Entwurf des REP Magdeburg). Der Kartenausschnitt (vgl. Abb. 3) zeigt die planerische Einordnung der vom LAGB für Rohstoffgewinnung vorgeschlagenen Flächen. Die differenzierte, argumentativ untersetzte Bewertung von Lagerstätten-Teilflächen (Rankingliste) durch das LAGB führte zu einer deutlich verbesserten Zukunftssicherung hochwertiger mineralischer Ressourcen in der Planungsregion Magdeburg.

Diesen rohstoffgeologisch insgesamt positiv einzuordnenden Planungsräumen stehen in Sachsen-Anhalt jedoch Problemregionen gegenüber. Hier führten z.B. nur schwer nachvollziehbare Potenzialabschätzungen und Kalkulationen des möglichen regionalen Rohstoffbedarfs[3] zur landesplanerischen Nicht-Einordnung wichtiger genehmigter aktiver Gewinnungsstellen und erkundeter Lagerstättenflächen. Diese Vorgehensweise könnte langfristig die Versorgungssicherheit von Teilregionen des Landes mit hochqualitativen mineralischen Rohstoffen gefährden. Für die Rohstoffgewinnung ist daher grundsätzlich eine bedarfsunabhängige Ausweisung von Rohstoffsicherungsflächen zu fordern.
In wichtigen Teilregionen blieben alle Vorschlagsflächen für die Rohstoffgewinnung zu Gunsten des Vorrangs Hochwasserschutz zunächst unberücksichtigt (Abb. 3). Die unveränderte Beibehaltung dieser Planungen birgt das Risiko mittel- und langfristiger Engpässe bei der Versorgung der Wirtschaft insbesondere mit hochqualitativen Gesteinskörnungen und wird einer vorausschauenden Rohstoffsicherung nicht gerecht. Für die Entwicklung des Landes sind daher derartige Festlegungen kaum zu akzeptieren. Hier müssen Lösungen gefunden werden, die dem Rohstoffsicherungsaspekt nachhaltig Rechnung tragen.

Im Ergebnis intensiver Gespräche mit der Mehrzahl der Planungsgemeinschaften zeichnen sich inzwischen deutliche Korrekturen der für die Rohstoffsicherung restriktiven Planungsentwürfe ab. Der Vergleich der Abbildungen 3 und 4 gibt hierfür ein positives Beispiel.

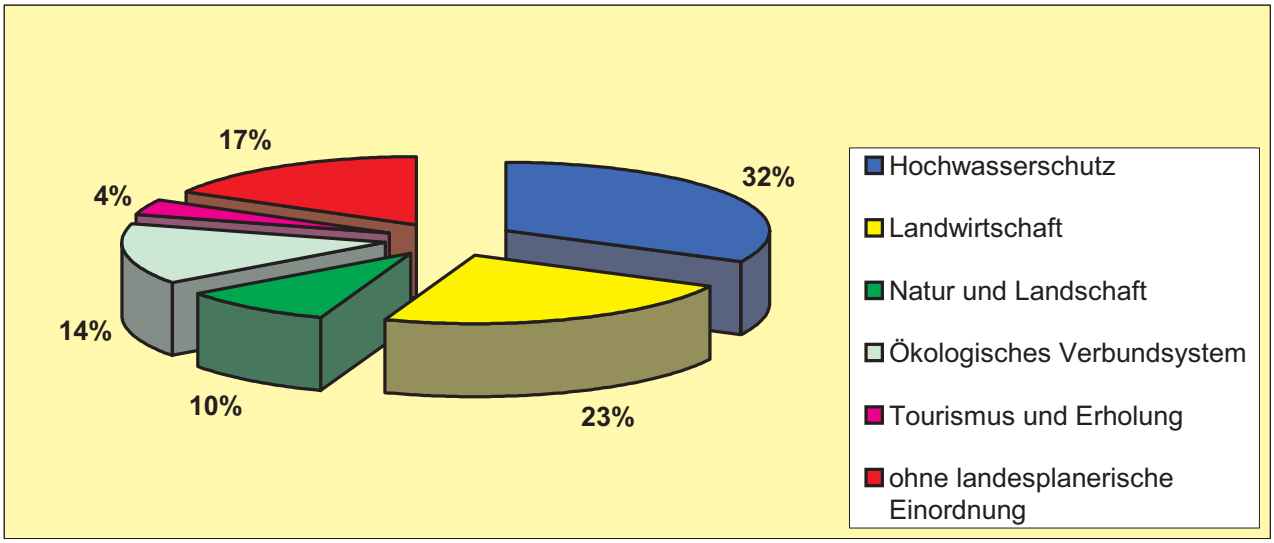


Abb. 5: Rohstoffgewinnung und Nutzungskonflikte in der Landesplanung. Nach dem gegenwärtigen Stand der Abwägung blieben von ingesamt 284 Vorschlagsflächen für Rohstoffgewinnung (gesamt Sachsen-Anhalt) 93 Flächen (33%) zugunsten anderer Schutzziele unberücksichtigt. Die Auswertung zeigt, dass hiervon allein 56% durch den Vorrang von Hochwasserschutz, Ökologisches Verbundsystem sowie Natur- und Landschaftsschutz weggewogen wurden (s. auch Tab. 1).

3.3 Umsetzung „NATURA 2000“ (FFH- und Vogelschutz-Gebietsausweisung)

3.3.1 „NATURA 2000“ und Bestandsschutz aktiver Gewinnungsstellen

Mit der „NATURA 2000“ soll ein europäisches Netz von Gebieten geschaffen werden, das auf Gemeinschaftsebene geschützt ist und dem eine Schlüsselrolle bei der Erhaltung und Wiederherstellung der natürlichen Ressourcen zukommt. Der jeweilige EU-Staat ist bei der Auswahl der Gebiete an die Vorgaben der Vogelschutz- und FFH-Richtlinie gebunden. Die dafür notwendigen Maßnahmen sollen sowohl fachwissenschaftlichen Vorgaben zu natürlichen Lebensraumtypen und zu Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse als auch wirtschaft-

3 Hierzu: Schröder, N. (2004): Das Raumordnungsgesetz und seine Umsetzung – Planerische Rohstoffsicherung. – Die Naturstein-Industrie, **8**, 7–12, Isernhagen.

lichen, gesellschaftlichen und kulturellen sowie regionalen und örtlichen Besonderheiten Rechnung tragen (entsprechend Artikel 2 Abs. 3 FFH-Richtlinie). Die Einrichtung dieses Netzes bietet damit auch die Gelegenheit und Notwendigkeit, Naturschutzmaßnahmen mit nachhaltigen Nutzungen zu kombinieren. Dieses Grundanliegen entspricht einem nutzungsintegrierten Naturschutz, wie er in Sachsen-Anhalt angestrebt wird.

Die Ausweisung von FFH- und Vogelschutzgebieten greift damit in zahlreiche Belange des Landes ein. Bei ihrer Auswahl haben die zuständigen Stellen grundsätzlich auch alle genehmigten und aktiven Gewinnungsstellen mineralischer Rohstoffe im Sinne des Bestandsschutzes zu berücksichtigen.

Bei den erteilten Bergbauberechtigungen nach den §§ 8, 151 i.V.m. § 9 BBergG handelt es sich um absolute Rechte, die grundsätzlich einen umfassenden Schutz gegenüber Dritten gewährleisten. So gelten z.B. für die Bewilligung nach § 8 Abs. 2 BBergG die für Ansprüche aus dem Eigentum geltenden Vorschriften des bürgerlichen Rechts entsprechend. Den Inhabern dieser Rechte können somit Ansprüche aus den §§ 985 ff. BGB wegen Entziehung des Eigentums und die Abwehrklage auf Unterlassung eines etwaigen Eingriffs aus § 1004 BGB zustehen. Für das Bergwerkseigentum nach dem § 151 i.V.m. § 9 BBergG gelten die gleichen Rechte wie bei der Bewilligung. Darüber hinaus sind gemäß § 9 Abs. 1 Satz 1 HS 2 BBergG die für Grundstücke geltenden Vorschriften des BGB entsprechend anzuwenden.
In den Abbaustellen, in denen grundeigene Bodenschätze i.S.d. § 3 Abs. 4 Nr. 1 BBergG gewonnen werden, ergeben sich die Abwehransprüche gegenüber Einwirkungen Dritter aus dem Inhalt des Grundeigentums selbst.

3.3.2 Ermittlung und Darstellung der Betroffenheiten

Die möglichen Betroffenheiten unter dem Gesichtspunkt der Rohstoffsicherung ergeben sich aus einem DV-gestützten flächenhaften Vergleich der „NATURA 2000“ mit den Flächen der planfestgestellten bzw. genehmigten Rohstoffgewinnungs- bzw. Rohstoffsicherungsflächen. Für die FFH-Flächen und die linienförmigen FFH-Gebiete wurde der Flächenvergleich auf die vorgegebenen Polygone beschränkt. Empirisch wurde für die EU SPA Vogelschutzgebiete der Prüfraum um drei Kilometer (IT-schematisch) über die vorgeschlagene Außenbegrenzung (Nahbereich) hinaus erweitert (Tab. 2). Weiterhin wurden alle Betroffenheiten, getrennt nach potenziellen Konflikten zu FFH-Gebieten und EU SPA Vogelschutzgebieten, tabellarisch zusammengestellt (Zusammenfassung s. Kap. 3.3.3).

Die Betroffenheiten werden nach der jeweiligen Gebietsausweisung differenziert betrachtet und dargestellt (Tab. 2).

Ein Beispiel für die sich ergebenden Betroffenheiten zeigt der beigefügte Kartenausschnitt (Abb. 6). Aus Datenschutzgründen wurden hier die Bergbauberechtigungen einheitlich mit farbigen Punkt-Symbolen dargestellt. Dadurch und z.T. bedingt durch den kleinen Maßstab der Karte sind die räumlichen Bezüge nicht immer eindeutig erkennbar. Für Inte-

Tab. 2: Kriterien für die Erfassung und Darstellung der Betroffenheiten bei der „NATURA 2000“-Gebietsausweisung und Rohstoffsicherung in Sachsen-Anhalt (s. Abb. 5).

Kennzeichnung der Betroffenheit	Farbkennzeichnung
Vollständige oder partielle Überschneidung eines FFH-Gebiets mit einer genehmigten Gewinnungsstelle/Lagerstättenfläche	rot
Vollständige oder partielle Überschneidung eines EU SPA Vogelschutzgebiets mit einer genehmigten Gewinnungsstelle / Lagerstättenfläche	blau
Genehmigte Gewinnungsstelle/Lagerstättenfläche im Nahbereich zu EU SPA Vogelschutzgebiet (3 km)	violett

ressenten mit berechtigtem Interesse besteht die Möglichkeit, das Gesamtergebnis der Recherche im LAGB einzusehen.

3.3.3 Status und Schlussfolgerungen

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 als Reservelagerstätten landesplanerisch gesichert werden. In letzter Konsequenz besteht sonst die konkrete Gefahr einer Beeinträchtigung der zukünftigen Versorgung.

Im Zuge des Ausweisungsverfahrens von „NATURA 2000"-Gebieten hat das LAGB daher wiederholt auf Überschneidungen mit den in Sachsen-Anhalt definierten Lagerstättenflächen (genehmigte Abbaustellen und Reservelagerstätten) hingewiesen. In der abschließenden Abwägung (2003) blieben zahlreiche Betroffenheiten unberücksichtigt. Eine Analyse des gegenwärtigen Zustands zeigt folgendes Bild:

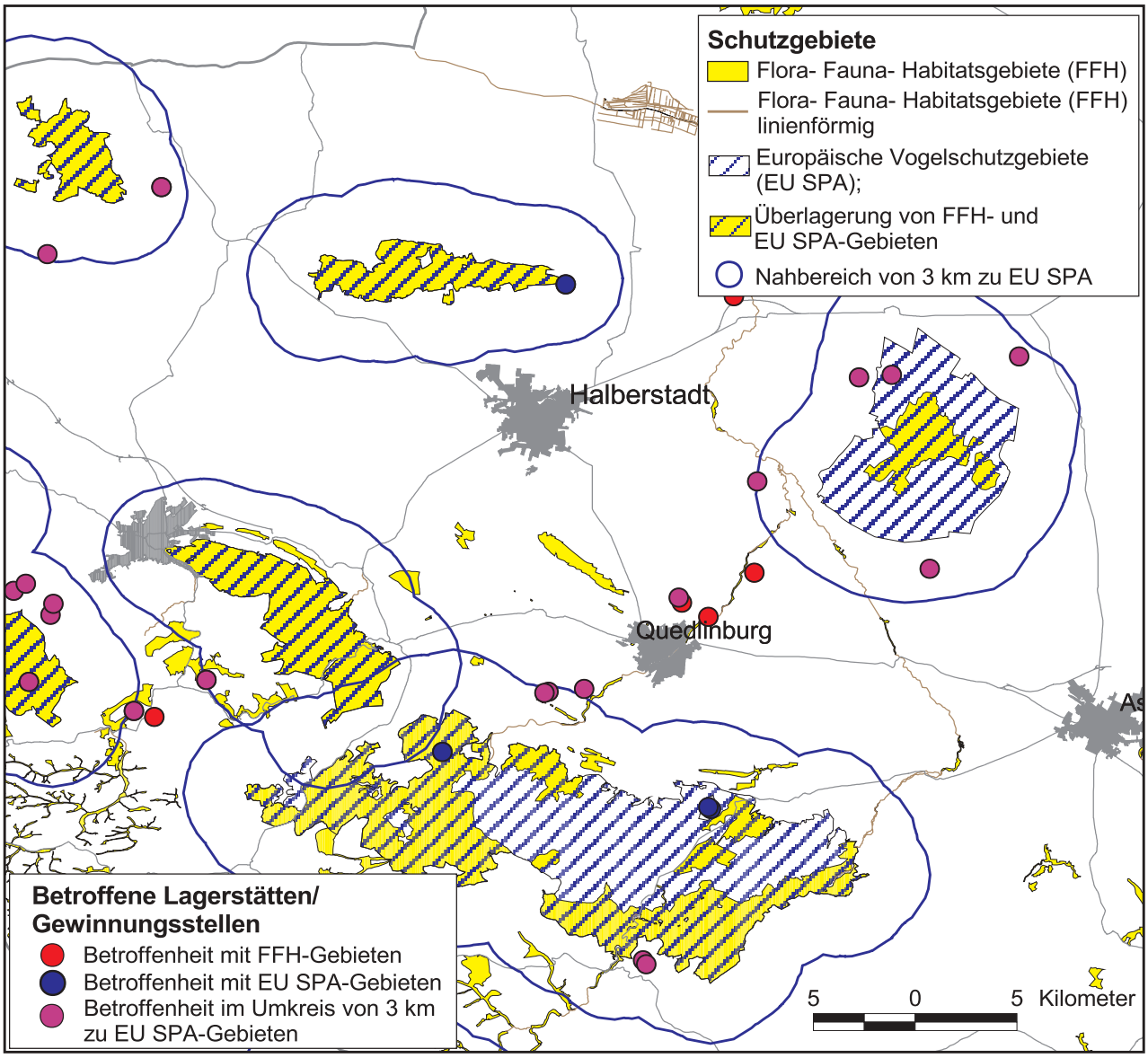


Abb. 6: Mögliche Konflikte zwischen „NATURA 2000"-Gebietsausweisungen und Rohstoffsicherung (Ausschnitt aus LAGB-interner FFH-Planungskarte). Weil die Einzelfall-Festlegung des Nahbereichs für jedes EU SPA Vogelschutzgebiet nicht sinnvoll erschien wurde der Prüfraum IT-schematisch um drei Kilometer (empirisch) über die vorgeschlagene Außenbegrenzung der Vogelschutzgebiete hinaus erweitert. Die hiervon berührten sehr zahlreichen Gewinnungsstellen wurden wegen der z. Z. nur schwer bewertbaren potenziellen Betroffenheiten in einer besonderen Kategorie erfasst.

Vollständige und partielle Überschneidungen mit FFH-Gebieten ergeben sich für 16 aktive Gewinnungsstellen und 21 sonstige Rohstoffflächen (Reserve, Planung, Unterbrechung).
Überschneidungen mit EU SPA Vogelschutzgebieten liegen für 7 aktive Gewinnungsstellen und 6 sonstige Rohstoffflächen (Reserve, Planung, Unterbrechung) vor.
Ein z.Z. nur schwer zu bewertendes Problem stellen die mittelbaren Betroffenheiten der Gewinnungsstellen/Lagerstätten im Nahbereich zu EU SPA Vogelschutzgebiet (3 km) dar. Erwartungsgemäß liegt hier die Zahl mit über einhundert sehr hoch.

In ihrer Argumentation sehen die Umweltbehörden die Verträglichkeit von „NATURA 2000“ und Rohstoffgewinnung als gegeben, weil mit der Beantragung aktiver Abbaurechte (z.B. Betriebsplanzulassung) entsprechende Einzelfallprüfungen verbunden sind. Da die Ergebnisse dieser Einzelverfahren pauschal nicht mit der Unmöglichkeit eines Rohstoffabbaus gleichzusetzen seien, erfolgte die Ablehnung zahlreicher Änderungsvorschläge. Nach Auffassung des LAGB ist dieses Vorgehen nicht geeignet, die erforderliche Planungssicherheit für die Rohstoffwirtschaft zu schaffen.

Gegenwärtig sind dem Landesamt für Geologie und Bergwesen keine tiefgreifenden, die Rohstoffgewinnung verhindernden, Konflikte mit „NATURA 2000“ bekannt. Das schließt naturgemäß Beeinträchtigungen in der Zukunft nicht aus.

Natürliche Sukzession in einem aufgelassenen Sandsteinbruch.

Untersuchungen an Ziegeltonrohstoffen Sachsen-Anhalt

Europäische Strukturfonds

Sachsen-Anhalt 2000–2006

Lagerstättengeologische, mineralogische, chemische, keramische und keramtechnische Daten

Rohstoffwirtschaftliche Gesamtbewertung

SACHSEN-ANHALT

DIESES PROJEKT WURDE DURCH DIE EUROPÄISCHE UNION KOFINANZIERT

Moderne Ziegelprodukte.

4. Rohstoffgeologische Schwerpunktthemen

4.1 Ergebnisse des EFRE-Projekts „Untersuchungen an ausgewählten Ziegelton-Rohstoffen Sachsen-Anhalts“ Keram-technische Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen

Klaus Stedingk[1], Maren Uebel[2] & Dieter Reiche[3]

„Wohlauf! Lasset uns Ziegel streichen und brennen.“
1. Buch Mose (Turm zu Babel)

4.1.1 Einführung

Seit Jahrtausenden werden in unserer Region Tone und Tonsteine unterschiedlicher stratigraphischer Stellung zur Herstellung keramischer Erzeugnisse gewonnen (Abb. 1). In Sachsen-Anhalt ist eine kontinuierliche und systematische Nutzung der Tonlagerstätten seit dem Mittelalter (Abb. 2) bis in die Gegenwart belegt. So betrug die Förderung von Ton, Spezialton und Kaolin im Jahr 2004 landesweit über 1,5 Mio. t. Hieraus wurden z. B. Vor- und Hintermauerziegel oder Klinker für den Hoch- und Tiefbau erzeugt. Einen gesuchten Rohstoff stellen auch die weißbrennenden Tone dar. Hiervon werden beträchtliche Mengen europaweit vermarktet.

Die grobkeramische Industrie Sachsen-Anhalts steht seit Herstellung der staatlichen Einheit in verschärftem Wettbewerb mit Rohstoffanbietern aus anderen Bundesländern und dem EU-Raum. Neben der Modernisierung der Betriebe ist daher auch die Neubewertung der Rohstoffbasis unumgänglich. Im Vordergrund steht dabei eine möglichst hohe Veredlungsfähigkeit des im Lande verfügbaren Tonrohstoffpotenzials.

Im Allgemeinen stehen den kleineren und mittleren Unternehmen keine hinreichenden Mittel für eigene komplexe Forschungen und Entwicklungen insbesondere auf dem Rohstoffsektor zur Verfügung. Bei den heutigen qualitativen Anforderungen des Marktes an hochwertige grobkeramische Erzeugnisse – speziell bei Dachziegeln – ist es aber zwingend, verschiedene Rohstoffe als Masseversätze zum Einsatz zu bringen. Die hierfür erforderliche spezifische Kenntnis über das gesamte Rohstoffpotenzial des Landes fehlt den einzelnen Unternehmen und kann von diesen (teilweise auch aus rechtlichen Erwägungen heraus) nicht ermittelt werden.

Um hier die Kapazitäten zu bündeln, ist an dieser Stelle auch das Landesamt für Geologie und Bergwesen mit seiner rohstoffgeologischen Kompetenz gefordert. Denn es ist eine originäre Aufgabe staat-

Abb. 1: Der Adonis von Zschernitz. Bei Ausgrabungen an einer Gas-Trasse ca. 20 km nordwestlich von Leipzig kam 2003 u. a. das etwa 8 cm hohe Fragment einer männlichen Tonfigur ans Tageslicht. Dieser Fund aus der frühen Jungsteinzeit beweist, dass Ton bereits vor rund 7000 Jahren den frühen Menschen in unserer Region als Werkstoff diente. (MITGAS-Ausstellung 2005, Gröbers).

1 Dr. Klaus Stedingk, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 34, 06118 Halle (Saale).
2 Dr. Dipl.-Ing. Maren Uebel, Keramik-Institut GmbH, Ossietzkystraße 37a, 01662 Meißen.
3 Dipl.-Ing. Dieter Reiche, Ingenieurbüro Steine-Erden, Gartenstr. 18, 08118 Hartenstein OT Thierfeld.

licher geologischer Dienste, den lagerstättenkundlichen Kenntnisstand des Landes zu erfassen und zu dokumentieren. Hierzu gehören selbstverständlich auch die Tonlagerstätten, ihre Mächtigkeiten, Qualitäten und Nutzungsmöglichkeiten für die Ziegelindustrie. Bestehende Kenntnislücken müssen dabei durch eine aktuelle und moderne Analytik geschlossen werden. Denn nur die Bewertung objektiver Fakten erlaubt der Landesregierung klare Entscheidungen zur Förderung künftiger Investitionen. Die Nachhaltigkeit dieser Investitionen sollte auch in der verstärkten Nutzung bereits erschlossener Gewinnungsstandorte zum Ausdruck kommen. Die hierdurch erzielten Transport-Optimierungen leisten dann zugleich den erwünschten Beitrag zum Schutz und zur Schonung der Umwelt.

Zur Lösung dieses praktischen Problems wurde vom Land Sachsen-Anhalt ein Untersuchungsprogramm aufgelegt, die grobkeramischen Rohstoffe des Landes einschließlich der kaolinitischen Tone und Kaoline in ihrem Schichtaufbau, ihrer regionalen Verbreitung sowie geologisch-mineralogischen Charakteristika und ihren anwendungstechnischen Eigenschaften darzustellen. Für die Durchführung dieser Arbeiten standen finanzielle Mittel aus dem „Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung“ (EFRE) sowie aus dem Landeshaushalt zur Verfügung. Ausschreibende Stelle für das Untersuchungsvorhaben war das Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt.

Nach Ausschreibung des Vorhabens und Auswertung der Angebotsunterlagen erfolgte die Vergabe der Laborarbeiten und der keramischen Bewertung der Ergebnisse an die Keramik-Institut Meißen GmbH. Die fachliche Begleitung des Vorhabens und die abschließende Gesamtauswertung lag in den Händen des Landesamts für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt.

Das in diesem Kapitel beschriebene EFRE-Projekt konzentrierte sich auf die Untersuchung der Eigenschaften von Ton-Rohstoffen für die Ziegelindustrie. Eignungsuntersuchungen für andere Einsatzgebiete, wie z. B. der Fein- und Feuerfestkeramik, Steinzeugindustrie, technischen Keramik oder als Dichtungsstoff im Deponie- und Wasserbau sowie in weiteren Anwendungsgebieten, waren nicht Gegenstand dieses Projekts. Hier besteht aus der Sicht des LAGB noch deutlicher Untersuchungsbedarf. Über den möglichen Einsatz von Ton und tonigen Gesteinen Sachsen-Anhalts als Leichtbaustoff oder Dichtungsstoff berichtet Kap. 4.2.

4.1.2 Rohstoffbasis und Probenahme

Um im Wettbewerb zu bestehen, ist die mittelständische grobkeramische Industrie Sachsen-Anhalts gezwungen, u. a. ihre Rohstoffbasis neu zu bewerten und zu optimieren. Im Vordergrund stehen dabei eine möglichst hohe Veredlungsfähigkeit des im Lande zur Verfügung stehenden Tonrohstoffpotenzials und dessen Transportentfernungen zu den Verarbeitungsbetrieben.

An die grobkeramischen Erzeugnisse werden heute außerordentlich hohe Qualitätsanforderungen gestellt. Um diese zu erreichen, ist eine Kombination von mehreren Rohstoffen mit oftmals sehr spezifischen Kennwerten erforderlich. Die vorliegenden Daten bieten der Ziegelindustrie die Möglichkeiten, neue Rezepturen für Masseversätze aufzuzeigen, um die hohen qualitativen Anforderungen an die Produkte unter den Bedingungen eines optimalen, regionalen Rohstoffeinsatzes zu erfüllen.

Die regionalgeologischen Verhältnisse in Sachsen-Anhalt bieten die Möglichkeit, Tone verschiedener stratigraphischer Stellung für die keramische Industrie zu nutzen. Ihre Verbreitung ist aus beigefügter Übersichtskarte ersichtlich (Abb. 3).

Im Jahr 2001 wurden an 25 Standorten in bestehenden und noch zugänglichen Tongruben insgesamt 45 Schlitzproben von den jeweiligen Grubenstößen durch den Bearbeiter des Landesamts für Geologie und Bergwesen gezogen (Abb. 3, Tab. 1). Diese Schlitzproben lassen sich unter Einbeziehung der von jedem Objekt vorliegenden „Altuntersuchungen“ petrographisch, stratigraphisch und keram-technisch einordnen. Damit wird das Spektrum des noch verfügbaren Tonrohstoff-Potenzials vom Zechstein (Bröckelschiefer) bis zum Quartär (holozäner Auelehm) erfasst. Die zur Verfügung stehenden Mittel setzten der zu bearbeitenden Anzahl an Proben enge Grenzen. Hiermit eng verbunden ist das Problem der Repräsentativität jeder Einzelprobe. Denn bei den untersuchten Lagerstätten handelt es sich mit einer

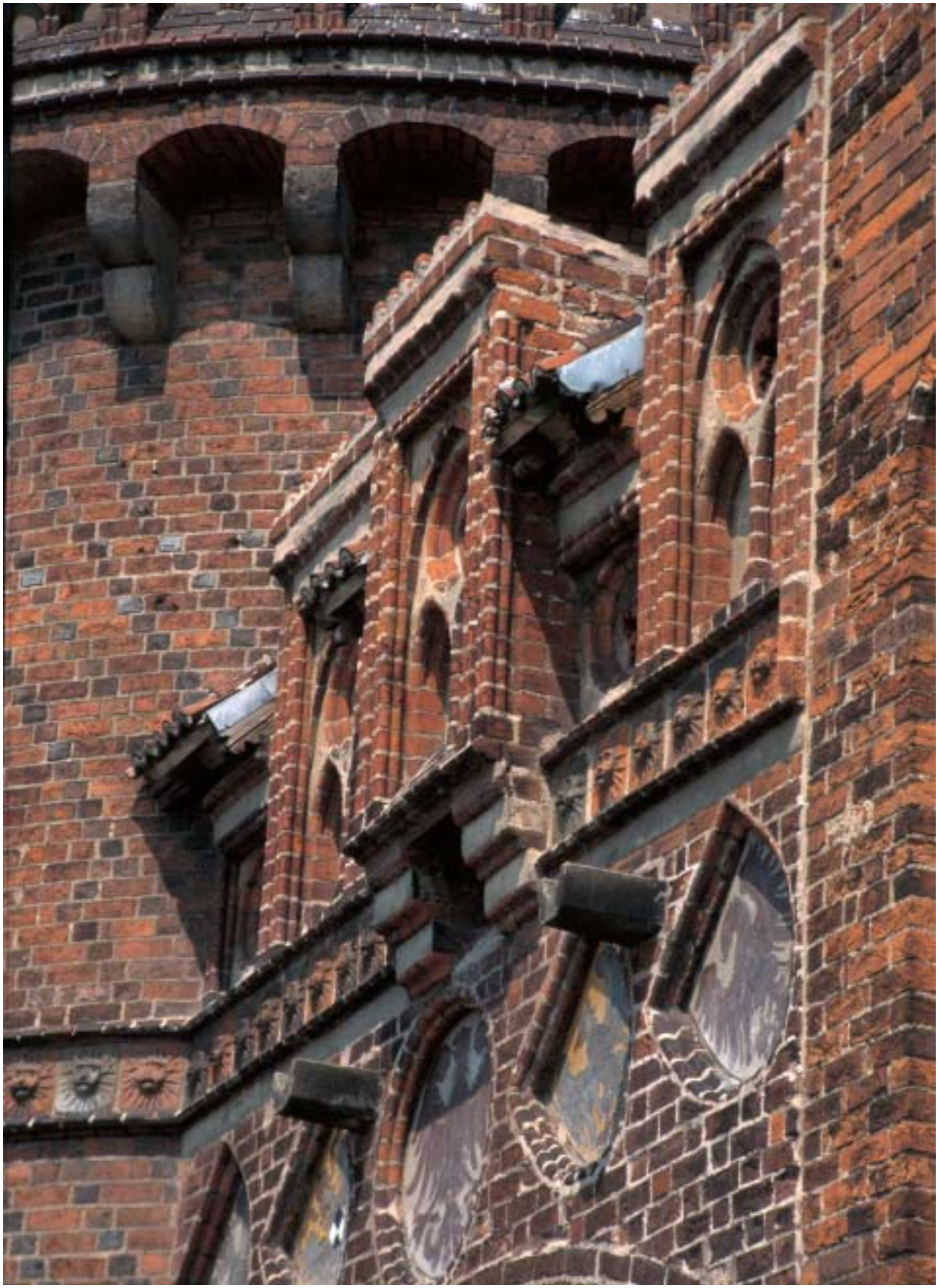


Abb. 2: Tangermünde, Neustädter Tor (errichtet 1300–1450). Kunstvolles historisches Mauerwerk aus Auelehm-Ziegeln findet man noch heute an zahlreichen Stellen im Norden Sachsen-Anhalts, insbesondere in den alten Klöstern (z. B. Jerichow), Sakralbauten (Havelberg, Stendal, Salzwedel) oder Stadtbefestigungen, wie hier im Bild.

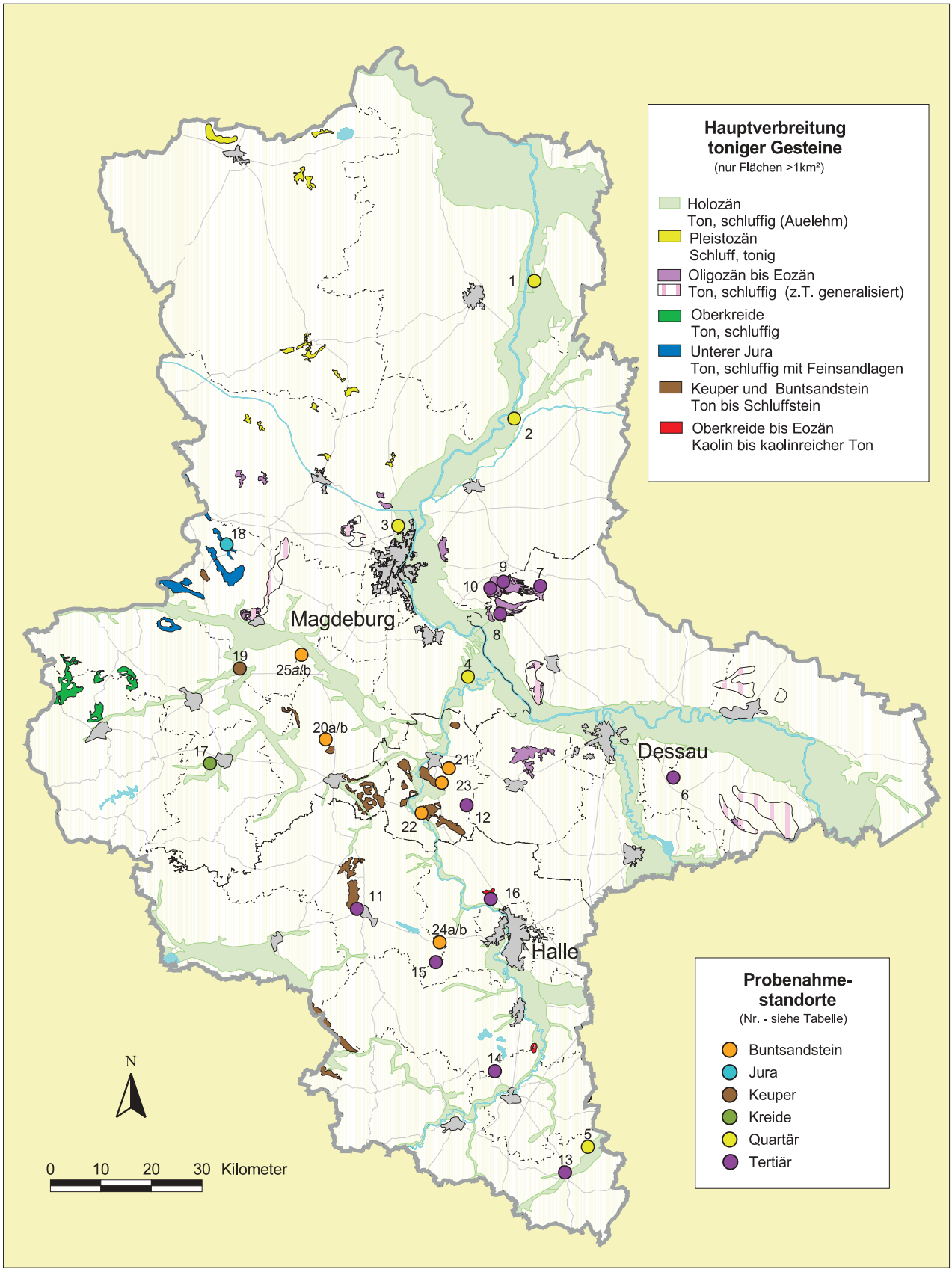


Abb. 3: Übersichtskarte der Ton- und Tonstein-Lagerstätten Sachsen-Anhalts. Die Karte basiert auf Unterlagen des Kartenwerkes „Karte der oberflächennahen Rohstoffe Sachsen-Anhalts" im Maßstab 1:50000 (KOR 50). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden in dieser Karte nur die Tonhauptverbreitungsgebiete mit einer Flächengröße >1 km² (100 ha) zur Darstellung gebracht. Außerdem sind die Standorte verzeichnet, in denen die Probenahme für das laufende Untersuchungsprogramm erfolgte. Die Nummerierung der beprobten Lagerstätten entspricht Tab. 1.

Ausnahme um natürliche geologische – und damit heterogene – Körper. Der Probenehmer kann aber nur den temporären und zufälligen Lagerstättenanschnitt dokumentieren. Schon hierdurch können die im Projekt ermittelten Daten von den umfangreich vorliegenden Ergebnissen früherer Untersuchungen oder den aktuellen Werten des laufenden Gewinnungsbetriebes signifikant abweichen. Analytisch-methodische Unterschiede, veränderte Prüfnormen u. a. tragen ein Übriges dazu bei, vergleichende Betrachtungen von Alt-Daten mit den Ergebnissen des Projekts zu erschweren.

Um die verfügbaren Tonrohstoffe des Landes hinsichtlich ihrer technologischen Verarbeitbarkeit und ihrer Werkstoffkennwerte zu charakterisieren und mögliche Kombinationen aufzuzeigen, hieraus keramische Versatzmassen zu entwickeln bzw. zu optimieren, sind insbesondere die holozänen Auelehme in das Untersuchungsprogramm mit einbezogen worden. Diese Tonrohstoffe fallen in erheblichen Mengen in den Kieswerken der Elbaue als Abraum an und werden derzeit teilweise ungenutzt in den wassererfüllten Kiestagebaurestlöchern verkippt. Damit sind sie einer sinnvolleren Nutzung für immer entzogen. Diese Auelehme sollen vorrangig in Kombination mit den Eozäntonen und denen des Unteren Buntsandsteins in den Masseversatzuntersuchungen keram-technisch getestet werden. Die vorhandenen Ressourcen könnten dadurch nachhaltig besser genutzt werden. Bei der Bemusterung wurden u. a. auch geologische Besonderheiten berücksichtigt (z. B. die Bildung sog. „Hardgrounds“ als genetisch ähnliche Bildung der Septarien im Rupelton).

Da einzelne Aufschlüsse nicht mehr zugänglich waren (Tagebaurestlöcher mit Wasser erfüllt), konnten die Tone des Pleistozäns (Beckentone der Altmark und Ostelbiens) und der Oberkreide (Kreidemergel des Untercampan, Ilsenburg-Schichten des nördlichen Harzvorlandes) nicht mit in das Untersuchungsprogramm einbezogen werden.

Außerdem konnte auf die in Nutzung befindlichen Lagerstätten Bernburg-Neuborna (Unterer Buntsandstein) und Harzgerode (Harzgeröder Olisthostrom) nicht zurückgegriffen werden, da seitens des Unternehmens bedauerlicherweise kein Interesse bestand, in das Untersuchungsprogramm mit aufgenommen zu werden.

4.1.3 Das Untersuchungsprogramm

4.1.3.1 Kenntnisstandanalyse

Im Archiv des LAGB wurden insgesamt 342 Ergebnisberichte/Geologische Gutachten über die Ton- und Kaolinlagerstätten Sachsen-Anhalts gesichtet. Daran schloss sich eine einheitliche lagerstätten- und rohstoffbezogene Zusammenstellung und Auswertung der geologischen, mineralogischen und keram-technischen Ergebnisse an. Insgesamt sind hierdurch z. Z. über 3 400 Analysen (vorwiegend die bekannten grobkeramischen Untersuchungen) verfügbar. In die sehr umfangreiche Zusammenfassung dieser Daten kann nach Voranmeldung im LAGB (Halle) Einsicht genommen werden.

4.1.3.2 Durchführung von Analytik, Auswertung, IT-Umsetzung

Erstmals konnten ganzheitlich und komplex mineralogische, chemische, keramische und keram-technologische Daten an 45 Mustern von Ziegelton-Rohstoffen des Landes Sachsen-Anhalt unter modernen Gesichtspunkten bestimmt werden. Die Proben wurden dabei in ihrer Gesamtheit bewertet und aus ihnen ausgewählte Masseversätze verschiedenster Ziegelproduktgruppen hergestellt. Diese Masseversätze waren ihrerseits Gegenstand weiterer umfangreicher Prüfungen. Die zusammenfassende Darstellung aller Kennwerte eines jeden Rohstoffs mit seiner keramischen Bewertung sowie der Vergleich mit Alt-Daten und früheren Einsatzgebieten dieses Rohstoffs sind Inhalt des vorliegenden Beitrags.
Die Ergebnisse der analytischen Untersuchungen liegen in zehn Projektteilen zusammengefasst vor.

Der *Projektteil 1* umfasst die Probenahme.

Nach Probeneingang fand im Rahmen des *Projektteils 2* die einheitliche, den strengen Kriterien eines modernen Instituts folgende, Aufbereitung und Homogenisierung der 45 Ziegelton-Rohstoffproben statt. Es sollte im Verlauf der Bearbeitung des Projekts die Eignung der Rohstoffe für diverse grobkeramische Produkte aufgezeigt werden.

Projektteil 3 enthält die chemischen Analysen aller 45 Proben. Mittels Röntgenfluoreszenz-Analyse (RFA) wurde hierbei ein vollständiges Elemente-Screening

Tab. 1: Probenahmestandorte und Stratigraphie der untersuchten Tonlagerstätten.

Nr.	Probe	Stratigraphie		Lithologische Einheit	Symbol	Anzahl der Proben
1	Hohengöhren	Quartär	Holozän	Auelehm	qh	1
2	Parey		Holozän	Auelehm	qh	1
3	Barleben		Holozän	Auelehm	qh	1
4	Tornitz		Holozän	Auelehm	qh	1
5	Reuden		Pleistozän	Löss/Lösslehm	qw	1
20 a	Königsaue		Pleistozän	Löss	qw	1
6	Golpa-Nord	Tertiär	Miozän	Bitterfelder Deckton	tmiBD	1
Leitzkauer	*Stauchfaltenkomplex*					
7	Rupel V-1		Oligozän	Rupelton (Septarienton)	tolR	2
8	Rupel V-2		Oligozän	Rupelton (Septarienton)	tolR	2
9	Rupel IV		Oligozän	Rupelton (Septarienton)	tolR	2
10	Rupel III		Oligozän	Rupelton (Septarienton)	tolR	2
12	Gerlebogk		Eozän	des Oberflözes	teoPLd	2
13	Grana		Eozän	Luckenau-Ton	teoLK	2
14	Roßbach		Eozän	Liegendsedimente v. Roßbach	teoRBa	4
24 a	Wansleben Süd		Eozän	Eozänton	teo	1
11	Eisleben		Paläozän	Helfta-Folge	teoHF	2
15	Etzdorf	Tertiär-Kreide Verwitterung		kaolinisierter Mittlerer Buntsandstein/ Hardegsen Folge?		2
16	Morl	Tertiär-Kreide Verwitterung		kaolinisierter Halle-Porphyr		1
17	Quedlinburg	Kreide	Santon	Heidelberg-Schichten	krHD	1
18	Wefensleben	Jura	Lias 1-2	Psilonoten- und Angulaten-Schichten	juA1-2	2
19	Gröningen	Trias	Mittlerer Keuper	Obere bunte Folge des Steinmergel-keupers	kmSM3	2
20 b	Königsaue		Oberer Buntsandstein	Pelitröt-Folge	soPR	3
21	Baalberge		Mittlerer Buntsandstein	Volpriehausen-Folge – Wechselfolge 1-2	smVW1-2	2
22	Beesenlaublingen		Unterer Buntsandstein	Bernburg-Folge	suB	2
23	Peißen		Unterer Buntsandstein	Bernburg-Folge	suB	1
24 b	Wansleben-Süd		Unterer Buntsandstein	Bernburg-Folge	suB	1
25 a	Westeregeln		Unterer Buntsandstein	Bernburg-Folge	suB	1
25 b	Westeregeln	Perm	Zechstein	Bröckelschiefer	zB	1

der Rohstoffe durchgeführt. Weiterhin erfolgten Bestimmungen des Glühverlusts bei 1000 °C sowie des Gehalts an organischem und anorganischem Kohlenstoff. Um die Gefahr von Ausblühungen zu quantifizieren, wurde ebenfalls der Gehalt an wasserlöslichen Salzen analysiert.

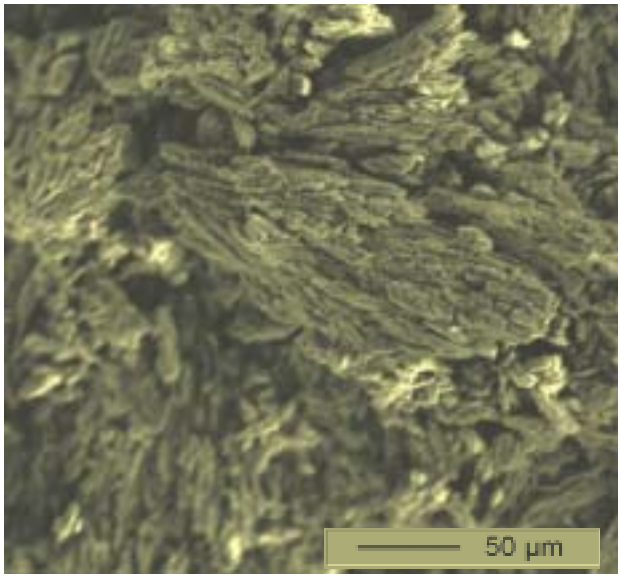
Im ***Projektteil 4***, *"Mikroskopische Untersuchungen"*, entstanden zur visuellen Belegung der keramischen Aussagen stereomikroskopische Aufnahmen der Siebrückstände >63 µm aller 45 Muster (Abb. 4) sowie von 20 ausgewählten Proben fluoreszenzmikroskopische Aufnahmen. Sie dokumentieren das Aufschlussverhalten der Rohstoffe, seine Haupt-Mineralbestandteile und ggf. Besonderheiten mit Auswirkungen auf das keram-technologische Verhalten.

Der ***Projektteil 5*** beinhaltet die kompletten Untersuchungen zur Korngrößenverteilung. In einer definierten reproduzierbaren Art und Weise wurden alle 45 Tonproben aufgeschlossen und im Korngrößenbereich >63 µm einer Nass-Siebanalyse unterzogen. Die Angaben für den Korngrößenbereich <63 µm, welche von wesentlicher Bedeutung für die keramischen Eigenschaften sind, wurden mit einem SediGraph (Sedimentationsverfahren) aufgenommen. Es erfolgte die Einordnung der Analysenwerte in das in der Ziegelindustrie üblicherweise angewandte WINKLER-Dreieck (Abb. 5).

Der ***Projektteil 6*** umfasst die komplette mineralogische Phasen-Analyse aller 45 Proben mittels Röntgendiffraktometrie (RDA). Unter Anwendung einer speziellen Probenpräparation wurden neben den ‚Standard-Mineralphasen' auch die Anteile an quellfähigen Dreischicht-Tonmineralen ermittelt, die einen erheblichen Einfluss auf die Verarbeitungseigenschaften von Tonrohstoffen besitzen.

Der ***Projektteil 7*** enthält die Ergebnisse der Differentialthermoanalyse (DTA) und der Thermogravimetrie (TG) aller 45 Rohstoffproben sowie rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an den 20 gebrannten Beispiel-Masseversätzen (s. Abb. 13 und 17).

Im ***Projektteil 8*** wurden alle wichtigen keramischen Kennwerte der Rohstoffe, wie Anmachwasserbedarf (ermittelt im Bereich zwischen 15 % und 28 % Feuchte), Wasseraufnahme-(Quell-)vermögen-ENSLIN-Wert und Dehnungs-/Schwindungsverhalten im Dilatometer ermittelt. Keram-technologische Daten wurden während und nach der plastischen Formgebung der Rohstoffe gewonnen. Es handelt sich um die Parameter PFEFFERKORN-Wert (Plastizität), Trockenschwindung nach der Vakuumstranggebung, Trocknungsverhalten, Trockenbruchfestigkeit sowie viele weitere brenntemperaturabhängige Daten für drei individuell pro Rohstoff gewählte Brenn-



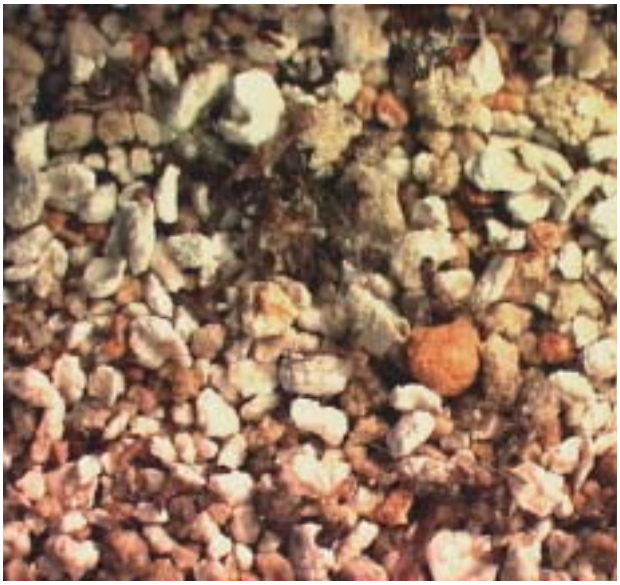


Abb. 4: Beispiele für Siebrückstände >63 µm. Links: Pyrit/Markasit-Aggregate aus Eozänton (Raster-Elektronenmikroskop-Aufnahme). Rechts: hoher Anteil an karbonatischen Bestandteilen, Organik in Form feinkohliger Verunreinigungen und evtl. Gips aus einem Rupelton. Dieser routinemäßige Aufbereitungsschritt gibt wichtige Anhaltspunkte für das Vorhandensein ungeeigneter Komponenten in der Probe, wie hier Sulfiden, Karbonaten, Sulfaten oder organischer Substanz.

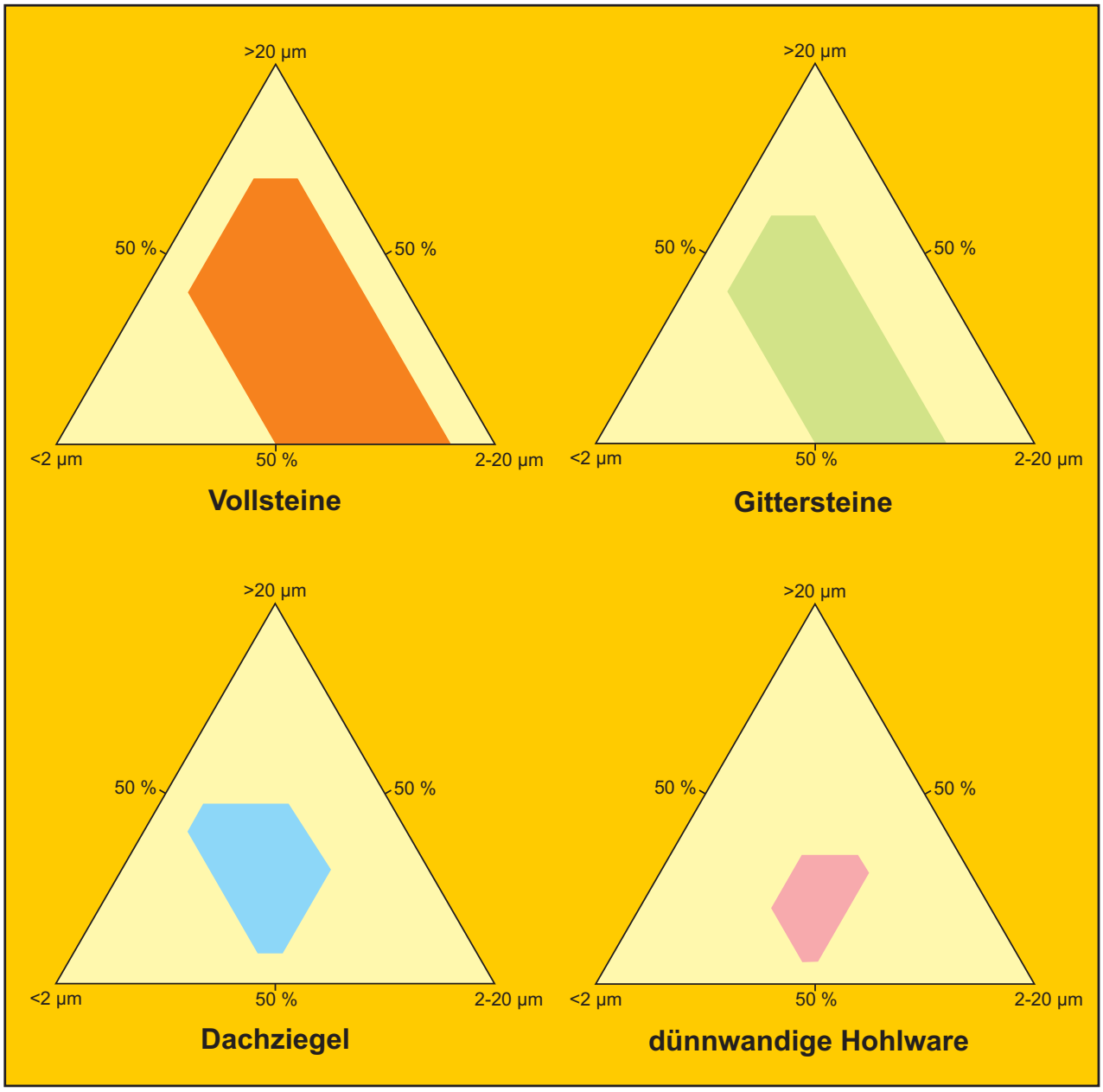


Abb. 5: WINKLER-Dreieck (Korngrößenverteilung nach DIN 18123). Die Felder innerhalb der vier WINKLER-Dreiecke zeigen die Korn-Bereiche, die für bestimmte Produkte günstig sind. Diese Einteilung gilt nur für Tone, deren Eignung aufgrund ihres Mineralbestands und Chemismus für die Verziegelung nachgewiesen ist.

temperaturen, wie Brenn- und Gesamtschwindung, offene Porosität und Rohdichte, Brennbiegefestigkeit, Druckfestigkeit, Wasseraufnahme, Durchbiegung im Brand, Brennfarbe und Wärmeausdehnungskoeffizient.
An drei gezielt ausgewählten Rohstoffen wurden Verflüssigung, Thixotropie und Scherbenbildung analysiert.

Die mögliche Verwendbarkeit der Rohstoffe für bestimmte Ziegelproduktgruppen wurde aus der Gesamtheit der Kennwerte abgeleitet. Dieser Einschätzung liegen die dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Qualitätskriterien zugrunde. Aus dem Probenspektrum wurde eine Anzahl von Rohstoffen ausgewählt, aus denen insbesondere Versätze für hochwertige Ziegelprodukte, wie Klinker (hell-dunkel) oder auch Dachziegel herstellbar erschienen. Diese 20 Masseversätze wurden nach Vakuumstrangformgebung gebrannt (Abb. 6) und die für diese Produkte üblichen Kennwerte ermittelt. Diese waren Trocken-, Brenn- und Gesamtschwindung, Trockenbruchfestigkeit, Brennbiegefestigkeit, Durchbiegung im Brand, Brennfarbe, Druckfestigkeit, Wär-

Abb. 6: Spektrum von gebrannten Prüfkörpern (Blick auf die Bruchfläche, Breite ca. 20–25 mm). Aus den Rohstoffen wurden für DIN-gerechte Untersuchungen durch Vakuumstrangformgebung Prüfkörper hergestellt und gebrannt. An diesen Produkten konnten die üblichen Kennwerte, wie z. B. Trocken-, Brenn- und Gesamtschwindung, Trockenbruchfestigkeit, Brennfarbe, Druckfestigkeit oder Kernausbildung ermittelt werden.

meausdehnungskoeffizient, Erweichungsverhalten mittels Erhitzungsmikroskopie sowie Feuchtedehnung.

Im *Projektteil 9* erfolgte die mineralogische Analyse von 20 gebrannten Tonproben und den 20 gebrannten Massen. Für die Rohstoffe wurde die Um- und Neubildung mineralischer Phasen beim Brand, teilweise auch in Abhängigkeit von der Brenntemperatur aufgezeigt. Die Analysen der Masseversätze geben wichtige Hinweise auf die potenziellen Produkteigenschaften.

Alle analysierten Einzel-Daten und fotografische Dokumentationen von Rohstoffen und Masseversätzen wurden in eine neu erstellte Access-Datenbank (*Projektteil 10*) logisch und übersichtlich eingebaut. Die Datenbank ist kompatibel zum bereits bestehenden Fachinformationssystem Rohstoffe des Landesamts für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt gestaltet. Der Datenbank sind ebenfalls alle Zwischenberichte der Projektteile wie auch der Abschlussbericht beigefügt.

4.1.3.3 Anmerkungen zur Methodik und zum Ziel der Rohstoff-Untersuchungen

Der vorliegende Beitrag enthält unter stratigraphischen Gesichtspunkten eine geraffte Lagerstättenbeschreibung und zu jeder untersuchten Probe eine ganzheitliche, bewertende Darstellung ihrer wesentlichsten Kenndaten. Aufgrund derer erfolgt die Ableitung des Potenzials jedes einzelnen Rohstoffs für seine Verwendung in Ziegelversätzen. Weiterhin wird die Eignung der Rohstoffe aus Sicht der vorliegenden Daten für weitere keramische Anwendungen (Sanitär, Wand- und Bodenfliesenbereich) beschrieben. Zur Charakterisierung der Homogenität der Lagerstätten werden die aktuell ermittelten Analysendaten mit den für dieses Projekt zusammen gefassten Alt-Daten verglichen.

Grundsätzlich ist für alle Ausführungen zu den Rohstoffen und Versätzen Folgendes voran zu stellen:

Die Rohstoffe (und Versätze) wurden einer einheitlichen und sehr exakt eingehaltenen Aufbereitung unterzogen. Es kam darauf an, einwandfreie Prüfkörper für nachfolgend DIN-gerechte Untersuchungen zu erhalten. Weiterhin besitzen die Prüfkörper die geringen Abmaße von nur ca. 4 cm^2 im Querschnitt. Die ermittelten keramischen Daten der Rohstoffe und Versätze sind daher Idealwerte. In dem Projekt sollte aufgezeigt werden, welches Potenzial die Rohstoffe besitzen.

Die Versatzvarianten, welche im *Projektteil 8* gewählt wurden, sind in kleintechnischen Versuchen zunächst zu bestätigen bzw. zu optimieren. Aus Erfahrung wird ausdrücklich davon abgeraten, einen Versatz sofort großtechnisch zu übernehmen. Im Weiteren wurden die Versätze bei definierten Brenntemperaturen und oxidierender Atmosphäre im Elektroofen gebrannt. Das Farbenspektrum lässt sich durch definierte Atmosphärenführung wesentlich erweitern, darüber hinaus gibt es zunehmend die Möglichkeit der Durchfärbungen des Ziegel-Scherbens durch Additive.

4.1.4 Ergebnisse und Bewertung der untersuchten Einzellagerstätten

Im Folgenden werden unter stratigraphischen Gesichtspunkten die lagerstättengeologischen Rahmenbedingungen kurz erläutert und danach die Untersuchungsergebnisse lagerstättenspezifisch in der stratigraphischen Reihenfolge (Tab. 1) vorgestellt und bewertet. Aus praktischen Gründen erfolgte hierbei – soweit möglich – eine Zusammenfassung der Daten verschiedener Varietäten aus einer Lagerstätte.

4.1.4.1 Holozäner Auelehm

Holozäner Auelehm war schon während des Mittelalters im Elbtal Gegenstand der Nutzung. Er bildete in unserem Raum die Rohstoffgrundlage für Mauerziegel, Klinker, Dachziegel und später auch Drainrohre.
Als kulturhistorisch herausragende Bauten, bei denen gebrannte Ziegelsteine aus Auelehm Verwendung fanden, seien in diesem Raum nur die spätromanische Klosterkirche des ehemaligen Prämonstratenser-Klosters in Jerichow sowie der spätgotischen Backsteinbauten des Rathauses, der Stadtbefestigung sowie der Pfarrkirche St. Stephan von Tangermünde genannt (Abb. 2).

Die erhebliche Dichte von Ziegeleistandorten im Bereich des Elbtals ist in erster Linie auf das günstige petrologische, keramische und vor allem plastische Verhalten des holozänen Auelehms zurückzuführen. Noch nach 1930 konnten – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – 171 in Betrieb befindliche Ziegeleien aus den Messtischblättern ermittelt werden. Während des 2. Weltkriegs kam es zu einer umfangreichen Schließung der ausschließlich als Saisonziegeleien bewirtschafteten Betriebe. Von 1945 bis 1955 wurden weitere sechs Betriebe stillgelegt, so dass 1955 noch insgesamt 16 Ziegeleien mittels Auelehm als Rohstoffbasis grobkeramische Erzeugnisse herstellten. Die letzten Ziegeleien, die geschlossen wurden, waren Klein Rosenburg (1978), Havelberg und Genthin/Derben (beide 1980). Gründe der Schließung waren vorrangig der schlechte Zustand der Anlagen, die schwierigen Arbeitsbedingungen (Abb. 7) sowie der relativ hohe Flächenverbrauch aufgrund der geringen Mächtigkeit der nutzbaren Auelehme.

Der Auelehm gehört zu den jüngsten Ablagerungen der Flusstäler. Als i. W. fluviatiles Hochflutsediment ist dieser in den Niederungsgebieten (Überschwemmungsbereichen) der meisten größeren Flüsse Sachsen-Anhalts verbreitet. In den vorliegenden Ergebnisberichten zur Aufsuchung von Ziegelton-Rohstoffen in den Auelehmhöffigkeitsgebieten werden die Auelehme als mehr oder weniger stark tonige, mehr oder weniger kalkige Schluffe mit unterschiedlichem Feinsandgehalt und geringen Mittel- und Grobsandanteilen beschrieben, die in unterschiedlichen Teufenbereichen organische Substanz führen. Ihre Farbe reicht von dunkelbraungrau über hellgraubraun und braungrau bis grau und hellgrau; vielfach ist das Material roststreifig.

Für die Auelehme sind aufgrund ihrer Bildungsbedingungen (periodische und episodische Überschwemmungen – vor allem im Stadium der Frühjahrshochwasser) große Unterschiede in der stofflichen Zusammensetzung und der Korngröße typisch. Von Interesse für grobkeramische Anwendungen sind insbesondere die pelitischen Sedimente. Diese kamen in Gebieten mit geringer Reliefenergie und Strömungsgeschwindigkeit sowie schwachen Sedimentationsraten auch in größerer Entfernung von den Abtragungsgebieten und vom eigentlichen Flußbett

Abb. 7: Arbeitbedingungen in einer früheren Ziegelei. Ofendecke eines Tunnelofens (Nachfolger des Ringofens) mit Schürapparaten für Braunkohlengrus-Befeuerung. Im Vordergrund Schürlochdeckel („Brennlöcher“). Ziegelei Gröningen um 1985.

zur Ablagerung. Die Hauptverbreitungsgebiete des Auelehms im Elbtal befinden sich im Raum Torgau–Lutherstadt Wittenberg–Dessau–Magdeburg und Tangermünde–Havelberg–Wittenberge.

Obwohl in einigen Abschnitten des Elbtals lokal für Auelehme erhebliche Mächtigkeiten nachgewiesen werden konnten (z. B. an der Havelmündung von >20 m, beiderseits der Elbe südlich Tangermünde von 5–10 m) beträgt die weitflächige durchschnittliche Mächtigkeit 0,5–1,0 m in einzelnen Teilflächen 1,5– 2,5 m (z. B. Seehausen/Altmark, Havelberg, Parey, Derben, Pömmelte/OT Zackmünde).

Untersuchte Einzellagerstätten

Hohengöhren (1)

Der Auelehm von Hohengöhren besitzt einen mittleren Al_2O_3-Gehalt von ca. 15 %. Mit 6,7 % Fe_2O_3 zeigt er im Temperaturbereich von 1050 °C eine ziegelrote Brennfarbe. Diese schlägt bei höheren Temperaturen schnell zu braun um. Ursache ist ein MnO_2-Gehalt von 0,1 %. Der Gehalt an Alkalien/Erdalkalien liegt nicht zu hoch. Wasseraufnahmen <6 % werden ab 1100 °C erreicht. Der Auelehm besitzt 35 % Dreischicht-Tonminerale. Diese bestehen ihrerseits zu zwei Dritteln aus Smectiten und einem Drittel aus Hydromuscovit. Es sind keine schädlichen Gehalte an karbonatischem Material nachweisbar. Die Analysen ergaben eine geringe Belastung mit organischem Kohlenstoff von ca. 0,3 %. Da dieser Auelehm jedoch spät und langsam sintert, besteht die Gefahr von schwarzen Kernen eher nicht. Der Gehalt an löslichen Salzen ist noch gut zu beherrschen. Besonders für die Verwendung in Klinkerversätzen stellen die Salze kein Problem dar. Ansonsten muss mit $BaCO_3$ gearbeitet werden.

In der plastischen Aufbereitung stellt sich der Auelehm nicht ganz robust dar. Der hohe ENSLIN-Wert von 100 % deutet bereits auf Probleme mit einer sehr hohen Trockenschwindung (8,6 %) hin. In der Folge wird allerdings auch eine hervorragende Trockenbruchfestigkeit von 14,6 MPa erreicht. Die Trocknung ist aufgrund der Daten sehr behutsam zu gestalten. Gleichwohl wurden im Projekt einwandfreie Prüfkörper erzielt. Das subjektive Empfinden ließ den Rohstoff beim Ziehen als sehr straff erscheinen. Aus Sicht der Korngrößenverteilung handelt es sich um ein Material, dessen Einordnung in das WINKLER-Diagramm die Produktion dünnwandiger Hohlware und damit auch aller anderen Ziegelprodukte gestattet.

Für den Auelehm von Hohengöhren liegen keine Alt-Werte vor. Im Vergleich zu Alt-Untersuchungen anderer Auelehme handelt es sich um einen feineren Rohstoff mit einem bei etwas tieferen Temperaturen liegenden Sinterbereich (1100 °C–1200 °C).

Der Auelehm von Hohengöhren wurde im Projekt für mehrere Klinker- und einen Dachziegelversatz ausgewählt. Der Auelehm in den Klinkerversätzen funktionierte in 4 von 5 Fällen. Die Verbindung mit dem Ton Grana grau fett erwies sich besonders aussichtsreich. Eine Kombination des Auelehms von Hohengöhren mit dem Tornitzer Auelehm führte zu einem ziegelroten Dachziegelmaterial mit sehr glatter Oberfläche und geringer Feuchtedehnung. Der Rohstoff fällt derzeit als Abraum im Kieswerk Hohengöhren an und wird verkippt.

Betrachtet man die Untersuchungsergebnisse, so ist eine Verkippung des Auelehms aus keramischer Sicht nicht sinnvoll. Es lassen sich in Verbindung mit anderen Tonen sowohl Klinker, Pflasterklinker als auch Dachziegel mit marktfähigen keramischen Kennwerten herstellen. Betrachtet man zudem die Abbausituation, so ist der Auelehm kostengünstig zu fördern, weil er ohnehin zur Freilegung der Kiessande bewegt werden muss.
Von diesem Rohstoff sind im Abraumvorfeld große Mengen vorhanden.

Parey (2)

Der Auelehm von Parey besitzt einen mittleren Al_2O_3-Gehalt von ca. 16 %. Mit 7,8 % Fe_2O_3 besitzt er im Temperaturbereich von 950 °C eine ziegelrote (dunkel) Brennfarbe. Diese schlägt bei höheren Temperaturen zu braun um, Ursache ist ein hoher MnO_2-Gehalt von 0,43 %. Der Gehalt an Alkalien/Erdalkalien ist nicht sehr hoch, Wasseraufnahmen <6 % werden aber bereits ab 1000 °C erreicht, dies ist insbesondere den 51 % Dreischicht-Tonmineralen zuzuschreiben. Diese bestehen ihrerseits zu je einem Drittel aus Smectiten, Wechsellagerungen Smectit/Illit und Hydromuscovit. Daneben besitzt der Auelehm noch 11 % Kaolinit. Es sind keine schädlichen Gehalte an karbonatischem Material nachweisbar. Die Analysen

ergaben eine Belastung mit organischem Kohlenstoff von ca. 0,47 %. Dies stellt bei dem sehr frühen Dichtsintern des Auelehms durchaus ein Problem dar, dem mit einem entsprechenden Gesamtversatz und einer optimierten Brennkurve Rechnung zu tragen ist. Der Gehalt an löslichen Salzen ist mit $BaCO_3$ noch zu beherrschen.

In der plastischen Aufbereitung stellt sich der Auelehm nicht günstig dar. Der hohe ENSLIN-Wert von fast 130 % deutet bereits auf Probleme mit einer sehr hohen Trockenschwindung (von 7,6 %) hin. In der Folge wird allerdings auch eine hervorragende Trockenbruchfestigkeit von ca. 16 MPa erreicht. Die Trocknung ist aufgrund der Daten sehr behutsam zu gestalten. Gleichwohl wurden im Projekt beim Vakuumstrangziehen zunächst einwandfreie Prüfkörper erzielt. Der erforderliche Anmachwassergehalt lag bei 23 %. Das subjektive Empfinden ließ den Rohstoff beim Ziehen als straff erscheinen. Aus Sicht der Korngrößenverteilung handelt es sich um ein Material, dessen Einordnung in das WINKLER-Diagramm den Einsatz des Rohstoffs in der Ziegelproduktion nicht empfiehlt. Er ist etwas zu fein, sein < 2 µm-Wert liegt bei 54 %. In dieser Größenordnung besteht aber jederzeit die Möglichkeit des Abmagerns durch grobkörnigere Versatzkomponenten.
Beim Brand ist die Mehrzahl der Prüfkörper lateral in viele Einzelstücke gerissen, sicher eine Folge von Texturen und einem nicht optimalen Ziehprozess sowie möglicherweise anschließenden Mikrorissen während der Trocknung. Daher konnten im Weiteren nur noch vereinzelt keramische Werte ermittelt werden.

Für den Auelehm von Parey liegen keramische (Alt-) Daten vor, die mit den Projektdaten nicht vergleichbar sind. Im Projekt ergaben sich bzgl. der Korngrößenverteilung höhere Werte im Feinbereich (ca. +10 %). Gänzlich verschieden sind die Ergebnisse zur Prüfung der Wasseraufnahme. 8,6 % bei 1100 °C aus Alt-Analysen stehen 5,8 % bei 1000 °C im Projekt gegenüber. Daraus ist zu schlussfolgern, dass vor einem Abbau des Auelehms Parey unbedingt eine gründliche Bemusterung vorzunehmen ist.

Der Auelehm von Parey wurde in mehrere Klinker-, Pflasterklinker-, Dachziegel- und Hintermauerziegelversätze eingebaut. In jedem Fall bewirkt seine Anwesenheit ein mögliches Herabsetzen der Brenntemperatur. Zu beachten ist seine bei höheren Temperaturen ungünstige Auswirkung auf die Feuerstandsfestigkeit des Produkts. Es gelang dementsprechend auch nicht, mit dem Auelehm Parey (+ Baalberge rotbraun [Mittlerer Buntsandstein]) einen Klinkerversatz erfolgreich zu gestalten, wogegen ein besonders feuerfester Ton (z. B. Grana grau mager) zusammen mit dem Auelehm von Parey Erfolg versprechend scheint. Dieselbe Aussage gilt für die Herstellung von Pflasterklinkerprodukten. Erfolgreicher war der Einsatz in mehreren Dachziegelversätzen. Dort ist seine Eignung in Kombination mit verschiedenen anderen Tonen des Projekts nachgewiesen. Es werden ziegelrote Dachziegelmaterialien mit sehr glatter Oberfläche und geringer Feuchtedehnung erhalten. Sehr gut lassen sich weiterhin mit dem Auelehm Hintermauerziegel herstellen. Insgesamt ist der Auelehm als Zumischung in einen Versatz sehr gut geeignet. Hierdurch gelingt es, die Brenntemperatur abzusenken – eine interessante Überlegung bei den heutigen Energiekosten. Auf die Durchbiegung im Brand ist zu achten, ebenso auf den Farbumschlag zu braun bei Temperaturen ab 1075 °C. Für andere keramische Anwendungen scheint der Auelehm Parey nicht geeignet.

Aus früheren Jahren ist die Verwendung des Auelehms Parey als Ziegelton mit Herstelltemperaturen bis 1050 °C bekannt. Im Umkreis von Parey wurden sehr viele Ziegeleien betrieben (Abb. 8). Die Häuser der Gegend zeugen von einer vielfachen Verwendung dieser Ziegel. (Klinkerqualitäten, Dachziegel).

Betrachtet man die Projektergebnisse, so ist eine Verkippung des Auelehms aus keramischer Sicht nicht die wertgünstigste Variante. Es lassen sich in Verbindung mit anderen Tonen sowohl Klinker, Pflasterklinker, Dachziegel als auch Hintermauerziegel mit marktfähigen keramischen Kennwerten herstellen. Betrachtet man zudem die Abbausituation, so ist der Auelehm kostengünstig zu fördern. Er fällt als Abraum bei der Kiessandgewinnung an und wird derzeit verkippt.
Von diesem Rohstoff sind im Vorfeld der Kiesgewinnung noch sehr große Mengen vorhanden.

Barleben (3)

Der Auelehm von Barleben besitzt einen unauffälligen Al_2O_3-Gehalt von 14,5 %. Aufgrund relativ geringer Gehalte an Alkalien und Erdalkalien ist er trotz-

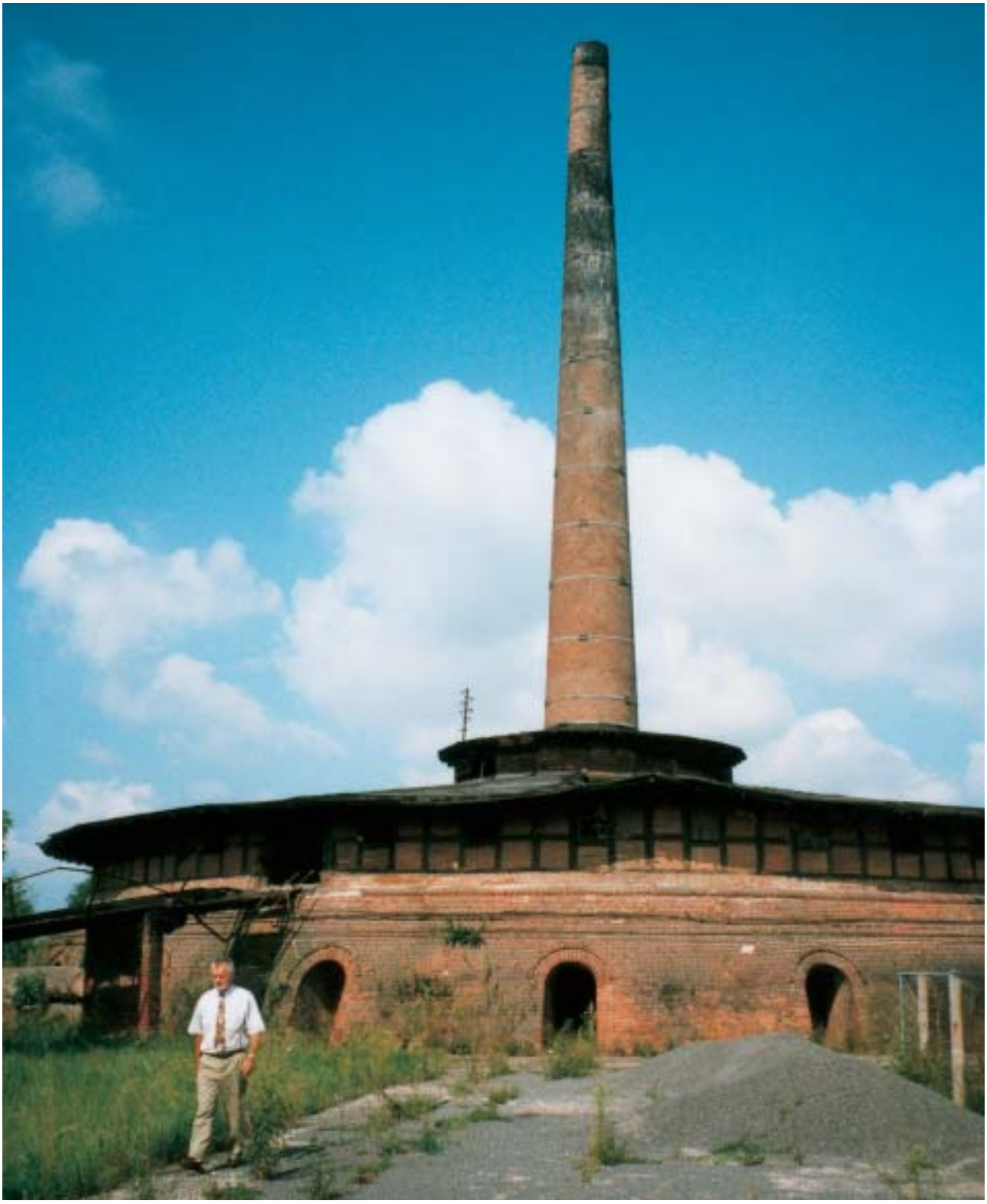


Abb. 8: Ringofen der ehemaligen Ziegelei Parey (Zustand 1997). Einziger in Sachsen-Anhalt noch erhaltener kreisrunder Hoffmann'scher Ringofen mit mittigem Schornstein.

dem bis 1150 °C feuerstandsfest. Hinsichtlich seiner Mineralogie sind 44 % Dreischicht-Tonminerale zu beachten, welche ihrerseits u. a. 19 % quellfähige Smectite enthalten. Es liegen keine Anteile von Calcit oder Dolomit vor. Der Rohstoff bringt jedoch einen hohen Gehalt an organischem Kohlenstoff von 0,52 % mit sich. Das hat erhebliche Auswirkungen auf die Brennführung und die Auswahl mit im Versatz stehender weiterer Tone. Eine sehr geringe Belastung des Auelehms mit löslichen Salzen ist ge-

geben (61 mg/kg Sulfat). Hier kann man mit wenig $BaCO_3$ gegen steuern. Der Auelehm Barleben besitzt einen Eisenoxid-Gehalt von ca. 6 %, brannte jedoch auch schon bei 1050 °C hellbraun, bei 1150 °C dunkelbraun (Manganoxid 0,33 %). Bei angepasster Brennführung ist eine rote Brennfarbe bei 1050 °C zu erwarten, der Umschlag nach braun erfolgt bei >1100 °C in jedem Fall.

Die Trockenschwindung des Auelehms liegt mit 7,1 % verhältnismäßig hoch, so dass der Trocknungsvorgang mit der nötigen Vorsicht geführt werden muss. Dementsprechend ist die Trockenbruchfestigkeit sehr gut. Die Brennbiegefestigkeit bei Klinkerqualität entspricht dem Durchschnitt. Hinsichtlich der Korngrößenverteilung (WINKLER-Dreieck) ordnet sich der Auelehm Barleben in die Produktgruppe der dünnwandigen Hohlware ein. Die Oberfläche der gebrannten Produkte ist ebenmäßig, die Prüfkörper wiesen nach dem Vakuumstrangziehen keinerlei erkennbare Schädigungen auf. Der Verarbeitungsspielraum bezüglich des Anmachwassergehalts ist dabei relativ breit.

Ein Vergleich der Projektdaten mit Untersuchungsergebnissen der Vergangenheit ist nicht möglich, weil exakt für den untersuchten Standort keine Alt-Werte zur Verfügung stehen.

Der Auelehm Barleben wurde im vorliegenden Projekt insbesondere aufgrund seines Gehalts an organischem Kohlenstoff nur in einen Dachziegelversatz eingebaut. Es zeigt sich, dass dieser Rohstoff als Versatzkomponente bei Dachziegeln einsetzbar ist. Darüber hinaus lassen die hier gewonnenen keramischen Daten eine Zumischung in Klinkerversätze ebenfalls als aussichtsreich erscheinen. Der Einfluss des Auelehms auf die Brennfarbe ist zu beachten.

Bereits vor 1960 wurde ein in der Nähe dieses Standorts befindliches Ziegelwerk aus infrastrukturellen Gründen geschlossen. Derzeit wird der Auelehm als Abraum des Kieswerks Barleben verkippt. Angesichts des Potenzials kann empfohlen werden, diesen Rohstoff als Versatzkomponente für ausgewählte Ziegelprodukte (Dachziegel, Klinker) zu vermarkten.

Die Lagerstättengröße des Auelehms Barleben lässt sich als mittelgroß einschätzen.

Tornitz (4)

Der Auelehm von Tornitz besitzt einen mittleren Al_2O_3-Gehalt von ca. 14,5 %. Mit 5,5 % Fe_2O_3 weist er im Temperaturbereich von 1050°C eine rotbraune Brennfarbe auf. Diese schlägt bei höheren Temperaturen schnell zu braun um. Ursache hierfür ist ein hoher MnO_2-Gehalt von 0,37 %. Der Gehalt an Alkalien/Erdalkalien liegt allgemein niedrig. Eine Ausnahme bildet K_2O mit einem Gehalt von 2,7 %. Die Dichtsinterung ist bei 1150 °C erreicht, Wasseraufnahmen <6 % wurden ab 1100 °C bestimmt. Entsprechend des hohen K_2O-Gehalts verzeichnet der Auelehm von Tornitz einen höheren Gehalt an Feldspat (Kali-Feldspat). Weiterhin liegt ein sehr hoher Anteil an Dreischicht-Tonmineralen von 51 % vor. Diese setzten sich zu gleichen Teilen aus Smectiten und Muscovit zusammen. Kaolinit ist nicht vorhanden. Es sind keine schädlichen Gehalte an karbonatischem Material nachweisbar. Die Analysen ergaben eine Belastung mit organischem Kohlenstoff von ca. 0,28 %. Dies muss nicht zu schwarzen Kernen führen, wenn man dem in der Brennkurve Rechnung trägt. Der Auelehm besitzt nahezu keine löslichen Salze. Einzig Calcium-Ionen waren bis zu ca. 120 mg/kg Trockensubstanz nachweisbar. Besonders für die Verwendung in Klinkerversätzen stellt das kein wesentliches Problem dar.

In der plastischen Aufbereitung stellt sich der Auelehm etwas problematisch dar. Die Trockenschwindung wurde mit 7,7 % ermittelt, die Trockenbruchfestigkeit mit 9,25 MPa. Die Trocknung ist aufgrund der Daten etwas vorsichtig zu gestalten. Beim Vakuumstrangziehen wurden einwandfreie Prüfkörper erhalten. Der erforderliche Anmachwassergehalt lag bei 21 %. Aus Sicht der Korngrößenverteilung handelt es sich um ein Material, dessen Einordnung in das WINKLER-Diagramm den Rohstoff für die Herstellung dünnwandiger Hohlware und damit faktisch aller Ziegelprodukte empfiehlt, sein <2 µm-Wert liegt bei 31,3 %. Die Oberflächengüte des gebrannten Materials ist ausreichend für Klinker, für Dachziegel etwas zu grob.

Für den Auelehm von Tornitz liegen mehrere vergleichbare Analysen von Pömmelte/OT Zackmünde und Klein Rosenburg als Alt-Daten vor. Mineralogische und chemische Untersuchungen wurden nicht dokumentiert. Bei der Untersuchung der Schadstoffe gibt es Differenzen. Calcit wurde in den eigenen Proben nicht gefunden, nach Alt-Daten sind zwi-

schen 2 und 4 % vorhanden. Die Granulometrie ist gut vergleichbar. Die keramischen Daten zeigen keine Übereinstimmung. Besonders in den Wasseraufnahmewerten sind die Unterschiede zwischen Projekt- und Alt-Daten sehr groß. Im Projekt konnte man ohne Bläh- und Deformationserscheinungen bis 1150 °C brennen. Die Alt-Daten weisen Blähen spätestens ab 1100 °C auf. Im Fall einer Nutzung des Auelehms von Tornitz ist daher eine Beprobung der Abbaufläche dringend angeraten.

Im Projekt wurde der Auelehm von Tornitz in mehrere Klinker-, Pflasterklinker- und Dachziegelversätze eingebaut. Zu beachten ist seine bei höheren Temperaturen ungünstige Auswirkung auf die Feuerstandsfestigkeit des Produkts. Es gelang dementsprechend auch nicht, mit dem Auelehm Tornitz erfolgreich einen Klinkerversatz zu gestalten. Aussichtsreich erscheint hierfür ein Versuch zusammen mit einem besonders feuerfesten Ton (z. B. Grana grau mager). Dieselbe Aussage gilt für die Herstellung von Pflasterklinkerprodukten. Erfolgreicher war der Einsatz in einem Dachziegelversatz. Zusammen mit dem Auelehm von Hohengöhren konnte ein dunkelziegelrotes Dachziegelmaterial mit sehr glatter Oberfläche und relativ geringer Feuchtedehnung hergestellt werden.

Auf die Durchbiegung im Brand ist zu achten, ebenso auf den Farbumschlag zu braun bei Temperaturen ab 1050 °C. Für andere keramische Anwendungen scheint der Auelehm Tornitz nicht geeignet.
Aus früheren Jahren ist die Verwendung des Auelehms im Raum Pömmelte/OT Zackmünde-Rosenburg als Ziegelton (Hintermauerziegel) mit Herstelltemperaturen von 950 °C bekannt. Betrachtet man die Projektergebnisse, so ist eine Verkippung des Auelehms als Abraum des Kieswerks Tornitz aus keramischer Sicht nicht die wertgünstigste Variante. Es lassen sich in Verbindung mit anderen Tonen sowohl Klinker als auch Pflasterklinker und Dachziegel mit marktfähigen keramischen Kennwerten herstellen. Betrachtet man zudem die Abbausituation, so ist der Auelehm kostengünstig zu fördern, da er ohnehin auch heute zur Nutzung des Kieses bewegt werden muss.

Die nur für zehn weitere Jahre nutzbaren Vorräte weisen eine kleine Lagerstätte aus.

Zusammenfassung der Projektdaten

Alle untersuchten Auelehme des Quartärs/Holozäns (Barleben, Hohengöhren, Parey, Tornitz) weisen eine hohe Ähnlichkeit auf. Sie besitzen einen eher geringen Al_2O_3-Gehalt von 14–16 %. Ihr Eisenoxidgehalt liegt ca. zwischen 6–8 %. Charakteristisch ist ein Anteil an MnO_2, welcher bei Temperaturen um die 1075 °C–1100 °C immer Ursache des Farbumschlags nach braun ist. Die Gehalte an Alkalien und Erdalkalien finden sich mineralogisch in einem Feldspatanteil, welcher zwischen 10–13 % liegt. Karbonatische Mineralanteile sind nicht nachzuweisen. Die Auelehme besitzen einen sehr hohen Anteil an Dreischicht-Tonmineralen. Dieser besteht oft zu mehr als 50 % aus Smectiten, einzeln oder in Wechsellagerungen mit Illit und Muscovit. Die Auelehme bringen einen relativ hohen Anteil an organischem Kohlenstoff mit. Ihre Belastung durch lösliche Salze ist beherrschbar durch die Zugabe von $BaCO_3$. Aufgrund der Anwesenheit von viel quellfähigen Dreischicht-Tonmineralen ist die Trockenschwindung der Auelehme immer hoch (7,5 bis 8,5 %), was in der Folge zu einer sehr guten Trockenbruchfestigkeit von 9–16 MPa. führt. Granulometrisch sind 3 der 4 Auelehme laut Einordnung in das WINKLER-Diagramm geeignet für die Herstellung dünnwandiger Hohlware und damit für die Produktion aller Ziegelprodukte. Nur der Auelehm aus Parey ist zu fein und muss abgemagert werden. Im Brennverhalten ist ab 1100 °C mit Wasseraufnahmen unter 6 % zu rechnen, bei 1150 °C sind die hier untersuchten Auelehme bereits dicht gebrannt. Weiterhin zu beachten ist der Farbumschlag zu Brauntönen. In der Summe sind die Auelehme Sachsen-Anhalts nachgewiesenermaßen vielseitig geeignet, als Versatzkomponenten in Ziegelprodukten eingesetzt zu werden. Sie besitzen den Vorzug, ggf. die Brenntemperatur der höherbrennenden Klinker und Pflasterklinker herabsetzen zu können. In Temperaturbereichen unter 1075 °C ist stets eine sattrotbraune Brennfarbe zu beobachten.

4.1.4.2 Pleistozäner Löss/Lösslehm

Aus grobkeramischer Sicht hatten von den pleistozänen Ablagerungen in der Vergangenheit folgende Gesteine wirtschaftliche Bedeutung:
- Löss und Lössderivate des Hochweichsels,
- Geschiebelehme und Geschiebemergel des Saale-Komplexes (Warthe- und Drenthe-Stadium) und
- Beckenschluffe (Bändertone) ebenfalls des Warthe- und Drenthe-Stadiums.

Im Folgenden wird nur auf den Löss/Lösslehm und seine geologischen und keram-technischen Eigenschaften eingegangen.

Hochweichselkaltzeitlicher Löss/Lösslehm wurde in zahlreichen Lagerstätten häufig nicht als alleiniger Rohstoff zur Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse genutzt. Vielfach waren die ihn unterlagernden Sedimente, wie eozäne Tone und/oder Ton-/Schluffsteine des Buntsandsteins, die Hauptrohstoffe. Der oft ebenfalls unter dem Löss/Lösslehm auftretende warthe- und/oder drenthestadiale Geschiebemergel/-lehm wurde mit dem Löss/Lösslehm gemeinsam im Hoch- bzw. Tiefschnitt mitgewonnen und bildete hierdurch eine Art natürlichen Masseversatz. Im gegenteiligen Fall, z. B. der ehemaligen Ziegelei Reuden (bei Zeitz), der nur Löss/Lösslehm zur Verfügung stand, erfolgte die Zufuhr von Fremdtonen zur Herstellung eines geeigneten Masseversatzes.

Löss ist ein hellfahlbrauner, gelblicher, gelbbrauner bis hellgraubrauner, kalkhaltiger Schluff, der eine der jüngsten geologischen Bildungen darstellt. Im Süden Sachsen-Anhalts besitzt diese oberflächennah anstehende Ablagerung eine weite Verbreitung. Lösssedimente bilden im Zentral- und Südteil Sachsen-Anhalts den sog. Lössgürtel, einen durchgehenden periglazialen Sedimentationsraum. Diese Lösszone setzt in einem etwa 40 km breiten Gürtel im nördlichen Harzvorland zwischen Harz und Ohretal ein. Die Ostbegrenzung verläuft über Magdeburg, Schönebeck, Bernburg, Köthen, Bitterfeld, Halle, Merseburg, Weißenfels bis hin in den Raum Zeitz. Seine Westbegrenzung bildet die Westgrenze der Mansfelder Mulde und der Querfurter Mulde, über Naumburg, Bad Kösen bis Zeitz. Im Allgemeinen erreicht der Löss Mächtigkeiten um 3 m. In der Mansfelder Mulde werden 5 bis 7 m erreicht. Hohe Lössmächtigkeiten von örtlich mehr als 10 m sind im Südostteil Sachsen-Anhalts – im Bereich des unteren Unstruttals (an Talhängen) und im Raum Zeitz – nachgewiesen.

Genetisch handelt es sich beim Löss um ein jungpleistozänes, äolisch-kryogenes Sediment des Periglazialbereichs. Es wurde in Kaltzeiten abgelagert. Hauptkomponente der Lösssedimente ist Quarz neben einem geringen Anteil von Muskovit-Illit. Charakteristisch ist ein relativ hoher Karbonatgehalt (Calcit und Dolomit), der regional in weiten Grenzen schwanken kann. Im Norden liegt er bei etwa 8 bis 12 %, im Süden dagegen zwischen 15 bis 20 %. Eine weitere Komponente ist Feldspat. Der Löss unterscheidet sich durch den hohen Kalkgehalt von dem ± stark entkalkten Lösslehm. Es treten lokal sehr unregelmäßige Entkalkungsverhältnisse auf (z. B. Kretzschau). Im Löss von Reuden ist die obere Zone nicht entkalkt aber weniger bindig als die tieferen Bereiche (beide Horizonte sind nur im Verschnitt nutzbar).

Die Kornzusammensetzung des echten Löss sowie der Lössderivate ist gekennzeichnet durch einen Vorrang der Fraktionsbereiche 20–2 µm und >20 µm. Auf diese Intervalle entfallen insgesamt 80 bis 90 % des gesamten Kornspektrums. Die Tonkornfraktion <2 µm bewegt sich zwischen 7 und 24 %. Einzelwerte sind im Raum Neu-Helfta und Naumburg mit etwas über 36 % bzw. rd. 20 % ermittelt worden. Als äolisches Sediment weist der Löss im Allgemeinen einen geringen Gehalt der Fraktion >63 µm (0 bis ca.14 %, Einzelwert: 16,8 %) auf. Lösslehm, Schwemmlöss und Fließerden zeigen dagegen meist etwas höhere Feinstgehalte.

Untersuchte Einzellagerstätten

Reuden (bei Zeitz) (5)

Der Lösslehm von Reuden ist ein Rohstoff mit einem relativ geringen Al_2O_3-Gehalt von 9 %. Ebenfalls niedrig liegt sein Eisenoxid-Gehalt (ca. 3 %), so dass er im unteren Temperaturbereich bis 1050 °C in blass oranger bis blass rötlicher Farbe ausbrennt. Besonders aufgrund von 6,3 % CaO und 2,91 % MgO besitzt er einen hohen Gehalt an Alkalien/Erdalkalien. Dementsprechend wird mineralogisch ein Gehalt von 7 % Calcit und 3 % Dolomit nachgewiesen. Daraus erklärt sich der hohe Wert an anorganischem Kohlenstoff (TIC) von 1,2 %. Die Mineralogie zeigt weiterhin 16 % Feldspatanteil. Der Lösslehm besitzt

keinen Kaolinit, aber 32 % Dreischicht-Tonminerale, die aus 20 % Smectit und 12 % Hydromuscovit bestehen. Darüber hinaus ist der Rohstoff geringfügig mit organischem Kohlenstoff (TOC) belastet. Die Analyse der löslichen Salze im Eluat ergibt eine geringe Belastung des Lösslehms mit löslichen Salzen. Dieser Salzbelastung kann gut mit $BaCO_3$ entgegengewirkt werden.

Der Rohstoff besitzt eine sehr geringe Trockenschwindung bei 19 % Anmachwasser. Die Trockenbruchfestigkeit ist durchschnittlich. Zu beiden Kennwerten passt der geringe ENSLIN-Wert von 52,4 %. Der Rohstoff fühlt sich auch im plastifizierten Zustand etwas mager an. Die gezogenen Prüfkörper wiesen leichte Drachenzahnbildung auf. Aufgrund der heftigen Zersetzungsreaktionen findet bei diesem Rohstoff eine Dichtsinterung faktisch gar nicht statt. Das Material blähte bereits ab 850 °C. Die Korngrößenverteilung spiegelt den lehmigen Charakter des Rohstoffs wider. Nur ca. 19 % sind feiner als 2 µm. Somit empfiehlt sich der Rohstoff über das WINKLER-Diagramm nur für Vollsteine.

Zum Lösslehm von Reuden liegen keine Alt-Daten vor. Daher lässt sich die Homogenität des Rohstoffs über den Grubenquerschnitt nicht einschätzen. Vor der Nutzung ist eine detaillierte Beprobung erforderlich. In früheren Jahren wurde der Reudener Lösslehm zeitweise in Dachziegelversätzen mit weiteren Tonen (Pegau, Profen, Haselbach) verschnitten und nach 1990 zusammen mit anderen Tonen zu Hintermauerziegeln verarbeitet.

Auf Grundlage der aktuell ermittelten Kennwerte kann der Einsatz des Lösslehms von Reuden für die Ziegelindustrie und andere keramische Anwendungen nur mit großen Einschränkungen empfohlen werden.

Königsaue (20a)

Der Lösslehm von Königsaue ist ein tonarmer Rohstoff mit ca. 9 % Al_2O_3. Ebenfalls gering ist sein Eisenoxid-Gehalt, so dass er im unteren Temperaturbereich bis 1050 °C in blass oranger Farbe ausbrennt. Insbesondere durch 7,3 % CaO besitzt er einen hohen Gehalt an Alkalien/Erdalkalien. Die Mineralogie zeigt 18 % Feldspatanteile. Der Gesamtgehalt an Tonmineralen ist relativ gering. Der Lösslehm enthält keinen Kaolinit und nur 14 % Dreischicht-Tonminerale, die aus Wechsellagerungen Smectit/Illit und Muscovit in ungefähr gleichen Anteilen bestehen. Die Mineralogie zeigt weiterhin 8 % Calcit sowie 5 % Dolomit. Daraus erklärt sich der hohe TIC-Wert von 1,36 %. Darüber hinaus ist der Rohstoff geringfügig mit organischem Kohlenstoff belastet. Die Analyse der löslichen Salze im Eluat ergibt einen Gehalt an löslichem Calcium von 610 mg/kg Trockensubstanz, die anderen Parameter fallen wiederum nicht sehr hoch aus. Einem Lösslehm entsprechend besitzt der Rohstoff eine sehr geringe Trockenschwindung bei 18 % Anmachwasser. Die Trockenbruchfestigkeit ist, wie erwartet, gering, zu beiden Kennwerten passt der geringe ENSLIN-Wert von 46,7 %. Der Rohstoff fühlt sich auch im plastifizierten Zustand mager und bröcklig an. Die gezogenen Prüfkörper wiesen leichte Drachenzahnbildung auf.

Die Dichtsinterung des Rohstoffs verläuft aufgrund der heftigen Zersetzungsreaktionen erst bei höheren Temperaturen und dann sehr schnell. Zwischen 1000 °C und 1050 °C verändert sich die Wasseraufnahme praktisch gar nicht und liegt bei ca. 23,5 %. Bei 1150 °C ist jedoch der Rohstoff komplett dicht gebrannt. Die Korngrößenverteilung widerspiegelt den lehmigen Charakter des Rohstoffs. Nur 13,3 % sind feiner als 2 µm. Somit empfiehlt sich der Rohstoff über das WINKLER-Diagramm nur für Vollsteine.

Zum Lösslehm von Königsaue liegen keine Alt-Daten vor. So kann die Homogenität des Rohstoffs über den Grubenquerschnitt nicht eingeschätzt werden. Vor der Nutzung ist daher eine entsprechende Beprobung erforderlich.

Der Lösslehm wurde aufgrund seiner sehr hohen Calcit- und Dolomitgehalte nicht in Ziegelversätzen dieses Projekts vorgesehen. In den Jahren vor 1990 wurde der Lösslehm von Königsaue für Hintermauerziegel eingesetzt. Mit wechselndem Erfolg versuchte man durch strikt selektiven Abbau die Kalk- und Gipsproblematik auszuschalten. Ab 1992 ist der Lösslehm nur noch bis zu 5 % über Mischhalden mit verwendet worden.

Auf Grundlage der aktuell ermittelten Kennwerte kann der Einsatz des Lösslehms von Königsaue für die Ziegelindustrie nicht empfohlen werden. Mit diesen keramischen Kenndaten ist das Material am Markt nicht konkurrenzfähig. Auch für andere keramische Anwendungen ist der Rohstoff kaum geeignet.

Zusammenfassung der Projektdaten

Die Lösslehme des Pleistozäns (Reuden, Königsaue) sind von sehr ähnlichem Charakter. Sie entsprechen in jeder Beziehung dem, was man in der Keramik unter lehmartig einordnet. Es handelt sich um Al_2O_3-arme Rohstoffe (um 10 %) mit geringen Fe_2O_3-Gehalten (< 3 %), begleitet von hohen Gehalten an Alkalien/Erdalkalien. Die Lehme sind quarzreich (> 40 %) und verfügen über relativ hohe Anteile an Feldspat (15 %). Sie besitzen Calcit und Dolomit, aber keinen Kaolinit und wechselnde Gehalte an Dreischicht-Tonmineralen mit variablen Anteilen Smectit und Muscovit. Die Belastung mit löslichen Salzen und organischem Kohlenstoff ist gegeben, aber mit den entsprechenden Maßnahmen (Brennkurve, $BaCO_3$) in der Produktion beherrschbar.
In der plastischen Aufbereitung kommt der grobe, wenig bindefähige Charakter der Lehme zum Tragen. Die Trockenschwindung ist sehr klein und die Trockenbruchfestigkeit immer sehr gering. Die Brennbiegefestigkeiten erreichen erst akzeptable Werte, wenn der Rohstoff faktisch dicht ist. Entsprechend den geringen Eisengehalten kann nur eine eher blasse Brennfarbe beobachtet werden. Aufgrund der hohen Schadstoffbelastung vor allem mit karbonatischen Mineralanteilen lässt sich für die Lehme keine keramische Einsatzempfehlung geben.

4.1.4.3 Bitterfeld-Deckton (Miozän)

Miozäne Tone und Schluffe wurden von alters her, z. B. im Raum Bad Schmiedeberg-Dommitzsch für die Steinzeugherstellung und in der Ziegelindustrie genutzt. Auch im Revier Bitterfeld-Gräfenhainichen galten die im genetischen Zusammenhang mit der Braunkohle auftretenden Tone, Schluffe und Quarzsande des Miozäns als gesuchte Begleitrohstoffe.

Oberflächennah verbreitet sind die Tonlager des Bitterfeld-Decktons im Bereich der Braunkohlenreviere um Bitterfeld-Gräfenhainichen-Delitzsch-Leipzig. Während im Südteil um Bitterfeld eine ungestörte horizontale Lagerung der Schichtkomplexe einschließlich der Deckton-Schichten zu verzeichnen ist, sind im Norden dieses Raums (nördlich Lutherstadt Wittenberg und um Bad Schmiedeberg) einerseits durch die Aufspaltung des Braunkohleflözkomplexes in mehrere Teilflöze mit seinen tonigen Zwischenmitteln und andererseits durch die mehrfache glazigene Beanspruchung (Stauchung, Faltung, Verschuppung) sehr komplizierte Lagerungsverhältnisse zu verzeichnen.

Durch den Druck des Inlandeises gelangte der Bitterfeld-Deckton in der Region Wittenberg und Bad Schmiedeberg in relativ kleinen Vorkommen an bzw. nahe an die Erdoberfläche. Diese lokal begrenzten Tonkörper waren in den 50er und 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts Gegenstand intensiver lagerstättenkundlicher Untersuchungsarbeiten für die in diesem Raum produzierende Steinzeugindustrie (Abb. 9).
Der Kornaufbau der Bitterfeld-Decktone ist sehr wechselhaft. Je nach der Lage der untersuchten Probe innerhalb der glazigen beanspruchten Gebiete bzw. auch innerhalb der ungestört gelagerten Deckton-Schichten sind die genetisch bedingten Unterschiede im Kornband deutlich erkennbar. Die Werte bewegen sich in weiten Grenzen:

>63 µm	0,5	bis	27,1 %
>20 µm	2,8	bis	47,6 %
20–2 µm	10,0	bis	48,4 %
<2 µm	35,7	bis	84,6 %

Etwas abweichende Ergebnisse belegen die Untersuchungen der Tone der Tonhalde Jüdenberg (Golpa-Nord). Dadurch, dass mit dem Bitterfeld-Deckton gleichzeitig die Tone des Zwischenmittels zwischen der Oberbank 1 und Oberbank 2 des Oberflözes Bitterfeld der Bitterfeld-Schichten mit in die Halde eingebaut worden sind, lassen sich die Werte dieses Vorkommens nicht direkt mit den anderen Ergebnissen vergleichen (s. u.).

Insgesamt ist jedoch festzuhalten, dass die untermiozänen Tone der Deckton-Schichten einen hohen Anteil im Feinkornbereich < 2 µm und auch im Schluff-

Abb. 9: Steinzeugrohre aus Bitterfelder Deckton (aus der Musterkollektion der ehem. Fa. Bauermeister & Co., Kreismuseum Bitterfeld).

bereich aufweisen. Das Material liegt nur zu geringen Teilen im oberen Grenzbereich der im WINKLER-Dreieck festgelegten Toleranzen für grobkeramische Erzeugnisse. Der überwiegende Teil der untersuchten Proben ist jedoch im sehr feinen Bereich angesiedelt und somit ohne Magerung für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse nicht einsetzbar.

Der Mineralbestand erwies sich nach den vorliegenden Analysen, abgesehen von der zu erwartenden Schwankungsbreite bei den einzelnen Mineralen, als recht einheitlich. Die röntgendiffraktometrische Mineralanalyse des Bitterfeld-Decktons weist als Hauptbestandteile Kaolinit und Quarz sowie Glimmer-Illit und Montmorillonit und Feldspat mit geringen Anteilen aus.

Kaolinit	22	bis	37 %
Illit-Muskovit	13	bis	20 %
Montmorillonit	5	bis	14 %
Quarz	26	bis	52 %
Feldspat	0	bis	3 %
Pyrit, Gips, Anatas (insgesamt)		max.	3 %

Die chemische Zusammensetzung der Bitterfeld-Decktone ist ebenfalls von einer relativ hohen Streubreite gekennzeichnet. Die SiO_2-Gehalte bewegen sich zwischen 46,4 und 71,9 %. Al_2O_3-Gehalte zwischen 15,0 und 32,8 %, überwiegend über 20 %, sind im Allgemeinen recht hoch. Die Forderung von mindestens 13 % für die Herstellung von Hochlochziegeln wird von diesem Rohstoff erfüllt. Die Bandbreite der chemischen Zusammensetzung der Bitterfeld-Decktone zeigt nachfolgende Zusammenstellung:

Fe_2O_3	0,3	bis	6,5 %
CaO	0,1	bis	4,5 %
MgO	0,0	bis	1,1 %
K_2O	0,6	bis	2,2 %
Na_2O	0,1	bis	0,5 %

Keramische Bewertung

Der Bitterfeld-Deckton ist insgesamt flussmittelarm, nahezu kalkfrei, weist geringe Gehalte an wasserlöslichen Sulfaten auf und besitzt Gehalte an freiem nach dem Brand nicht abgebundenem Quarz, die

als grobkeramisch unbedenklich zu betrachten sind. An schädlichen Bestandteilen wurden Pyrit und Gips sowie z. T. erhebliche Anteile an organischen Bestandteilen nachgewiesen.

Der Ton ist hochplastisch und lässt sich sehr gut verformen. Er besitzt außerdem extrem hohe Trockenbiegefestigkeitswerte. Die lineare Trockenschwindung ist als mittelmäßig bis hoch zu bezeichnen, die Trockenempfindlichkeit als mittelmäßig.

Bei 965 bis 975 °C beginnt das Material zu sintern und erreicht bei 1075 bis 1100 °C den Klinkerpunkt (Einzelproben erreichen den stärksten Dichtbrand zwischen 1200 und 1300 °C). Wasseraufnahmewerte um 15 % werden bei 915 bis 1005 °C erreicht, die Brennschwindung liegt bei etwa 4 %.

Ungemagert ist dieser Ton für die Herstellung von Ziegeln nicht einsatzfähig (hoher Anteil < 2 µm, daraus resultierend hohe Schwindung, Trockenprobleme).

Untersuchte Einzellagerstätte

Golpa-Nord (6)

Aus dem Tagebau Golpa-Nord wurden die bei der Braunkohleförderung anfallenden Begleitrohstoffe des Bitterfeld-Decktons und des Ton-Zwischenmittels zwischen dem Oberflöz 1 und 2 des Braunkohleflözes Bitterfeld außerhalb des Tagebaufelds nahe der Ortslage Jüdenberg-Zschiesewitz aufgehaldet, um sie einer keramischen Nutzung zuzuführen. Dieses Haldenmaterial unterliegt derzeit einer Rückgewinnung und wird auch für keramische Zwecke vermarktet.

Bei diesem Rohstoff handelt es sich um einen Ton mit ca. 22 % Al_2O_3 und einem geringen Gehalt an TiO_2 von ca. 3,5 %. Daher ist seine Brennfarbe im Bereich von 1050–1150 °C hell- bis dunkelgelb. Seine Feuerstandsfestigkeit ist mindestens bis 1150 °C gegeben, die Wasseraufnahme bei 1150°C liegt bei ca. 3,5 %. Der Ton besitzt einen sehr hohen Kaolinit-Gehalt von 44 % in der untersuchten Probe. Die Dreischicht-Tonminerale bestehen aus Muscovit und Hydromuscovit. Schädliche Gehalte an karbonatischem Material sind nicht enthalten, jedoch ist der Rohstoff mit organischem Kohlenstoff in Höhe von ca. 0,9 % belastet. Das erklärt sich aus seiner Lage zwischen zwei Braunkohleflözen. Dem Kohlenstoffgehalt ist in der Brennkurve Rechnung zu tragen. Im Weiteren besitzt der Ton eine Belastung durch lösliche Salze. Der Sulfat-Gehalt liegt bei 1740 mg/kg Trockensubstanz. Dies schlägt sich in einem pH-Wert von 5,3 und einer Leitfähigkeit des Eluats von > 350 µS/cm nieder. Der Sulfatbelastung kann man in der plastischen Aufbereitung mit dem Einsatz von $BaCO_3$ begegnen. Bezüglich des Einsatzes im Gießverfahren stellt sich das Verflüssigungsverhalten sicher als problematisch dar.

In der Aufbereitung wird zum Plastifizieren ein Anmachwasserbedarf von ca. 24 % benötigt. Der ENSLIN-Wert liegt bei 93 %, damit einher geht eine hohe Trockenschwindung von 6,6 %. Dementsprechend sehr gut ist die Trockenbruchfestigkeit des Rohstoffs. Das Material lässt sich nicht ganz problemlos auf der Vakuumstrangpresse verarbeiten. Die Prüfkörper sind aber einwandfrei in der Geometrie gezogen worden. Seitens der Korngrößenverteilung ist das Material sehr fein, der Anteil < 2 µm liegt bei > 59 %. Der Rohstoff ordnet sich lt. WINKLER-Diagramm in keine der Ziegel-Produktgruppen ein. Die Trocknung dieses Tons sollte eher behutsam und langsam erfolgen, eine gewisse Texturneigung des Rohstoffs war bei den Prüfkörpern für dieses Projekt im Ansatz ersichtlich.

Der Ton Golpa weist aktuell mineralogische, chemische und keramische Daten auf, die in dem Bereich bereits vorhandener Alt-Daten liegen. Dabei ist allerdings die Streubreite der Alt-Daten beträchtlich. In vielen einzelnen Parametern entsprechen die aktuellen Analysendaten, ausgenommen der Gehalt an organischem Kohlenstoff, recht gut dem Durchschnitt der Alt-Werte (s. o.).

Im Projekt wurde der Ton Golpa in einen Klinkerversatz eingebaut. Es konnten sehr gute keramische Kennwerte bei einem Verschnitt von 1:1 mit Gerlebogk hell fett hergestellt werden. Der Versatz ist nur in Hinblick auf seine zu hohe Feuchtedehnung zu optimieren. Auch früher wurde der Ton als Eigenschaften stabilisierende Komponente in Ziegelversätze mit Erfolg eingebaut. In Versätzen für Hintermauerziegel traten gewisse Probleme mit der Brenntemperatur auf (Golpa: relativ hochbrennend). Gute Ergebnisse lieferten Versätze für Klinker, Schamotte und Steinzeug. Besonders der Verwendung

für Klinkerversätze als stabilisierende Komponente kann auf Grund der neu gewonnenen Daten unbedingt gefolgt werden (insbes. gelbe Klinkerversätze). Die Oberflächen der Prüfkörper erlauben ebenfalls glatte andere Steinzeugprodukte. Salzgehalt und Gehalt an organischem Kohlenstoff sind entsprechend zu berücksichtigen.

Die Haldenvorräte befinden sich im Rückbau, sie sind begrenzt und als mittelgroß einzustufen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Einziges untersuchtes Vorkommen des Miozäns ist der Bitterfeld-Deckton von Golpa-Nord. Es handelt sich um einen hochkaolinitischen Ton mit 44 % Kaolinit und 60 % Tonmineralanteil insgesamt. Die Dreischicht-Tonminerale bestehen ausschließlich aus Muscovit und Hydromuscovit. Wegen des hohen kaolinitischen Anteils und aufgrund eines beachtlichen Gehalts an organischem Kohlenstoff von 0,9 % besitzt der Ton einen sehr hohen Glühverlust von nahe 10 %. Im Golpa-Nord waren keine Karbonate nachweisbar. Es liegt aber eine mittlere Belastung mit löslichen Salzen vor. Der Ton ist daher für die Ziegelproduktion nicht unproblematisch. Die hohen Tonmineralanteile bewirken eine relativ hohe Trockenschwindung bei plastischer Aufbereitung und eine gewisse höhere Feinheit, so dass das Material abgemagert werden muss. Aufgrund des Fe_2O_3-Gehalts von < 4 % und eines sehr hohen TiO_2-Gehalts von 3,4 % brennt der Golpa-Nord-Ton hell. Bei Temperaturen von 1150 °C ist Klinkerqualität erreicht. Die damit verbundene Brennbiegefestigkeit ist etwas gering.

4.1.4.4 Rupel-/Septarienton (Oligozän)

Die Nutzung des unteroligozänen Rupeltons (Septarienton) beschränkt sich auf den zentralen Teil Sachsen-Anhalts. In der Vergangenheit erfolgten Abbau und Verarbeitung mit einfacher, dem Rohstoff angepasster, Technik und Technologie. Ab der Mitte des vergangenen Jahrhunderts führten Qualitätsprobleme zur Schließung zuerst einzelner Betriebe, dann letztlich 1990/91 zur vollständigen Einstellung der Produktion in allen Ziegeleien. Heute stehen nur noch wenige Tongruben in Abbau, aus denen Rohstoffe für Deponie- und sonstige Dichtungsbaumaßnahmen gewonnen werden (Vehlitz, Möckern, Hobeck-Klepps). Eine zielgerichtete grobkeramische Nutzung der Rupeltone erfolgt derzeitig nicht.

Die Abfolge der Rupel-Schichten beginnt mit grünbraunen kalkig-glaukonitischen Rupelbasissanden, die zum Hangenden hin zunehmend tonig werden. Weit verbreitet ist die im Allgemeinen bis 115 m mächtige lithostratigraphische Einheit der Rupeltone/-schluffe. Es sind graugrüne bis dunkelblaugraue ±kalkige tonige Schluffe bis schluffige Tone. Horizontbezogen im Grenzbereich zwischen grauen und bräunlichen Rupeltonhorizonten treten knollige, brotlaibförmige bis einen Meter große Kalkmergelkonkretionen (Septarien) auf (Abb. 10). Sie sind innen durch Schrumpfungsrisse (sog. Septen), die mit Kalkspat, teilweise auch mit Pyrit ausgekleidet sind, gekammert. Diese Konkretionen waren namensgebend für die Rupeltone, die danach auch als Septarientone bezeichnet werden.

In Sachsen-Anhalt ist die oberflächennahe Verbreitung des Rupeltons auf den Zentralteil des Landes beschränkt. In den Landkreisen Ohrekreis, Bördekreis, Jerichower Land, Anhalt-Zerbst, Bernburg und Köthen sind sie oberflächennah weit verbreitet. Nach Norden und Nordosten – nördlich des Mitteldeutschen Hauptabbruchs – taucht der Rupelton bis auf mehr als 200 m unter Geländeoberkante (GOK) ab und ist hier stark von den halokinetischen Verhältnissen des tieferen Untergrunds beeinflusst. Aufgrund seiner Teufenlage ist der Rupelton dieses Raums wirtschaftlich bedeutungslos. Im Raum Köthen liegt der Rupelton ohne oder mit nur geringen Rupelbasissanden direkt auf dem älteren Untergrund. Südlich Halle verzahnt sich der Rupelton mit limnischen, braunkohleführenden Ablagerungen (Typ Calauer Schichten). Der oberflächennah anstehende Rupelton ist 30 bis 50 m mächtig, kann jedoch bis 100 m erreichen (örtlich sogar 200 m).

Die Korngrößenzusammensetzung ist zwischen den einzelnen Horizonten sehr differenziert. Im Durch-

Abb 10: Kalkmergelkonkretionen (Septarie) im Rupelton. Die Bildung dieser z. T. recht großen Körper erfolgte nach der Ablagerung des kalkigen Tonschlamms am Meeresboden durch komplizierte chemische Stoffumsetzungen. Im Inneren sind Septarien durch radiale Schrumpfrisse geteilt, die Calcit oder seltener Sulfide enthalten.

schnitt liegen die ermittelten Werte der Fraktion < 2 µm zwischen 29,0 und 63,0 %. Als minimale Werte wurden 8,0 % (Druxberge), 20,5 % (Köthen) bzw 21,8 % (Prödel) ermittelt (Einzelwerte). Vorrangig liegen die Anteile jedoch zwischen 40 und 60 %. Die Fraktion > 20 µm ist sehr heterogen und bewegt sich zwischen 4,7 und 35,2 % (max.-Werte liegen hier in Hobeck-Klepps bei 34–37 %, in Prödel bei 39,5 %, in Köthen bei 41,3 % und in Druxberge sogar zwischen 35 und 65 %). Die Grobschluff- und Feinsandgehalte korrespondieren im Allgemeinen mit den hohen Quarz- und Calcitgehalten.

Der hohe Tonanteil führt u. a. zu einer günstigen erhöhten Bildsamkeit und Trockenbiegefestigkeit aber auch zu hoher Trockenempfindlichkeit und Trockenschwindung. Der Rupelton ist ohne Ausnahme aufgrund der Kornfeinheit als Einzelrohstoff ohne Magerung grobkeramisch nicht einsetzbar bzw. in nur geringen Anteilen als Teilkomponente im Masseversatz nutzbar. Bei dieser Einschätzung blieben die hohen Anteile an Schadstoffen, Flussmitteln und Smectiten unberücksichtigt.

Der Tonmineralbestand des Rupeltons ist recht einheitlich. In den einzelnen Vorkommen bestehen nur geringe Unterschiede im Verhältnis der einzelnen Anteile zueinander. Vorherrschende Tonminerale sind zu etwa gleichen Anteilen die Dreischicht-Tonminerale Illit (11–43 %) und Montmorillonit (11–33 %). Kaolinit als Zweischicht- und Chlorit als Vierschicht-Tonminerale konnten mit je 0–13 % ermittelt werden. Die Proben einiger Vorkommen weisen einen nicht unbeträchtlichen Anteil an dem Wechsellagerungsmineral Illit/Smectit auf, so z. B. Möckern mit 16–17 % und Hohenwarsleben mit 38–40 %. Diese Gehalte gehen bei diesen Proben zu Lasten des Montmorillonitgehalts.

Bei den Nichttonmineralen schwankt der Quarzgehalt zwischen 10 und 53 %, im Mittel liegt er im Bereich 20–35 %. Leicht erhöhte Werte sind in den Objekten Jersleben-Elbeu und Vahldorf nachgewiesen. Der Feldspatanteil schwankt zwischen 0 und 11 %. Calcit und Dolomit bewegen sich in den Grenzen zwischen 0 und 32 bzw. 2 bis 11 %. Die sehr hohen Dolomit-Gehalte der Lagerstätte Hobeck-Klepps sind grobkeramisch äußerst bedenklich.

Die Ergebnisse der chemischen Zusammensetzung sind sehr variabel. Wie bei der Granulometrie und Mineralogie treten schon innerhalb des gleichen Vorkommens z. T. große Schwankungen auf.

Für die wichtigsten Kennwerte wurden folgende Bandbreiten ermittelt:

SiO_2	46,1	bis	67,1 %
Al_2O_3	9,6	bis	16,4 %
Fe_2O_3	4,1	bis	7,6 %
CaO	1,3	bis	12,8 %
MgO	1,4	bis	4,9 %

Die Al_2O_3-Gehalte sind im Durchschnitt niedrig, die SiO_2-Gehalte erhöht. Der Gesamtflussmittelgehalt wird durch den hohen CaO-Gehalt hervorgerufen und hat erhebliche negative Auswirkungen auf das Schmelzverhalten. Der SiO_2-Gehalt nimmt im Allgemeinen zum Liegenden hin zu, der CaO-Gehalt dagegen ab. Für die Na_2O- und K_2O-Gehalte ist ebenfalls ein geringer Anstieg zur Teufe zu verzeichnen. Al_2O_3, Fe_2O_3 und MgO weisen – von geringen Schwankungen abgesehen – gleichbleibende Durchschnittsgehalte auf.

Untersuchte Einzellagerstätten

Alle im Projekt untersuchten Rupelton-Vorkommen liegen im Gebiet des Leitzkauer Stauchfaltenkomplexes. Die Schichtenfolge des Septarientons ist hier durch eine intensive Einengung gekennzeichnet. Im Raum Vehlitz weisen die mit älteren pleistozänen Sedimenten (vermutlich warthestadial) bogenförmig aufgefalteten Rupeltone eine engräumige Stauchung auf (Abstände der Faltenachsen innerhalb der Tonkörper bis etwa 5 m), im Raum Leitzkau, Möckern, Hobeck-Klepps ist dagegen die „Faltung“ sehr weitgespannt.

Eingeschuppte Kiese und Sande sind im Leitzkauer Stauchfaltenkomplex nicht bekannt geworden (weder in Bohrungen noch in den Tongruben). Bekannt sind dagegen im Liegenden der Tone angetroffene pleistozäne Kiessande (Leitzkau, Hobeck-Klepps) in einem Teufenbereich um ca. 20 m unter Geländeoberkante (GOK). Ob es sich bei diesen durch Erkundungsarbeiten nachgewiesenen Tonvorkommen um aus dem Tonkörper abgescherte Tonschollen handelt oder ob es Tonschuppen sind, die noch im tieferen Untergrund eine Verbindung zum gesamten Tonkörper besitzen, kann aufgrund unzureichender Teufen der Bohrungen nicht entschieden werden.

Stratigraphisch sind die Objekte dieses Raums innerhalb der durch Aufsschlussarbeiten nachgewiesenen Teufenbereiche wie folgt einzuordnen:

obere Kalkschalerzone	Rupel VI
obere Kalkschalerzone	Rupel V
Sandschalerzone	Rupel IV
untere Kalkschalerzone (mit Teilen der Sandschalerzone des Rupel IV)	Rupel III

Rupel V-1 (7)

Es wurden zwei Rohstoffvarietäten untersucht. Jeweils eine Probe stammt aus dem oberen und dem unteren Horizont. Es handelt sich in beiden Fällen um ausgesprochen Al_2O_3-arme Lehme. Sie besitzen zwischen 3,5–4,5 % Eisenoxid. Von großer Auswirkung auf ihr keramisches Verhalten ist der sehr hohe Anteil an MgO und CaO. Daraus ergeben sich bei der Varietät des oberen Horizonts bis 45 % Dolomit und 18 % Calcit. Die karbonatische Zersetzung bewirkt einen Glühverlust von ca. 30 %. In der Korrelation wird in der Probe des oberen Horizonts ein TIC-Wert von 6,84 % ausgewiesen. Der Anteil von Dreischicht-Tonmineralen wird in der Analyse mit 17 % in der oberen und 29 % in der unteren Varietät ermittelt. Sie bestehen zu mindestens 50 % aus Smectit. Beide Ton-Varietäten enthalten organischen Kohlenstoff in der Größenordnung von ca. 0,4 %. Insbesondere die Probe des unteren Horizonts weist im Eluat sehr große Mengen löslicher Salze bei allen Parametern auf, besonders hervor treten Calcium, Kalium und Sulfat. Diese Salzgehalte sind in der plastischen Aufbereitung mit $BaCO_3$-Zugabe nicht mehr zu beherrschen. Der Anteil an löslichen Salzen führt zu einer außergewöhnlich hohen Leitfähigkeit im Eluat von >1100 µS/cm. Die Probe des oberen Horizonts weist deutlich geringere Mengen an löslichen Salzen auf (Sulfat: 103 mg/kg in der Trockensubstanz [TS]). Hier wäre eine $BaCO_3$-Korrektur noch möglich. Die Brennfarben der untersuchten Rohstoffe reichen von gelb-orange bis oliv in einem Temperatur-

bereich von 1000–1150 °C, wobei aber alle Prüfkörper gebläht waren. Die Farben erscheinen nicht gut reproduzierbar und hängen sehr vom gewählten Brennregime ab.

In der Aufbereitung ließen sich Prüfkörper mit 18 bis 19 % Anmachwasser ziehen. Die getrockneten Prüfkörper wiesen zunächst eine einwandfreie Geometrie auf. Sie sind aber texturbehaftet. Größte Probleme bereitet die Trocknung der Probe des unteren Horizonts mit einem Anteil < 2 µm von > 90 %. Schon nach kurzer Zeit waren Trockenausblühungen am Material aus dem unteren Horizont sichtbar. Die Trockenschwindung der Ton-Varietät des oberen Horizonts ist gut zu beherrschen. Sie beträgt ca. 3 %, weniger günstig ist die Trockenschwindung der Varietät des unteren Horizonts mit 6 %. Die Trockenbruchfestigkeiten (TBF) korrelieren mit den Schwindungswerten. Dementsprechend erreicht der untere Horizont eine sehr gute TBF von ca. 10 MPa. Während der Brände bildeten sich bei allen Prüfkörpern schwarze Kerne. Die frühe Bildung einer Sinterhaut verhindert das komplette Austreten des Kohlenstoffs, auch mit der Folge des Blähens. Aus den Ergebnissen der Projektuntersuchungen ist es nicht möglich, eine verlässliche Anwendungstemperatur für die Rohstoffe zu empfehlen.

Alt-Daten zu diesen Tonen liegen aus zwei Analysen vor (Böttcher 1967). Sie betreffen die Varietät des unteren Horizonts. Im Unterschied zu den Werten der chemischen Analyse, die nicht zu anderen Aussagen führen, gibt es bei der Granulometrie erhebliche Differenzen. Die Alt-Werte weisen ein signifikant gröberes Material gegenüber den Projektanalysen aus, 33,2 % < 2 µm stehen 93,3 % < 2 µm gegenüber. Dazu passen in den Alt-Werten nur schlecht die hohen Trockenschwindungswerte von ca. 8 % (Projekt 6,0 %). Deutliche Unterschiede gibt es beim freien Quarz. Im Projekt wurden 26 % ermittelt, die Alt-Werte liegen bei ca. 47 %. Hieraus ist der Schluss zu ziehen, dass die mineralogischen, chemischen und keramischen Kennwerte in dem Rohstoff-Vorkommen größeren Schwankungen unterliegen. Eine Grubenbeprobung vor Abbau erscheint unbedingt erforderlich. Für die Varietät des oberen Horizonts lässt sich keine derartige Aussage formulieren. Aufgrund des geologischen Profils ist auch hier eine Instabilität in den Grubenwerten zu erwarten und es sollte ebenfalls eine vorherige Beprobung stattfinden.

Im Zuge des EFRE-Projekts wurden diese Rohstoffe in der Zusammenstellung der Ziegelversätze nicht berücksichtigt. Grund dafür waren insbesondere die enormen Gehalte an Calcit und Dolomit, die sehr hohe Feinheit der Varietät des unteren Horizonts sowie der sehr hohe Gehalt an löslichen Salzen der unteren Varietät. In früheren Jahren wurden bei 950 °C Hintermauerziegel hergestellt. 1991 wurde hier der Ziegelei-Betrieb komplett eingestellt.

Auf der Grundlage der im Projekt erhaltenen Ergebnisse ist aus heutiger Sicht eine Verwendung dieser Rohstoffe eher nicht mehr möglich. Die Konkurrenzsituation am Markt verdrängt Produkte mit einer keramisch minderwertigen Qualität. Ein möglicher Einsatz als Deponieton ist in einer gesonderten Untersuchung zu prüfen.

Die Lagerstättenvorräte sind als groß einzuschätzen.

Rupel V-2 (8)

Vom diesem Vorkommen wurden eine Varietät des oberen und eine Varietät des unteren Horizonts in diesem Projekt untersucht. Sie sind sich in vielen Kenndaten ähnlich und werden daher zusammen betrachtet. Es handelt sich um Rohstoffe mit einem mittleren Al_2O_3-Gehalt. Ihr Eisenoxidgehalt liegt um 5 %, die Rohstoffe brennen ziegelrot bis braun in einem Temperaturbereich von 950–1100 °C aus. Sie besitzen weiterhin einen erheblichen Gehalt an Erdalkalien/Alkalien. Hervorhebenswert ist ein CaO-Gehalt von ca. 6 %. Bedingt durch die karbonatischen Zersetzungsreaktionen ist auch der Glühverlust mit ca. 10 % sehr hoch. Die Mineralogie zeigt folgerichtig Anteile von Calcit (6 %) und Dolomit (2–3 %).

Sehr hoch ist der Anteil an Dreischicht-Tonmineralen mit ca. 45 %. Sie bestehen zu je 50 % aus Smectiten und Muscovit. Die Rohstoffe sind in ganz erheblichem Umfang mit löslichen Salzen belastet. Im oberen Horizont wurden > 20000 mg/kg Trockensubstanz an löslichen Sulfaten nachgewiesen. Diese Salzgehalte sind technisch nicht zu beherrschen. Die Leitfähigkeit im Eluat erreicht darauf hin Werte von bis zu 2500 µS/cm. Zudem besteht eine Belastung mit organischem Kohlenstoff. Ca. 1,4 % TOC befinden sich in der unteren Varietät. Der hohe TIC-Wert entspricht den Gehalten an Calcit und Dolomit. Aufgrund der diversen Schadstoffe brennen die Roh-

stoffe nicht dicht, sondern beginnen ab 1050 °C zu blähen. Die niedrigste Wasseraufnahme beträgt ca. 8 %. Das Blähen erfolgt relativ heftig.

In der Aufbereitung gestalten sich die Rohstoffe schwierig. Die Feinheit des Materials ist sehr hoch, der < 2 µm-Wert liegt bei > 90 %, die ENSLIN-Werte > 100 %. Die Trockenschwindungswerte übersteigen die 9 %. Hervorzuheben ist natürlich eine ausgezeichnete Trockenbruchfestigkeit von 14 MPa. Es ist jedoch einzuschätzen, dass der Trocknungsprozess großtechnisch kaum zu beherrschen ist. Granulometrisch sind die Rohstoffe nicht für die Herstellung von Ziegeln irgendeiner Produktgruppe geeignet. Infolge des sehr hohen Feinanteils bildet sich beim Brand darüber hinaus schnell eine dichte Sinterhaut. Es entstanden im Projekt bei allen Prüfkörpern schwarze Kerne.

Alt-Daten liegen zu diesen Rohstoffen vor (z. B. Böttcher 1966). Diese weisen in der Granulometrie ein deutlich gröberes Material mit einer für Ziegel geeigneten Korngrößenverteilung aus. Aber auch zu früheren Zeiten wurden in der Mineralogie viel Calcit und auch Dolomit analysiert und der Anteil von Kaolinit mit ‚wenig' benannt. Letzteres entspricht auch den hier durchgeführten Analysen. Die Alt-Daten weisen im Brennverhalten ein sehr ähnliches Bild aus. Spätestens bei 1100 °C wurde Blähen festgestellt.

Aufgrund der erheblichen Schadstoffbelastung (CaO, Salze, Kohlenstoff) der Rohstoffe des Rupel V erschien eine Verwendung in Ziegelversätzen nicht sinnvoll. In früheren Jahren erfolgte der Einsatz der Rohstoffe für die Herstellung von Langlochziegeln. Aus Qualitätsgründen wurde bereits vor 1990 die Produktion eingestellt. Nach 1990 wurde ein Grubenbetrieb zur Versorgung einer Ziegelei (Versatzkomponente) im Land Brandenburg aufgenommen. Mittlerweile ist die Grube aber aufgelassen.
Aus Sicht der Ergebnisse dieser Untersuchungen kann für die Rupel V-Rohstoffe keine Einsatzempfehlung in der Ziegelindustrie gegeben werden. Sonstige keramische Anwendungen erscheinen ebenfalls nicht denkbar.

Rupel IV (9)

Von dieser stratigraphischen Untereinheit wurden in diesem Projekt eine Varietät des oberen und eine Varietät des unteren Horizonts untersucht. Sie sind sich in vielen Kenndaten ähnlich und werden daher zusammen betrachtet. Es handelt sich um Rohstoffe mit einem mittleren Al_2O_3-Gehalt. Ihr Eisenoxidgehalt liegt bei ca. 5 %, die Rohstoffe brennen braun-orange-ziegelrot-braun in einem Temperaturbereich von 850–1100 °C aus. Sie besitzen weiterhin einen erheblichen Gehalt an Erdalkalien/Alkalien, hervorhebenswert sind ein CaO-Gehalt von ca. 4–6 % und ein MgO-Gehalt von 3–4 %. Bedingt durch die karbonatischen Zersetzungsreaktionen liegt auch der Glühverlust mit ca. 9,5–10 % sehr hoch. Die Mineralogie zeigt folgerichtig größere Anteile von Dolomit (7–10 %) und Calcit (2–4 %). Sehr hoch ist der Anteil an Dreischicht-Tonmineralen mit ca. 47–50 %. Sie bestehen zu je einem Drittel aus Smectiten, Wechsellagerungen Smectit-Illit und Muscovit. Die untersuchten Rohstoffe sind in erheblichem Umfang mit löslichen Salzen belastet. Im oberen Horizont wurden > 10000 mg/kg Trockensubstanz an löslichen Sulfaten nachgewiesen. Auffällig sind hohe Konzentrationen löslichen Natriums in der unteren Varietät. Diese Salzgehalte sind technisch sehr schwierig zu beherrschen. Die Leitfähigkeit im Eluat erreicht Werte von bis zu 1700 µS/cm. Zudem besteht eine Belastung mit organischem Kohlenstoff in der unteren Varietät. Der hohe TIC-Wert beider Varietäten entspricht den Gehalten an Calcit und Dolomit.

In der Aufbereitung gestalten sich die Rohstoffe schwierig. Die Feinheit des Materials, insbesondere die des unteren Horizonts, ist sehr hoch, der < 2 µm-Wert liegt bei > 90 %, die ENSLIN-Werte liegen für beide Varietäten bei > 100 %. Die Anmachwassergehalte lagen bei 26 % und 28 %. Die Trockenschwindungswerte übersteigen die 9 %. Hervorzuheben ist natürlich eine außerordentlich hohe Trockenbruchfestigkeit von 16,5–17,2 MPa. Es ist jedoch einzuschätzen, dass der Trocknungsprozess großtechnisch kaum zu beherrschen ist. Granulometrisch sind die untersuchten Rohstoffe nicht für die Herstellung von Ziegeln irgendeiner Produktgruppe geeignet. Infolge des sehr hohen Feinanteils bildet sich beim Brand darüber hinaus schnell eine dichte Sinterhaut. Es entstanden im Projekt bei allen Prüfkörpern schwarze Kerne, später blähen die Körper. Die obere Varietät ist bis 1050 °C zu brennen, die untere maximal bis 850 °C. Die TOC-Belastung der unteren Varietät erscheint zu hoch, als dass eine Optimierung der Brennkurve die Bildung schwarzer Kerne verhindert.

Alt-Daten liegen zu der oberen Varietät vor (Röhrs 1989). Die chemischen Parameter liegen danach ähnlich. In der Mineralogie war die Gewichtung zugunsten des Calcit gefunden worden, im Projekt wurde deutlich mehr Dolomit nachgewiesen. Weiterhin konnten auch nicht nur 8 %, sondern 16 % Smectite bestimmt werden. Granulometrisch ist das Material feiner analysiert worden, sowohl im Siebrückstand >63 µm als auch im Wert <2 µm. Die Belastung mit löslichen Salzen scheint weiter angestiegen zu sein.

Für die Varietät des unteren Horizonts liegen keine Alt-Daten vor. Da sich die Werte der oberen Varietät deutlich unterscheiden, ist eine Grubenbeprobung vor einer eventuellen Nutzung unumgänglich.

Im Rahmen des EFRE-Projekts sind die Rohstoffe des Rupel IV nicht in die Versätze mit einbezogen worden. Die Schadstoffgehalte sind zu hoch. Vor 1990 wurden Hintermauerziegel bei 950 °C hergestellt. Die Belastung mit Gips und Pyrit sind schon immer Ursache von Qualitätsproblemen gewesen. Die Produktion wurde 1990 eingestellt. Aus keramischer Sicht ist der Einsatz der Rupel IV-Rohstoffe aufgrund einer sehr hohen Belastung mit diversen Schadstoffen (Dolomit, Calcit, TOC, lösliche Salze) nicht zu empfehlen. Das Produkt besitzt kaum eine Marktchance.

Der Rohstoff tritt in diesem Raum in erheblichen Mengen auf und wird in größerem Umfang zum Deponiebau und für wasserbauliche Maßnahmen gewonnen.

Rupel III (10)

Von dieser stratigraphischen Untereinheit wurden in diesem Projekt eine Varietät des oberen und eine Varietät des unteren Horizonts untersucht. Beide Varietäten sind sich in vielen Kenndaten ähnlich und werden daher zusammen betrachtet. Es handelt sich um Rohstoffe mit einem mittleren Al_2O_3-Gehalt. Ihr Eisenoxidgehalt liegt zwischen 4,5 und 5,5 %, die Rohstoffe brennen orange-ziegelrot-braun in einem Temperaturbereich von 850–1100 °C aus. Sie besitzen weiterhin einen erheblichen Gehalt an Erdalkalien/Alkalien. CaO, MgO und K_2O liegen je bei ca. 3 %. In der oberen Varietät wurden bis zu 6 % CaO bestimmt. Bedingt durch die karbonatischen Zersetzungsreaktionen ist der Glühverlust mit ca. 8,5 % hoch. Die Mineralogie zeigt entsprechend den Erdalkalien-Anteilen von Calcit (6 % in der oberen Varietät) und Dolomit (5 % in der unteren Varietät). Die Rohstoffe besitzen wenig Kaolinit (ca. 10 %). Der Anteil an Dreischicht-Tonmineralen liegt zwischen 36–40 %. Sie bestehen zu 50 % aus Smectiten und Muscovit. Die Rohstoffe sind in ganz erheblichem Umfang mit löslichen Salzen belastet. Im oberen Horizont wurden ca. 18000 mg/kg Trockensubstanz an löslichen Sulfaten nachgewiesen. Diese Salzgehalte sind technisch nicht zu beherrschen. Die Leitfähigkeit im Eluat erreicht Werte von bis zu 2400 µS/cm. Zudem besteht eine Belastung mit organischem Kohlenstoff. Ca. 1,1 % TOC befinden sich in der unteren Varietät. Der hohe TIC-Wert entspricht den Gehalten an Calcit bzw. Dolomit.

Aufgrund der diversen Schadstoffe brennen die Rohstoffe nicht dicht, sondern beginnen ab 950 °C zu blähen. Die niedrigste Wasseraufnahme beträgt ca. 10 %. Trotzdem wurden bei allen Prüfkörpern schwarze Kerne ausgebildet. In der Aufbereitung gestalten sich die Rohstoffe schwierig. Die Feinheit des Materials ist hoch. Sie konnte im Projekt aufgrund störender Beimengungen in der Probensubstanz mit dem SediGraph nicht ermittelt werden. Die ENSLIN-Werte sind >100 %. Die Trockenschwindungswerte liegen zwischen 8,0–8,5 %. Hervorzuheben sind Trockenbruchfestigkeiten zwischen 12,5 und 18,3 MPa.
Es ist jedoch einzuschätzen, dass der Trocknungsprozess großtechnisch nicht zu beherrschen ist. Bei Einordnung in das WINKLER-Dreieck sind die Rohstoffe nicht für die Herstellung von Ziegeln irgendeiner Produktgruppe geeignet.

Zu diesen Rohstoffen liegen Alt-Daten vor (Münch 1980). Sie betreffen wahrscheinlich den oberen Horizont. In diesen früheren Analysen wurden chemisch nahezu identische Werte gefunden. Die Mineralogie ist etwas verschieden. Hier ist eine deutliche Zunahme von von Smectiten festzustellen. Weiterhin wurden im Projekt in der oberen Varietät insgesamt nur 9 % karbonatische Minerale und nicht 19 % gefunden. Im keramischen Verhalten sind weitestgehend analoge Werte ermittelt worden. Im Hinblick auf die Analysenwerte sollte vor Verwendung dieser Rohstoffe eine repräsentative Beprobung vorgenommen werden. Die Alt-Daten wiesen im Brennverhalten ein sehr ähnliches Bild aus. Spätestens bei 1000 °C wurde Blähen festgestellt.

Aufgrund der erheblichen Schadstoffbelastung (CaO, Salze, Kohlenstoff) der Rohstoffe erschien eine Verwendung in Ziegelversätzen nicht sinnvoll. Bis 1980 ist der Einsatz der Rupel III-Rohstoffe in einer Ziegelei zur Herstellung von Hintermauerziegeln bekannt. Nach 1990 wurde ein Grubenbetrieb (Dichtungston, Deponieton, Versatzkomponente Hintermauerziegel) aufrecht erhalten.

Aus Sicht der Ergebnisse dieser Untersuchungen kann für die Rupel III-Rohstoffe keine Einsatzempfehlung in der Ziegelindustrie gegeben werden. Sonstige keramische Anwendungen erscheinen ebenfalls nicht denkbar.

Der Rohstoff tritt in diesem Raum in erheblichen Mengen auf (Abb. 11).

Abb. 11: Aufschluss des Rupel III im Leitzkauer Stauchfaltenkomplex. Die Schichtenfolge des Septarientons ist hier aufgrund der Wirkung der eiszeitlichen Vergletscherung durch eine intensive Einengung gekennzeichnet. Deutlich ist die Verstellung der Schichten an einer Septarienlage (roter Pfeil) an der rechten Abbauwand zu erkennen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Die Vorkommen des Tertiär/Oligozäns im Leitzkauer Stauchfaltenkomplex weisen sehr ähnliche Eigenschaften auf.
Die Tone sind charakterisiert durch geringe Al_2O_3-Gehalte (bis 15 %). Der Eisenoxidgehalt bewegt sich zwischen 3–5 %. Die Rohstoffe weisen z. T. erhebliche Gehalte an Calcit und/oder Dolomit auf. Parallel zeigt ihre Mineralogie hohe Gehalte an Dreischicht-Tonmineralen (oft 35–50 %), welche ihrerseits über einen deutlich hohen Anteil an Smectiten verfügen. In vielen Fällen tritt begleitend organischer Kohlenstoff auf. Diese Rohstoffe verfügen in der Regel über sehr hohe Gehalte an löslichen Salzen.

In ihrem keramischen Verhalten sind sie bereits bei der Aufbereitung kompliziert zu behandeln. Durch die Anwesenheit von großen Mengen an Dreischicht-Tonmineralen ist ihre Trockenschwindung sehr groß und die Trocknung dadurch sehr sensibel. Entsprechend findet man bei diesen Rohstoffen sehr hohe ENSLIN-Werte. Die Rohstoffe zeichnen sich in der Folge durch eine sehr gute Trockenbruchfestigkeit aus. Das Brennverhalten

der Rohstoffe ist problematisch. Nach relativ früher, kurzer Sinterphase, die oft deutlich vor der Dichtsinterung des Rohstoffs endet, setzt ein Blähen des Materials aufgrund der karbonatischen Minerale und des organischen Kohlenstoffs sowie den Zersetzungsreaktionen der Salze ein. Eine zuverlässige Einsatztemperatur für diese Rohstoffe zu benennen ist schwierig. Die Brennfarbe dieser Rohstoffe variiert in nicht reproduzierbarer Art und Weise. Es erscheint kaum möglich, eine konstante Brennfarbe in einem größeren Temperaturintervall einzustellen. Die gebrannten Produkte weisen schon nach kürzester Zeit Ausblühungen von Schadstoffen auf. Allgemein können Ton-Rohstoffe des Oligozäns in Sachsen-Anhalt nicht für den Einsatz in der keramischen Industrie empfohlen werden. Nachgewiesen bzw. anzunehmen sind dagegen gute Eigenschaften des Rupeltons für nicht-keramische Anwendungen (s. Kap. 4.2).

4.1.4.5 Eozäne Tone

Fast 200 Jahre waren die Eozäntone der Nietleben-Bennstedter Mulde in Tagebauen und auch Tiefbauen Gegenstand einer intensiven Rohstoffnutzung. Der Schwerpunkt des Abbaus lag dabei im nördlichen und westlichen Teil der Mulde. Eine lange Tradition besaß auch die Tongewinnung in der sog. Preußlitz-Lebendorfer Braunkohlenmulde, speziell im Raum zwischen Peißen und Leau. Die hier unter z.T. bedeutenden Abraummächtigkeiten anstehenden obereozänen Tone wurden in der Schamotteproduktion eingesetzt. Dieser Rohstoff diente bis zur Schließung des Werks der Versorgung des VEB Schamottewerk Könnern. Bis 1952 fand eine selektive Gewinnung des Luckenau-Tons im Braunkohlentagebau Luckenau (Zeitz-Luckenauer Teilbecken) der Leipzig-Bucht statt. Anschließend erfolgte eine bedarfsgerechte Versorgung mit vergleichbar hochwertigen Tonen aus der damals neu aufgeschlossenen Tongrube Grana. Vorrangig diente ein spezieller Horizont dieses Vorkommens zur Herstellung basischer Glashäfen (Glashafenton) im Jenaer Glaswerk Schott & Gen. u.a. zur Anfertigung hochwertiger optischer Gläser (Abb. 12).

Abb. 12: Der Eozänton von Grana. Diese hochwertigen Tone sind an die Verbreitung der Braunkohlenflöze in den einzelnen Tertiärbecken gebunden. Im Hintergrund des Bildes stehen im Hangenden des Tons noch die Reste eines im Tiefbau verhauenen Kohlenflözes an.

Alle hier erwähnten Tonvorkommen sind an das Auftreten und die Verbreitung eozäner Braunkohlenflöze in den einzelnen Tertiärbecken gebunden. Obwohl überwiegend gute Rohstoffqualitäten nachgewiesen werden konnten, sind diese Tone für sich allein aufgrund ihrer Teufenlage für die keramische Industrie nicht nutzbar. Eine begrenzte Nutzung dieser Tone ist nur als Begleitrohstoff im Zusammenspiel mit der Braunkohlegewinnung wirtschaftlich vertretbar und findet gegenwärtig z. B. im Tagebau Profen statt. Eine detaillierte Bewertung aller eozänen Tonflöze kann an dieser Stelle nicht gegeben werden, u. a. deswegen, weil nur bei wenigen Vorkommen eine hinreichende Untersuchung der tonigen Begleitrohstoffe im Zuge der Braunkohleerkundung stattfand (z. B. Egelner Südmulde). Im Folgenden wird daher nur auf die keramisch untersuchten Vorkommen annähernd oberflächennah anstehender eozäner Tone Bezug genommen.

Dies sind im Einzelnen:
- im Süden Sachsen-Anhalts im Weißelster-Becken (speziell hier im tertiären Teilbecken von Zeitz-Luckenau) der sog. Luckenau-Ton, auch als „Ton Grana“ bekannt, aufgeschlossen in der Gewinnungsstelle Grana,
- südlich Halle im Raum Halle–Merseburg der Bereich des ehemaligen Tagebaufeldes Lochau,
- im Raum westlich Halle das Tertiärbecken von Nietleben–Bennstedt (bzw. auch in Amsdorf–Röblingen),
- nördlich Halle das Tertiärbecken von Preußlitz–Lebendorf mit den Abbaustellen Gerlebogk und Cörmigk, Leau sowie Plömnitz und
- südwestlich von Merseburg das Becken von Roßbach, Gewinnung von vorwiegend weißbrennendem Ton im ehemaligen Braunkohlen-Tagebau Roßbach.

Andere Vorkommen oberflächennaher und auch tiefer liegender eozäner Tone bleiben aus den o. g. Gründen in der vorliegenden Betrachtung unberücksichtigt.

Keramisches Verhalten

Allgemein ist Eozänton ein gut bis sehr gut bildsamer Rohstoff. Die PFEFFERKORN-Werte (D = 3,3) liegen zwischen 21,3 und 40,4 % und weisen damit den Rohstoff als mittel- bis gut plastisch aus. Auch die ENSLIN-Werte sind mit 46–110 % typisch für ein noch plastisches bis gut plastisches Material. Die Anmachwassergehalte bewegen sich zwischen 15,6 und 37,1 %. Das Wasserbindevermögen ist unterschiedlich hoch und wird von den anwesenden Tonmineralen bestimmt. Die Verformbarkeit ist gut bis ziemlich gut. Der Pressstrang verläuft glatt, die Steinkanten sind scharf ausgebildet. In Einzelfällen ist eine geringe Drachenzahnbildung beobachtet worden.

Trotz seines hohen Feinstkornanteils < 2 µm und seines Stoffbestands (Kaolinit) lässt sich die Trocknung der Formlinge als problemlos einschätzen. Die Prüfkörper sind grundsätzlich rissfrei. Die Trockenschwindung des Rohstoffs ist mit Werten von 2,0 bis 13,1 % (Einzelwerte) festgestellt worden. Im Allgemeinen bewegt sich die Trockenschwindung vorrangig zwischen 6 und 10 % und ist damit als mittelmäßig bis hoch zu bewerten. Der Grenzwert für Hohlware (max. 8 %) wird in vielen Fällen überschritten. Für die Trockenbiegefestigkeit belegen alle bisher ermittelten Ergebnisse (Werte von 12,5 bis 65,9 bzw. 76,9 kp/cm^2; vorrangig zwischen 40 und 60 kp/cm^2), dass aus dem Material Rohlinge mit teils niedrigen, teils hohen (vorrangig hohen) Festigkeiten hergestellt werden können.

Aufgrund des hohen Feinstkornanteils der Tone sind als Folge erheblich unterschiedliche Anmachwassergehalte zu erwarten. Aussagefähig sind diesbezüglich nur die neueren Ergebnisse von Proben aus dem Raum Grana und dem Raum Gerlebogk (s. u.). Die ermittelten Werte bewegen sich zwischen 16 und 24 %.
Durchschnittlich beginnen die Tone um 1000 bis 1090 °C zu sintern. Von etwa 1050 bis 1175 °C verläuft die Sinterung des Rohstoffs zügig. Bei 900 °C liegt die offene Porosität im Bereich um 35 bis 40 %, um 1175 °C tritt eine merkliche Verlangsamung des Dichtbrandes ein. Bei 1250 bis 1380 °C wird der stärkste Dichtbrands bei C_{org}-reichem Material erreicht. Die offene Porosität liegt hier bei 5 bis 10 %.

Die Brennfarbe der Probekörper, ermittelt bei verschiedenen Brenntemperaturen, belegt zweifelsfrei, dass diese Tone aufgrund des Farbumschlags bei den höheren Brenntemperaturen nicht uneingeschränkt als „weißbrennende Tone“ bezeichnet werden können. Es gibt im Weiteren Unterschiede zwischen C_{org}-reichen und C_{org}-freien Tonen. Bei C_{org}-reichen Tonen ist die Scherbenfestigkeit höher als bei C_{org}-freiem Material.

Wenn beim Segerkegeltest ≥31 Feuerfestigkeit erreicht wird, ist der Luckenau-Ton als Glashafenton geeignet. Für diesen Rohstoff wird empfohlen, eine Hydrozyklonaufbereitung zur Erhöhung der Feuerfestigkeit und Vergleichmäßigung des Materials vorzunehmen. Ein Trennschnitt bei 20 und 30 µm führt bei einem Ausbringen von etwa 70 bis 80 % zu einem Ausgleich der Korngrößenverteilung der Mineralgehalte. Ein aufwendiger selektiver Abbau würde sich hierdurch erübrigen.

Über die Ton-Vorkommen im Raum Halle liegen umfangreiche Alt-Untersuchungen vor. Danach wiesen Probeziegel bei einer Brenntemperatur von 900 und 1000°C äußerlich eine glatte und scharfkantige Form auf. Sie waren im Allgemeinen stark porös. Die aus dem Material von Lochau gebrannten Steine zeigten bei diesen Brenntemperaturen z. T. keine hinreichende Festigkeit, sie waren von Hand zerbrechbar. Teilweise waren sie auch leicht verzogen bzw. geplatzt (Cörmigk, Gerlebogk). Bei etwa 1100 °C Brenntemperatur waren die Probeziegel ebenfalls äußerlich glatt und scharfkantig. Sie waren hart bis sehr hart z. T. pockig bzw. gesintert und rissig (Lieskau, Cörmigk, Leau). Bei einer Brenntemperatur von 1200 °C wiesen die Probeziegel nur noch selten einen glatten und scharfkantigen Habitus auf (Grana). Überwiegend waren die Prüfkörper stark rissig bzw. verzogen sowie gesintert, pockig und gebläht / aufgekocht. Teilweise wurden Ausschmelzungen geringen Ausmaßes festgestellt (Plömnitz).

Die im Gebiet des Zeitz-Luckenau Teilbeckens der Leipziger-Bucht (Weißelster-Becken) verschiedentlich angetroffenen und untersuchten obereozänen Luckenau-Tone sind im Durchschnitt als sehr schwach feinsandige, schwach bis stark schluffige Tone zu bezeichnen. Der Gehalt der Kornfraktion < 2 µm liegt in erheblichen Anteilen über 50 %. Die ENSLIN-Werte bewegen sich im mittelplastischen bis gut plastischen Bereich, was für kaolinitische Tone mit geringem Glimmergehalt und mäßigem Quarzschluffgehalt typisch ist. Die Plastizität ist auf der Grundlage der ermittelten PFEFFERKORN-Werte (D = 3,3) als gut bis hoch zu bezeichnen. Auch die Rohbruchfestigkeit ist ziemlich hoch. Die Trockenschwindungswerte befinden sich im mittelmäßigen Bereich, das Material ist als nicht trockenempfindlich einzustufen. Der Dichtbrand des Rohstoffs erfolgt im wesentlichen bei Temperaturen über 1200 °C, wobei die Gesamtschwindung Werte bis zu 20 % erreichen kann. Bei diesen Temperaturen sind die Probeziegel im Allgemeinen noch glatt und scharfkantig.

In den anderen Bereichen (Tertiärbecken von Preußlitz–Lebendorf, Nietleben–Bennstedt, Amsdorf-Röblingen und im Raum Halle–Merseburg) sind die Prüfkörper in erheblichem Maße beeinträchtigt. Sie sind stark rissig, verzogen, gesintert, pockig und gebläht/aufgekocht und weisen z. T. Ausschmelzungen geringen Ausmaßes auf. Die Feuerfestigkeit der Tone ist als gut anzusehen.

Die übrigen Tone, vor allem aus dem Tertiärbecken von Preußlitz-Lebendorf, genügen den Anforderungen, die an einen Schamotteton gestellt werden.

Untersuchte Einzellagerstätten/-versätze

Gerlebogk (12)

Die Probenahme für die Rohstoffuntersuchungen des Jahres 2002/03 erfolgte in der zugänglichen Tongrube Gerlebogk. Das Tonflöz war zum Zeitpunkt der Probenahme mit einer Mächtigkeit von 6,8 m aufgeschlossen:

Probe 1: Hangende Partie (2 m), kohlig verunreinigt, Mischprobe

Probe 2: Untere Partie (4,8 m) weißgrau bis hellgrau, „fett“, Mischprobe

Von der Lagerstätte Gerlebogk wurden in diesem Projekt die oben beschriebenen zwei Varietäten untersucht, dunkel mager (1) und hell fett (2). Sie unterscheiden sich erheblich in ihren mineralogischen, chemischen und keramischen Parametern.

Der Gerlebogk hell fett ist ein relativ Al_2O_3-reicher Ton (22,76 %). Sein Kaolinitgehalt liegt bei ca. 28 %. Weiterhin sind 37 % Dreischicht-Tonminerale enthalten, welche zu etwa gleichen Teilen aus Wechsellagerungen Smectit/Illit und Muscovit bestehen. Erwähnenswert ist ein K_2O-Gehalt von 3 %. Der Gerlebogk hell fett bringt eine gewisse Menge an organischem Kohlenstoff mit (0,29 %) und ist untergeordnet mit löslichen Salzen belastet. In der plastischen Formgebung ist der Einsatz von $BaCO_3$ erforderlich. Der Gerlebogk hell fett brennt bei 1150 °C dicht und in heller creme-dunkelbeige Brennfarbe.

Die erreichten Brennbiegefestigkeiten sind ausgezeichnet. Bei einer Brenntemperatur von 1150 °C beträgt sie >50 MPa.

Die Trockenschwindung des Gerlebogk hell fett liegt mit fast 7 % sehr hoch. Die Trockenbruchfestigkeit ist dementsprechend günstig bei 7,5 MPa. Dazu passt ein sehr hoher ENSLIN-Wert von 110,4 %. Das Vakuumstrangziehen erfolgte problemlos mit einem Anmachwassergehalt von 23 %. Die Prüfkörper sind in ihrer Beschaffenheit einwandfrei. Betrachtet man die Korngrößenverteilung, dann ist der Ton sehr fein. Der Anteil <2 µm beträgt >67 %. Damit liegt er im WINKLER-Dreieck außerhalb der Ziegelprodukte und müsste entsprechend abgemagert werden. Die Oberflächengüte der gebrannten Produkte ist sehr gut.

Der Gerlebogk dunkel mager besitzt einen deutlich geringeren Al_2O_3-Gehalt von 15 %. Der Tonmineralgehalt liegt ebenfalls viel niedriger, zugunsten eines Quarzgehalts von 53 %. Damit verbunden sind sehr hohe Sintertemperaturen (1250 °C), um eine Wasseraufnahme von <6 % zu erreichen. Die entstehenden Brennbiegefestigkeiten sind jedoch eher durchschnittlich und liegen deutlich unter 30 MPa. Dazu kommt eine erhebliche Belastung mit 2 % organischem Kohlenstoff und löslichen Salzen (Sulfat: 303 mg/kg TS). Letzteres ist mit der Zugabe von $BaCO_3$ für die plastische Verarbeitung zu korrigieren. Die hohen TOC-Werten lassen eine passende Brennkurve fraglich erscheinen. Der Fe_2O_3-Gehalt des Gerlebogk dunkel mager beträgt 1,08 %. Daher ist seine Brennfarbe sehr hell, wird jedoch infolge der TOC-Verunreinigung ins Gräuliche verschoben.

Die Trockenschwindung dieses Rohstoffs ist durchschnittlich, die Trockenbruchfestigkeit dafür sehr gut. Die Vakuumstrangformgebung war unproblematisch, wobei die Grobheit des Quarzes deutlich hervor trat. Die Prüfkörper konnten rissfrei gezogen werden. Bezüglich der Kornverteilung stellt sich der Gerlebogk dunkel mager als geeignet für dünnwandige Hohlware dar. Es ist also aus dieser Sicht möglich, ihn in allen Ziegelproduktgruppen einzusetzen.

Zu den Gerlebogk-Rohstoffen liegen mehr oder weniger signifikant von den aktuellen Ergebnissen abweichende Alt-Daten vor. Untersucht wurden seinerzeit Mischproben aus Bohrungen über die Gesamtmächtigkeit des Tonflözes. Die chemischen Daten liegen im Durchschnitt. In der Mineralogie kann aktuell der früher festgestellte Kaolinit-Gehalt von 38 % nicht erreicht werden, in den Alt-Werten ist der dazu parallel ermittelte hohe Quarzgehalt nicht nachzuvollziehen und kann so nur für die Varietät dunkel mager bestätigt werden. Die Korngrößenverteilung hat sich ganz erheblich zu feineren Anteilen hin verschoben, das passt zu einem hier ermittelten ebenfalls deutlich höheren ENSLIN-Wert von >100 %.

Aufgrund seiner keramischen Werte wurde der Gerlebogk hell fett im Rahmen dieses Projekts zu gleichen Teilen mit Golpa-Nord in einen hellen Klinkerversatz eingebaut. Das Ergebnis war ein Klinkermaterial mit guten Festigkeitswerten. Lediglich bezüglich der Feuchtedehnung ist der Versatz zu optimieren. Die Eignung des Gerlebogk hell fett für helle Klinker ist gegeben. Für Dachziegel scheidet eine Anwendung aufgrund der hellen Brennfarbe aus. Für Hintermauerprodukte ist der Rohstoff zu hoch brennend. Weiteres Einsatzgebiet für diesen Rohstoff ist die Feuerfestindustrie. Dort kam der Ton auch vor 1990 schon zum Einsatz.

Die Lagerstätte ist aufgrund sehr hoher Abraummächtigkeiten und territorialer Restriktionen als sehr klein zu werten. Die Förderung der hell fetten Varietät ist nur selektiv möglich.

Grana (13)

Aus der Lagerstätte Grana wurden zwei Varietäten untersucht, eine graue fette und eine graue magere. Sie unterscheiden sich entsprechend der Bezeichnung im Al_2O_3-Gehalt. Die fette Varietät liegt bei ca. 25 %, die magere bei ca. 20 % Al_2O_3. Die magere Qualität ist dagegen etwas eisenreicher und brennt deshalb in ziegelroten und später (ab 1200 °C) braunroten Tönen aus, während die fette Qualität zwischen 1100 °C und 1200 °C cremefarbene bis beige Töne aufweist. Beide Varietäten sind bis 1200 °C gut feuerstandsfest. Die magere Varietät kann auch mindestens bis 1250 °C eingesetzt werden. Der Feldspatanteil liegt nur bei 2 %. Dies spiegeln auch die erreichten Wasseraufnahmen wider. Die fette Qualität erreicht Klinkerqualität erst bei 1200 °C. Selbst bei 1250 °C besitzt die magere Qualität noch eine Wasseraufnahme von 15 %. Die Rohstoffe sind reich an Kaolinit (fette Varietät 51 %). Die Dreischicht-Tonminerale (12 %) bestehen einheitlich aus Muscovit. Karbonat war nicht nachweisbar. Der

Anteil an organischem Kohlenstoff ist gering und liegt jeweils bei 0,2 %. Das stellt bei dem späten und breiten Sinterintervall der Grana-Rohstoffe kein größeres Problem dar. Die Grana-Tone sind frei von löslichen Salzen.

In der Aufbereitung sind die Rohstoffe von einer relativ geringen Trockenschwindung von ca. 3 % geprägt. Der subjektiv optimale Anmachwassergehalt lag zwischen 19–21 %, trotzdem waren die gemessenen PFEFFERKORN-Werte <1,5. Die Trockenbruchfestigkeit der fetten Varietät ist mit 6,4 MPa sehr gut, die der mageren Varietät ist deutlich geringer. Mit Trocknungsproblemen ist bei den Grana-Rohstoffen nicht zu rechnen. Die Prüfkörper für das Projekt sind von exakter Geometrie und ohne erkennbare Texturerscheinungen. Besonders die fette Qualität ließ sich sehr gut ziehen, die magere Varietät vermittelt einen sehr straffen Eindruck. Die Oberflächen der gebrannten Prüfkörper besitzen Dachziegelqualität.

Zu den Grana-Rohstoffen liegen ausgesprochen umfangreiche Alt-Daten vor. Nach dem Eisengehalt zu urteilen, betreffen sie fast alle die Varietät grau fett. Die Analysendaten der Alt-Werte besitzen in allen Parametern eine große Breite. So ordnen sich die Projektdaten des Grana grau fett (Abb. 13) fast immer ein. Der Wert der Trockenschwindung wurde in den Alt-Daten zwischen 5–7,5 % festgestellt. Im Projekt waren deutlich geringere Werte gemessen worden. Für die Varietät Grana grau mager liegen keine Alt-Daten vor. Angesichts der Einordnung der fetten Varietät in die Werte der Alt-Unterlagen erscheint die Lagerstätte als weitestgehend homogen.

Die Grana-Rohstoffe wurden aufgrund ihrer sehr hohen Feuerstandsfestigkeit und aufgrund der Reinheit der Rohstoffe (speziell bzgl. der Schadstoffe) im Projekt in einen Klinker- (Grana grau fett) und einen Dachziegelversatz (Grana grau mager) eingebaut. Der Klinkerversatz sieht keramisch gut aus, bei einer Brenntemperatur von 1 125 °C erhält man (wie z. B. im Projekt mit Hohengöhren Auelehm) einen gelben Klinker. In einen Dachziegelversatz wurde die Varietät grau mager eingebaut. Mit Grana grau mager als Hauptkomponente unter Zumischung des Auelehmes von Parey erhält man einen guten satt ziegelroten Scherben. Durch weitere Optimierung in den Tonanteilen muss die Brenntemperatur von 1 150 °C gesenkt werden, aber die prinzipielle Eignung des Grana grau mager konnte nachgewiesen werden. In den vergangenen 30 Jahren wurden die Grana-Tone nicht sehr umfangreich in der Ziegelindustrie eingesetzt. In erster Linie wurde der Blauton (Grana grau fett) als Glashafenton verwendet. Lieferungen in die Ziegelindustrie sind nur in geringem Maß bekannt. Aus Sicht der aktuellen Untersuchungen erhaltenen Wer-

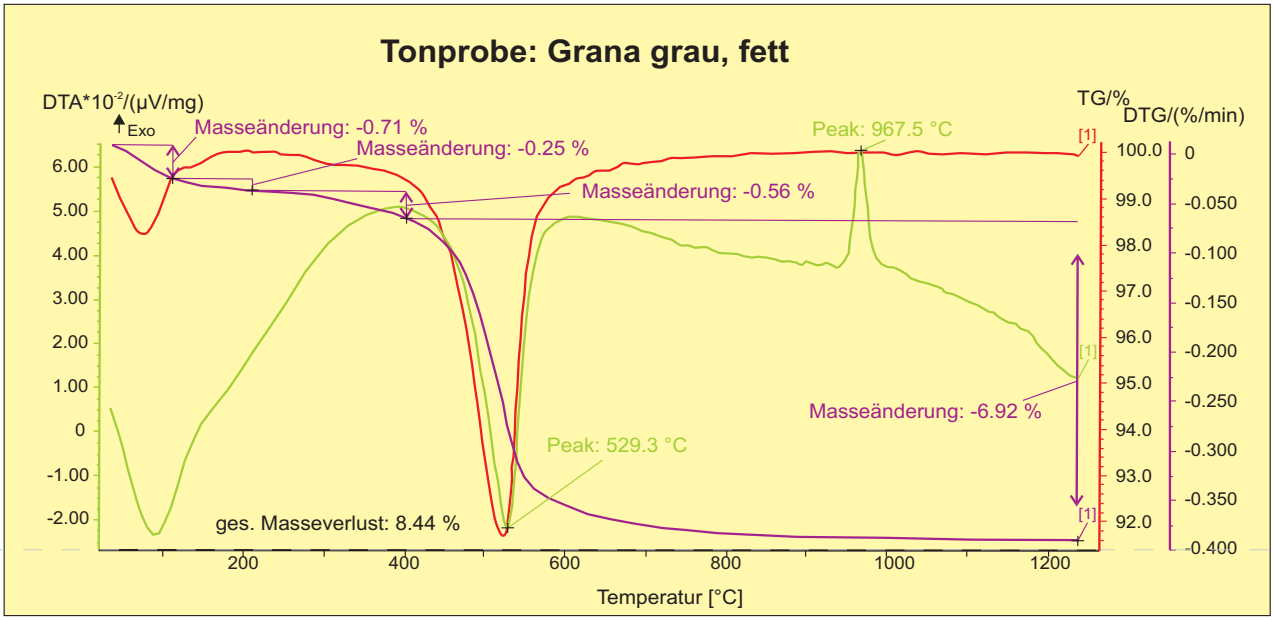


Abb. 13: Diagramm der Thermoanalysen des eozänen Tons von Grana. Die Analysen der Differentialthermoanalyse und der Thermogravimetrie zeigen den Wärmeumsatz bei physikalischen oder chemischen Umwandlungen und den Masseverlust der Probe bei der Erwärmung an. Diese Daten sind von wesentlicher Bedeutung für die Festlegung des Brennvorgangs (Ofenkurve).

te eignen sich beide Varietäten für hochbrennende Erzeugnisse. Bei den Ziegelprodukten sind sie insbesondere für gelbe (fett) oder rote (mager) Klinkerversätze geeignet. Eine Anwendung bei Brenntemperaturen zwischen 1050 °C und 1075 °C für Dachziegel (magere Varietät) erscheint ebenfalls möglich. Hier müssen (lediglich) geeignete ergänzende Versatzkomponenten gefunden werden. Weiterhin sind sie in der Steinzeugindustrie gut einsetzbar.

Die Lagerstätte Grana ist unter Berücksichtigung einer gewissen Inhomogenität und einer insgesamt hohen Abraummächtigkeit als mittelgroß bis groß einzuschätzen.

Roßbach (14)

Der Roßbacher Ton ist ein feldspatarmes, überwiegend tonig ausgebildetes Verwitterungsprodukt des Buntsandsteins, das im Ostbecken des sogen. Roßbacher Hauptbeckens zur Ablagerung kam. Dieses stellt den südlichen Ausläufer des tertiären Braunkohlenvorkommens des Geiseltals dar und liegt im Bereich der hier in N-S Richtung streichenden triassischen Schichtenfolge des tieferen Untergrunds.

Die Tonlagerstätte befindet sich im Ostbecken dieses Komplexes und bildet die Basis der Braunkohlenflöze. Sie ist eine sog. Begleitrohstoff-Lagerstätte, die durch den Abbau der Braunkohle aufgeschlossen wurde. Das Deckgebirge über dem Liegendton (Lösslehm, Geschiebemergel, Braunkohle) war 50 bis 65 m mächtig und ist durch den bis 1976 laufenden Braunkohlentagebau abgeräumt. Während die Tone im Bereich der bebauten Lagerstätte in beträchtlichen Mächtigkeiten (> 10 m) vorliegen, werden sie in ihrer Lagerungsabfolge zu den Beckenrändern hin zunehmend von Schluff-, Feinsand- und Braunkohlenlagen unterbrochen.

Abb. 14: Anstehender hochqualitativer weißbrennender Ton im Tagebau Roßbach.

Die Lagerstätte Roßbach repräsentiert das hochwertigste Tonvorkommen Sachsen-Anhalts. Sie steht seit 1979 in Gewinnung und ist als Großlagerstätte für weißbrennende Tone einzuschätzen (Abb. 14). Hier wurden vier Tonproben entnommen und zur Ermittlung der Rohstoffkennwerte dem Labor vom LAGB Sachsen-Anhalt übergeben. Es wurden drei Ton-Varietäten optisch unterschiedlichen Anteils an Feinstkorn und unterschiedlichen Gehalts an Quarz untersucht sowie eine quarzreiche Varietät.

Varietät 1

Dieser Ton enthält ca. 19,5 % Al_2O_3. Er besitzt einen niedrigen Fe_2O_3-Gehalt von ca. 1,1 % und dazu einen TiO_2-Gehalt von ca. 1 %. So brennt er in einem Temperaturbereich zwischen 1100–1200 °C in hellcreme-dunkelbeige aus. Er besitzt nur geringe Anteile an Alkalien/Erdalkalien und ist daher gut feuerstandsfest. Erst bei 1200 °C werden Wasseraufnahmen um 4 % erreicht. Die Brennbiegefestigkeit liegt bei 1200 °C bei 38 MPa. Der Tonmineralanteil beträgt 52 %, davon sind 32 % Kaolinit. Ca. 20 % Dreischicht-Tonminerale teilen sich in 5 % Wechsellagerung Smectit/Illit und ca. 15 % Muscovite. Die Belastung mit organischem Kohlenstoff ist sehr gering und liegt ca. bei 0,1 %. Bei diesem hochbrennenden Rohstoff sollte dies kein Problem darstellen. Der Ton ist durch lösliche Salze belastet. Es liegen ca. 600 mg/kg Trockensubstanz im Eluat vor. Sie müssen mit $BaCO_3$ neutralisiert werden. Dementsprechend weist das Eluat eine geringe Leitfähigkeit auf. In der plastischen Aufbereitung stellt sich der Rohstoff als gut plastischer Ton mit ausgezeichneten Verarbeitungseigenschaften dar. Seine Trockenschwindung ist mit ca. 3 % nicht sehr hoch, dafür seine Trockenbruchfestigkeit (5 MPa). Dies ist u. a. einer relativ optimalen Korngrößenverteilung zuzuschreiben, gleichwohl der < 2 µm-Wert ca. 51 % beträgt. Damit ordnet sich der Rohstoff nach dem WINKLER-Diagramm in die Produktgruppe der Dachziegel (Gitter-, Vollsteine) ein.

Im Projekt wurde der Rohstoff nicht in Ziegelversätze eingebaut. Die Gründe liegen nicht in den keramischen Kenndaten. Betrachtet man die mine-

ralogischen, chemischen und keramischen Daten, welche in diesem Projekt analysiert wurden, bringt diese Varietät ein hohes keramisches Anwendungspotenzial mit. Dieser Ton eignet sich für den Einsatz in Versätzen zur Herstellung von hellen Hartbrand-Klinkern mit Brenntemperaturen von >1240–1300 °C. Er ist weiterhin sowohl in der Steingutindustrie, dort insbesondere auch Wandfliesen, als auch in der Steinzeugindustrie (Bodenfliesen, Steinzeugrohre) zu verwenden. Er besitzt auch ein gewisses Potenzial für Sanitärversätze, gleichwohl sein Verflüssigungsverhalten sicher durch die löslichen Salze beeinträchtigt ist.

Varietät 2

Diese zweite Varietät von Roßbach besitzt einen mittleren Al_2O_3-Gehalt von 16,5 %. Dem stehen 75 % SiO_2 gegenüber. Alle anderen Oxide liegen um die 1 % (K_2O) oder geringer. Daraus resultiert eine sehr gute Feuerstandsfestigkeit. Dementsprechend besitzt der Ton keine definierten Anteile an Feldspat, aber 55 % Quarz. Er sinterte bis 1200 °C nicht dicht. Bei 1200 °C liegt seine Wasseraufnahme noch bei ca. 12 %. Aufgrund seines sehr geringen Eisengehalts kleiner 1 % brennt das Material zwischen 1100 und 1200 °C in hellcreme-beigen Farben. Der Gesamt-Tonmineralgehalt des Rohstoffs beträgt 43 %, davon sind 26 % Kaolinit. Die 17 % Dreischicht-Tonminerale sind überwiegend Muscovit mit kleinen Anteilen Wechsellagerungen Smectit/Illit. Der Rohstoff ist frei von karbonatischem Material. Die Belastung mit organischem Kohlenstoff ist sehr gering (ca. 0,1 %). Da der Rohstoff erst sehr spät dicht brennt, gibt es keinerlei Beeinträchtigungen durch den Kohlenstoff. Der Rohstoff bringt eine Belastung mit löslichen Salzen mit. Die Sulfate bewegen sich bei >800 mg/kg Trockensubstanz. $BaCO_3$ ist bei Verwendung unbedingt ausreichend zu dosieren.

In der plastischen Aufbereitung verhält sich der Ton unauffällig. Mit einem Anmachwassergehalt von 20 % konnten geometrisch einwandfreie Prüfkörper gezogen werden, gleichwohl der hohe Quarzanteil zu spüren war. Das Material besitzt eine Trockenschwindung von 5 %, dazu eine Trockenbruchfestigkeit von 3,3 %. Seine Biegebruchfestigkeit nach dem Brand ist zumindestens bei 1200 °C nicht sehr hoch und liegt bei ca. 18 MPa. Das ist dem bei 1200 °C erst geringfügig voran geschrittenen Dichtsinterprozess zuzuschreiben.

Im Projekt wurde der Rohstoff nicht in Ziegelversätze eingebaut. Die Gründe liegen nicht in den keramischen Kenndaten. Betrachtet man die mineralogischen, chemischen und keramischen Daten, welche in diesem Projekt analysiert wurden, stellt das Material einen guten Magerton für diverse hellbrennende Produkte dar. So ist er geeignet, Klinkerversätze abzumagern, genauso wie Versätze für weißbrennende Steinguterzeugnisse (Wandfliesen). Sein Gehalt an löslichen Salzen ist zu beachten.

Varietät 3

Diese dritte Varietät von Roßbach besitzt einen günstigen Al_2O_3-Gehalt von ca. 21,5 %. Mit einem Fe_2O_3-Gehalt von 1,24 % handelt es sich um einen hellbrennenden Ton in einem Temperaturbereich zwischen 1100–1150 °C (cremefarben). Die Alkalien/Erdalkalien liegen nicht sehr hoch. Die Phasenanalyse wies daher einen Feldspatanteil von nur 1 % nach. Der Rohstoff enthält jedoch 62 % Tonminerale, davon 35 % Kaolinit. Die 27 % Dreischicht-Tonminerale bestehen überwiegend aus Muscovit und Hydromuscovit, der Rest sind Wechsellagerungen Smectit/Illit. In diesem Zusammenhang wird auch der hohe Glühverlust dieses Rohstoffs von ca. 10 % verständlich. Das Material besitzt ein relativ enges Dichtsinterintervall. Während er bei 1100 °C noch eine Wasseraufnahme von 7,7 % aufweist, ist er bei 1150 °C faktisch dicht gebrannt. Der Ton bringt eine geringe Belastung durch organischen Kohlenstoff mit. Weiterhin weist er lösliche Salze auf, die bei der Position ‚Sulfate' fast 700 mg/kg Trockensubstanz erreichen. Bei seinem Einsatz ist die Zudosierung von $BaCO_3$ in entsprechender Menge unbedingt erforderlich.

In der plastischen Aufbereitung stellt sich dieser Ton als sehr trocknungsanfälliger Rohstoff dar. Zu einer Trockenschwindung von 8,3 % passt ein ENSLIN-Wert von ca. 120 %. Der Feinanteil des Materials ist sehr hoch, bei <2 µm sind noch 71 % Anteil analysiert worden. Somit ist er laut WINKLER-Diagramm keiner der Ziegel-Produktgruppen mehr zuordenbar und muss für eine entsprechende Verwendung geeignet abgemagert werden. Natürlich besitzt der Rohstoff eine sehr gute Trockenbruchfestigkeit von ca. 8,7 % und ausgezeichnete Brennbiegefestigkeiten ab ca. 1100 °C von >40 MPa.

Im Projekt wurde der Rohstoff nicht in Ziegelversätze eingebaut. Die Gründe liegen nicht in den ke-

ramischen Kenndaten. Betrachtet man die mineralogischen, chemischen und keramischen Daten, welche in diesem Projekt analysiert wurden, fällt der Ton durch seine hohe Plastizität auf. Das relativ frühe Dichtsintern lässt ihn zusammen mit der relativ hellen Brennfarbe für den Einsatz in hellen Klinkern als sehr geeignet erscheinen. Des weiteren empfiehlt sich der Rohstoff für die ebenfalls dicht zu brennenden Steinzeugrohre und Fußbodenfliesen.

Quarzreiche Varietät (Klebsand)

Diese Varietät von Roßbach ist ein SiO_2-reicher Rohstoff mit nur 9,4% Al_2O_3 und geringsten Gehalten weiterer Oxide. Sein Glühverlust liegt bei ca. 2,1%. Die Mineralogie zeigt 74% Quarz und 24% Tonminerale. Letztere bestehen zu zwei Dritteln aus Kaolinit und einem Drittel Dreischicht-Tonmineralen. Sie bestehen ausschließlich aus Hydromuscovit. Aufgrund der Chemie handelt es sich um einen Rohstoff, welcher im Temperaturbereich von 1100–1250°C dunkelcreme bis dunkelbeige ausbrennt. Der Rohstoff ist vernachlässigbar mit organischem Kohlenstoff belastet, aber erheblich mit löslichen Salzen. Der Sulfatgehalt liegt bei ca. 1200 mg/ kg Trockensubstanz. Daraus resultiert eine deutliche Leitfähigkeit des Eluats. Theoretisch kann hier mit $BaCO_3$ gearbeitet werden. Praktisch ist der hohe Gehalt an löslichen Salzen bei einer Versatzzusammenstellung zu beachten.

In der plastischen Aufbereitung gelang es nicht, eine auf der Vakuumstrangpresse ziehbare plastische Masse herzustellen. Die Plastizität und Bindefähigkeit des Rohstoffs sind zu gering. Reguläre Prüfkörper konnten auch durch Einschlagen in eine Gipsform aus Mangel an mechanischer Festigkeit nicht hergestellt werden. Die Kornverteilung dieses Materials ist sehr grob. 43,2% sind >63 µm.

Der Rohstoff wurde nicht in Ziegelversätze eingebaut. Die Gründe liegen nicht in den keramischen Kennwerten. Betrachtet man die mineralogischen, chemischen und keramischen Daten so ist das quarzreiche Material von Roßbach gut in der Feuerfestindustrie einsetzbar. Er brennt hell und ist sauber. Auch für die Herstellung von Klinkern ist er gut geeignet, wenn man ein Stützkorn in den Versatz einbringen möchte. Weiterhin könnte der Klebsand für die Bauindustrie interessant sein, hier insbesondere für Mörtel und Sande. Aufgrund seiner hellen Farbe eignet er sich sehr gut zum Aufhellen derselben.

Wansleben-Süd (24a)

Gegenstand der früheren Gewinnung waren hier die eozänen Tone der nordöstlichen Ausläufer des Braunkohlebeckens von Oberröblingen im Bereich des Teutschenthaler Sattels. Es handelt sich um einen Rohstoff mit einem durchschnittlichen Al_2O_3-Gehalt von 18%. Der Fe_2O_3-Gehalt liegt unter 3%. Bei den Alkalien fällt der relativ hohe K_2O-Gehalt von 2,35% auf. Der Rohstoff brennt in einem Temperaturbereich von 1050–1150°C von hell- nach dunkel ziegelrot aus. Er hat bei 1150°C mit ca. 9% Wasseraufnahme immer noch nicht Klinkerqualität erreicht. Der Rohstoff besitzt einen gesamten Tonmineralanteil von 52%. Hiervon sind 23% Kaolinit und 29% Dreischicht-Tonminerale. Diese bestehen zu gleichen Anteilen aus Wechsellagerungen Smectit/Illit und Muscovit. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff ist bei diesem Dichtsinterverhalten zu vernachlässigen. Zu beachten sind die löslichen Salze von 720 mg/kg Trockensubstanz Sulfat. Sollte man diesen Rohstoff einsetzen, muss mit $BaCO_3$ gearbeitet werden.

Die plastische Aufbereitung zeigt einen Rohstoff, der sich bei 22% Anmachwasser gut zu Formkörpern vakuumstrangziehen ließ. Die Trockenschwindung ist mit 5,6% bereits etwas zu beachten. Die Trockenbruchfestigkeit ist noch durchschnittlich (3,2%). Der Rohstoff besitzt einen relativ hohen Gehalt der Fraktion >63 µm. In das WINKLER-Diagramm ordnet er sich in die Produktgruppe der Dachziegel (Voll- und Gittersteine) ein. Die Brennbiegefestigkeiten des Wansleben (teo) sind eher als unterdurchschnittlich einzustufen. Bei 1150°C wird eine Brennbiegefestigkeit von 18,4 MPa erreicht.

An diesem Rohstoff wurden in den vergangenen Jahren Analysen durchgeführt. Chemische Kennwerte liegen allerdings nicht vor. Die Projektdaten zeigen in der Mineralogie im Vergleich zu den Alt-Daten einen gestiegenen Anteil an Quarz zulasten eines geringer gewordenen Anteils an Dreischicht-Tonmineralen. Auch der Feldspatanteil scheint zurück gegangen zu sein. Gefunden worden sind früher auch Calcit, Pyrit und Markasit. Für die aktuellen Proben konnte dies so nicht nachgewiesen werden. Mit dem bestimmten höheren Quarzanteil korrelieren die größeren Grobanteile im Rohstoff, wie der Vergleich der granulometrischen Daten zeigt. Damit einher geht eine Verschlechterung der Plastizität des Rohstoffs und ein Absinken des erforderlichen Anmach-

wasserbedarfs. Die Trockenschwindung ist signifikant abgesunken. Der Rohstoff ist vor einer Neunutzung unbedingt sorgfältig zu beproben, da der keramische Charakter der Lagerstätte starken Schwankungen unterworfen ist.

Der Rohstoff Wansleben (teo) wurde in einen Klinkerversatz eingebaut (zusammen mit Baalberge grüngrau). Diese Kombination führte zu einem Produkt mit mäßigen keramischen Kennwerten. Die Feuchtedehnung war indiskutabel hoch (Baalberge grüngrau). Die keramische Nutzung des Wansleben (teo) war schon früher eher geringfügig und wurde 2000 eingestellt. Aus Sicht der keramischen Daten des Rohstoffs ist ein Einsatz dieses Tons nur in Verbindung mit relativ hochwertigen anderen Tonen möglich. Das Erscheinungsbild der gebrannten Prüfkörper dieses Rohstoffs ist durchschnittlich. Die Brennproben spiegeln mit ihrer geringen Farbintensität den relativ niedrigen Fe_2O_3-Gehalt wider. Auf der Produktseite sind auch Klinker denkbar, denn im ehemaligen Ziegelwerk Wansleben wurden bis 1990 Klinker, Schornsteinklinker und Kanalschachtklinker in gelber Farbe hergestellt. Aufgrund der Salzbelastung des Tons sollte sein Anteil 10–20 % im Versatz nicht übersteigen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Eine erhebliche Anzahl von Tonlagerstätten in Sachsen-Anhalt gehört dem Eozän an. Bei den im vorliegenden EFRE-Projekt untersuchten Rohstoffen handelt es sich um acht Muster der Vorkommen Gerlebogk, Grana, Roßbach und Wansleben-Süd. Mit Ausnahme der quarzreichen Varietät von Roßbach und dem Ton von Wansleben besitzen diese Materialien recht ähnliche Eigenschaften. So weisen die Rohstoffe einen mittleren bis sehr hohen Tonmineralgehalt von ca. 40–65 % auf. Dabei liegt überwiegend ein hoher bis sehr hoher Kaolinitanteil von bis zu >50 % vor. Die Dreischicht-Tonminerale bestehen mehrheitlich aus Glimmer, es finden sich zu ca. einem Drittel Smectite in Wechsellagerungen mit Illit. Die Rohstoffe enthalten nahezu keinen Feldspat. Mit Al_2O_3-Gehalten zwischen meistens 19–25 % sind sie für hochbrennende Ziegelprodukte gut einsetzbar. Der Eisengehalt dieser Rohstoffe ist uneinheitlich. Er liegt zwischen 1 % (Gerlebogk, Roßbach) und 5 % (Grana grau mager). Daher treten unterschiedlichste Brennfarben von hell creme bis satt rotbraun auf. Alle Rohstoffe sind frei von karbonatischen Mineralanteilen. Jedoch verzeichnen einige dieser Rohstoffe sehr hohe Gehalte an organischem Kohlenstoff, z. B. Gerlebogk dunkel mager mit 2,02 %. Dies wird in der Folge abgemildert durch die sehr hohen Brenntemperaturen und einer späten Dichtsinterung dieser Rohstoffe, weswegen der Kohlenstoff gut ausbrennen kann. Die löslichen Salze bewegen sich bei den verschiedenen Proben in unterschiedlichen Größenordnungen. Während die Grana-Tone frei von löslichen Salzen sind, weisen das Material von Gerlebogk geringe und die Roßbach-Rohstoffe mittlere Gehalte auf.

Alle Rohstoffe lassen sich plastisch gut verarbeiten. Sie besitzen allerdings teils hohe Trockenschwindungswerte von bis zu 8 % (Roßbach). Dafür liegen die Werte der Trockenbruchfestigkeiten gut. Bezüglich ihres Kornaufbaus sind alle Ton-Rohstoffe für Ziegelprodukte mehr oder weniger zu fein. Sie müssen geeignet abgemagert werden. In Abhängigkeit vom Dichtsintergrad werden z. T. sehr gute Brennbiegefestigkeiten erreicht. Die Rohstoffe von Gerlebogk, Grana und Roßbach sind gut geeignet zur Herstellung hochbrennender Ziegelprodukte (Klinker) und im Weiteren für Steingut-, Steinzeug- oder auch Feuerfestprodukte.

4.1.4.6 Paläozäne Tone

Paläozäne Tone besitzen in Sachsen-Anhalt eine nur sehr lokal begrenzte Verbreitung (Dolinenfüllungen und kleine Tertiärbecken) und treten auch qualitativ nicht hervor. Eingeschränktes wirtschaftliches Interesse für oberflächennah anzutreffende paläozäne Tone besteht nach heutiger Bewertung in folgenden Räumen:

– Tonvorkommen am „Segen-Gottes-Schacht“ bei Eisleben,

– Tonvorkommen beim Schacht „Schwarze Minna“ bei Eisleben,
– Tone im Gonna-Graben bei Sangerhausen und
– Tone der Schwittersdorf-Mulde bei Wettin (mit Einschränkung).

Untersuchte Einzellagerstätte

Eisleben (11)

Das Vorkommen bei Eisleben (Schwarze Minna) wird nach den Sporomorphenassoziationen (höchstes Dan bzw. tieferes Mont) in das Unterpaläozän der Helfta-Folge gestellt. Als Füllung eines Senkungskessels stellt dieser Lagerstätten-Typ im Vergleich zu den übrigen Tertiärtonen einen Sonderfall dar. Unter 1 bis 3 m mächtigem Abraum, bestehend aus Mutterboden und Löss/Lösslehm wurden durchschnittlich 25 m mächtige Tone nachgewiesen. Vermutet wird eine Gesamtmächtigkeit des Tons von insgesamt ca. 60 m.

Über eine frühere grobkeramische Nutzung des mächtigen aber räumlich begrenzten Tonvorkommens im Bereich des ehemaligen Schachts „Schwarze Minna“ ist wenig bekannt. Neben der heute genutzten Lagerstätte bestand eine Ziegelei. Diese ging 1924 an die Mansfeld AG über und stellte bis etwa 1944 aus dem Rohstoff Schamottesteine für die Hüttenbetriebe her. Die Tone sind dunkelgrau bzw. horizontweise sehr bunt, sehr feinkörnig mit einem relativ geringen Quarzanteil und hohem illitisch-kaolinitischen Tonmineralbestand ohne quellfähige Anteile. Von der bunten Tonvarietät liegen Untersuchungen aus dem Jahr 2000 (s. u.) vor (Teufenbereich bis 10 m). Für das Untersuchungsprogramm 2002/03 wurden je eine Probe von jeder Tonvarietät (Teufenbereich 5 m und 10 m) entnommen. Die beiden Varietäten (bunt und dunkelgrau) unterscheiden sich in vielen Kennwerten z. T. erheblich voneinander. Im Vergleich beider Tone weist die bunte Varietät die günstigeren keramischen Parameter auf.

Der Al_2O_3-Gehalt der Rohstoffe liegt zwischen 19,5 % bis 22 %. Der Eisengehalt befindet sich in Anteilen von 6,2–9,1 % im Rohstoff. Rote Brennfarben werden allerdings nur bei sehr niedrigen Brenntemperaturen von 950 °C–1000 °C erreicht. Sie schlagen später zu braun um, insbesondere in der Varietät dunkelgrau, eine Folge des MnO_2-Gehalts von 0,22 %. Die Brennfarbe wird teilweise stark durch die Anwesenheit von 0,7 % (bunt) bzw. 2,7 % (dunkelgrau) organischem Kohlenstoff beeinflusst (graubräunliches Aussehen). Im Projekt konnte das Entstehen schwarzer Kerne nicht unterdrückt werden. Bei einem Gehalt von 2,7 % TOC ist es problematisch, eine geeignete Optimierung der Brennkurve zu finden. Bei 950 °C (dunkelgrau) bzw. 1100 °C (bunt) waren die Prüfkörper gebläht. Aus mineralogischer Sicht ist ein sehr hoher Anteil an Dreischicht-Tonmineralen zu erwähnen. Sie bestehen zu einem erheblichen Anteil (27 %–15 %) aus quellfähigen Wechsellagerungen Smectit/Illit. In der RFA wurde darüber hinaus in der Varietät Eisleben bunt Siderit (Eisenspat) gefunden. Die Rohstoffe sind weiterhin belastet mit löslichen Salzen. Bei der bunten Varietät lässt sich mit $BaCO_3$-Zugabe gegensteuern, gleichwohl 432 mg/kg TS Sulfate bereits einen sehr hohen Salzgehalt darstellen. In der dunkelgrauen Varietät befinden sich 1520 mg/kg TS Sulfat neben 426 mg/kg TS Calcium und 131 mg/kg TS Magnesium. Mit diesen Werten korreliert eine im Eluat ermittelte Leitfähigkeit von 349 µS/cm. In granulometrischer Hinsicht sind die Eisleben-Rohstoffe sehr fein. 64,9 % (bunt) bzw. 50,4 % (dunkelgrau) sind feiner 2 µm. Sie besitzen daher eine sehr hohe Trockenschwindung (>7 %), gefolgt von einer sehr hohen Trockenbruchfestigkeit. Ihre Einordnung in das WINKLER-Dreieck ergibt keine Eignung für ein Ziegelprodukt. Der ENSLIN-Wert liegt bereits deutlich >100 %, daraufhin war das Vakuumstrangziehen bei beiden Varietäten etwas problematisch, die erforderlichen Anmachwassergehalte liegen enorm hoch, zwischen 27 % und 30 %. Dann erfolgt ein Umschlag in eine breiige Konsistenz. Die Prüfkörper konnten einwandfrei in der Form und ohne Risse hergestellt werden. Die hier durchgeführte vorsichtige Trocknung der Prüfkörper war für diese Rohstoffe aber sicher sehr angebracht. Die Oberflächenbeschaffenheit der gebrannten Produkte ist für Klinkerprodukte als gut einzuschätzen.

Alt-Daten aus dem Jahr 2000 existieren für die Varietät ‚bunt’ und der Vergleich zeigt eine weitgehend gute Übereinstimmung der alten mit den aktuellen Werten. Besonders die Belastung mit Sulfaten ist identisch ermittelt worden. Der Eisengehalt liegt allerdings aktuell ca. 2 % niedriger.

Im Rahmen des Projekts wurden beide Varietäten für eine Verwendung in Ziegelerzeugnissen abge-

lehnt. Bei den hohen Salzgehalte, verbunden mit den ebenfalls hohen Gehalten an organischem Kohlenstoff, ordnen sich die Rohstoffe als wenig bis gar nicht geeignet ein. Aus Sicht der aktuellen Daten ist die Varietät ‚bunt' eventuell als Zumischung in geringen Mengen in einem Klinkerversatz vorstellbar, jedoch ist die Brennkurve dem hohen TOC-Wert anzupassen. Die Zugabe von $BaCO_3$ ist unerlässlich.

Die Lagerstätte ist insgesamt als mittelgroß einzuschätzen. Der Abbau der bunten Varietät müsste jedoch selektiv erfolgen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Die beschriebenen Tone von Eisleben sind keramtechnisch kritisch zu betrachten. Ihr sehr hoher Anteil an Dreischicht-Tonmineralen (45–49 %), verbunden mit mittleren bis hohen Gehalten an organischem Kohlenstoff (0,7–2,5 %) und einer mittleren bis hohen Belastung mit löslichen Salzen weisen diese zwei Varietäten als nicht geeignet für die Ziegelproduktion aus.
Das Brennverhalten der Rohstoffe ist sehr problematisch. Sie sind nicht dicht zu brennen und blähen bereits bei Temperaturen von deutlich unter 1100 °C.

4.1.4.7 Kaolinitische Tone der Kreide-/ Tertiär-Verwitterung

Kaolinitische Tone sind im Allgemeinen Umlagerungsprodukte kaolinhaltiger Verwitterungskrusten, die im kontinentalen Bereich (limnisch, brackisch, fluviatil) abgelagert worden sind. Ihre mineralogische, chemische und granulometrische Zusammensetzung schwankt in weiten Grenzen (Kaolinit 20 bis 95 %, Illit/Glimmer 5–45 %, Quarz 1–> 50 %). Durch organische Substanz häufig dunkelgrau bis schwarz gefärbt, verschwindet diese Farbe beim Brennen vielfach. Der Kaolinit tritt meist fehlgeordnet auf. Diese Tone besitzen eine hohe Plastizität. Ihre Aufbereitung verändert das Rohmaterial weniger, als dies bei den Rohkaolinen der Fall ist. In Sachsen-Anhalt bildeten sich Lagerstätten im Ergebnis der intensiven Kreide-/Tertiär-Verwitterung. Hier sind folgende bedeutende, heute noch wirtschaftlich genutzte Verbreitungsgebiete mit lokal begrenzten Einzelvorkommen bekannt:
- der Halle-Vulkanitkomplex nördlich Halle und
- die Merseburg-Scholle (Ostflanke der Merseburger Buntsandsteinplatte).

Im Halle-Vulkanitkomplex sind die Muttergesteine der kaolinitischen Tone der Untere und Obere Halle-Porphyr sowie untergeordnet auch Zwischensedimente des Unterrotliegenden. Zu nennen sind hier die nördlich von Halle z. T. in Gewinnung stehenden Vorkommen Morl-Fuchsberg-Nord und Süd sowie Beidersee-Fuchsberg-Nord und Morl-Möderau.

In den Gebieten von Spergau, Röblingen-Etzdorf (Merseburger Buntsandsteinplatte und Teutschenthaler Sattel) treten kaolinisierte Sandsteine (Arkosen) und Ton- und Schluffsteine des Unteren und Mittleren Buntsandsteins auf. Bedeutungslos sind z. Z. die alterierten Konglomerate und Sandsteine (Arkosen) des Zechsteins südöstlich Bitterfeld. Westlich von Halle werden an der SW-Flanke des Teutschenthaler Sattels tiefgründig kaolinitisch verwitterte feldspatführende Sandsteine wirtschaftlich genutzt. Hier befindet sich die Lagerstätte Etzdorf. Als Hochlage der kaolinisierten Arkosen des Mittleren Buntsandsteins ist das Kaolinvorkommen Spergau etwa 5 km südöstlich von Merseburg einzustufen.

Über die Lagerstättenparameter und die keramischen Eigenschaften der o. g. Rohstoffe liegt im LAGB ein reicher Altdaten-Fundus vor. Aus Raumgründen kann an dieser Stelle nur eine Zusammenfassung der im Zuge des EFRE-Projekts neu gewonnenen Ergebnisse der Untersuchungen an Material der Vorkommen Etzdorf und Morl-Fuchsberg-Süd gegeben werden.

Untersuchte Einzellagerstätten

Etzdorf (15)
Der Rohstoff von Etzdorf ist ein relativ Al_2O_3-reicher Ton mit einem Kaolinit-Anteil von 35 %. Er besitzt wenig Alkalien/Erdalkalien. Bei 1200 °C wird eine Was-

seraufnahme von 0,5 % erzielt. Das Material weist einen Anteil an Dreischicht-Tonmineralen von 26 % auf. Diese bestehen zu ca. 80 % aus illitischem Material. Der Eisengehalt des Rohstoffs liegt unter 1 %. Die Brennfarbe verläuft von creme bei 1100 °C bis hellgrau bei 1200°C. Eine geringe Belastung mit organischem Kohlenstoff von 0,16 % ist beherrschbar. Die Belastung mit löslichen Salzen ist jedoch sehr hoch. Der Sulfat-Gehalt liegt bei 1250 mg/kg TS. Somit besitzt das Eluat eine Leitfähigkeit von 326 µS/cm und der pH-Wert liegt im sauren Bereich.
Die Trockenschwindung des Rohstoffs ist gut zu beherrschen, die Trockenbruchfestigkeit gerade ausreichend (2,16 MPa). Für die Gießformgebung ist der Rohstoff aufgrund der Salzbelastung nicht geeignet, das Vakuumstrangziehen verlief problemlos mit einem Anmachwassergehalt von 23 %. An den Prüfkörpern ist eine gewisse Neigung zu Texturen erkennbar. Die hier vorliegenden Prüfkörper konnten jedoch einwandfrei in der Geometrie hergestellt werden. Aus granulometrischer Sicht ist der Rohstoff laut WINKLER-Diagramm für die Herstellung von dünnwandiger Hohlware geeignet, kann also theoretisch aus dieser Sicht für jedes Ziegelprodukt Anwendung finden. Die Oberflächengüte der gebrannten Körper ist für Klinker geeignet. Die Brennbiegefestigkeit liegt bereits ab 1150 °C > 30 MPa.

Im Rahmen dieses Projekts wurde der Rohstoff in Versätzen nicht berücksichtigt. Auf Grundlage der vorliegenden Daten erschließen sich jedoch eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten. Seitens der Ziegelprodukte scheiden Dachziegel und Hintermauersteine aufgrund ihrer geringen Herstelltemperaturen aus. Am geeignetsten erscheint der Rohstoff für den Einsatz in der Steinzeugherstellung. Er ist in dieser Produktgruppe sehr variabel einsetzbar.
Aus den Jahren vor 1990 ist keine Verwendung des Rohstoffs in der Ziegelindustrie bekannt. Auch aktuell wird dieser Rohstoff nicht in Ziegelversätze eingeführt.

Die Lagerstättenvorräte können insgesamt als groß eingeschätzt werden.

Morl-Fuchsberg-Süd (16)

Von dem Vorkommen Morl-Fuchsberg-Süd (in Abbau, Abb. 15) wurden zwei Varietäten untersucht. Die kaolinitischen Tone unterliegen hier in ihrer Mächtigkeit und Verbreitung großen Schwankungen. Unregelmäßige wannen-, schüssel- und trogförmige Einzelvorkommen unterschiedlicher Größe und Ausdehnung sind nachgewiesen worden. Der Kaolinisierungsgrad nimmt zur Teufe hin ab. Das Material wird grusig und geht allmählich in grusig-zersetzten, z.T. kaolinisierten und schließlich gebleichten Pophyr über. Die Gehalte an gröberen Bestandteilen (angewitterter Feldspat und Quarz) schwanken in weiten Grenzen.

Al_2O_3-reiche und Feldspat-freie Varietät

Dieser Rohstoff ist streng genommen ein Rohkaolin mit einem Al_2O_3-Gehalt von > 26 %, dabei wenig Eisenoxid (< 0,5 %) und ca. 0,6 % TiO_2. Somit ist seine Brennfarbe im Temperaturbereich von 1100 bis 1250 °C weiß bis hell. Er besitzt aufgrund von geringen Gehalten an Alkalien/Erdalkalien in Verbindung mit dem hohen Al_2O_3-Gehalt eine sehr gute Feuerstandsfestigkeit, weshalb er bis 1250 °C einsetzbar ist. Der Kaolinit-Anteil liegt bei 52 %, die Dreischicht-Tonminerale liegen unter 10 % und sind von illitischem Charakter. Die Belastung mit organischem Kohlenstoff ist gering (0,1 %) und stellt bei dem Sinterverhalten dieses Rohstoffs kein Problem dar. Eine Belastung mit löslichen Salzen ist gegeben. Der Sulfatgehalt wurde mit 1650 mg/kg Trockensubstanz ermittelt. Dem Sulfatgehalt kann mit dem Einsatz von $BaCO_3$ entgegen gewirkt werden. Aufgrund der löslichen Salze finden sich im Eluat eine Leitfähigkeit von ca. 350 µS/cm und ein pH-Wert im sauren Bereich.
Das Verarbeitungsverhalten dieser Varietät ist gut. Mit 25 % Anmachwasser konnten einwandfreie Prüfkörper gezogen werden, die Trockenschwindung lag trotzdem nur bei 3,1 %. Nachteilig ist die Trockenbruchfestigkeit, die unter 1 MPa gemessen wurde. In granulometrischer Hinsicht (WINKLER-Diagramm) wäre der Rohstoff für die Produktion von Dachziegeln geeignet. Für Klinker ist er gut einsetzbar. Günstig für einen Rohkaolin ist der relativ geringe Siebrückstand bei 63 µm, welcher bei ca. 15–20 % liegt. Die Oberflächenqualität der Prüfkörper ist für Klinker ausreichend.

Im Projekt wurde dieser Rohstoff nicht in die Ziegelversätze eingebaut. Die Gründe lagen nicht in den keramischen Daten. Auch aus früheren Jahren ist keine Anwendung in der Ziegelindustrie bekannt. Aus Sicht der im Projekt ermittelten Daten ist der Rohstoff aber für andere keramische Anwendungen unbedingt zu empfehlen, der Rohstoff besitzt ein

Abb. 15: Aufschluss des kaolinitischen Tons vom Morl-Fuchsberg-Süd. Hier bildete sich nördlich von Halle die Lagerstätte aus permischen Vulkaniten im Ergebnis einer intensiven Kreide-/Tertiär-Verwitterung.

wertintensives Einsatzpotenzial. Der Rohkaolin kann in Steingutversätze (Wandfliesenbereich), u.a. als Ersatz für geschlämmte Kaoline, eingebaut werden. Er stellt auch die Grundkomponente für die Herstellung von hochwertigem Kaolin dar.

Feldspat-reiche Varietät

Der Rohstoff hat einen mittleren Al_2O_3-Gehalt von ca. 20 %. Sein Eisenoxid-Gehalt liegt unter 0,5 %, der TiO_2-Gehalt bei ca. 0,7 %. Daher brennt der Rohstoff in einem Temperaturbereich von 1050–1150 °C von hellcreme-hellgrau. Bei 1150 °C besitzt der Rohstoff immer noch eine Wasseraufnahme von 16 %. Hervorzuheben ist sein K_2O-Gehalt von 5,7 %. Entsprechend sind phasenanalytisch 30 % Feldspat (insbesondere Kali-Feldspat) ausgewiesen. Karbonatische Mineralanteile waren nicht nachweisbar. Der Kaolinit-Gehalt liegt bei 27 %, weiterhin wurden 9 % Dreischicht-Tonminerale gefunden, welche zu 100 % aus Hydromuscovit bestehen. Der Ton besitzt keinen organischen Kohlenstoff, ist jedoch mit löslichen Salzen belastet. Sulfat liegt bei ca. 400 mg/kg Trockensubstanz und kann mit der Zugabe von $BaCO_3$ in einen wasserunlöslichen Zustand überführt werden. In der plastischen Aufbereitung benötigt der Rohstoff einen Anmachwassergehalt von ca. 25 %. Die Trockenschwindung ist mit 3,3 % gut zu beherrschen, die Trockenbruchfestigkeit liegt bei ca. 1,7 %. Die Prüfkörper konnten in einer einwandfreien Geometrie gezogen werden, die Oberflächengüte ist für Klinker ausreichend. Seitens der Korngrößenverteilung lassen sich nach WINKLER Gitter- und Vollsteine herstellen.

Im Projekt wurde dieses Material nicht in die Ziegelversätze eingebaut. Die Gründe lagen nicht in den keramischen Werten. Der Rohstoff besitzt ein größeres keramisches Einsatzpotenzial. Er ist geeignet für jegliche Steinzeugprodukte, die mit geringen Wasseraufnahmen hergestellt werden. Dazu gehören insbesondere die Steinzeugrohre und Fußbodenfliesen. Er bildet weiterhin die Grundkomponente für die Herstellung von Kaolinen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Betrachtet wurden die kaolinitischen Tone von Etzdorf und Morl-Möderau. Sie sind gekennzeichnet durch hohe Gehalte an Al_2O_3, verbunden mit hohen Gehalten an Tonmineralen, wobei der Kaolinit-Gehalt zwischen 35–50 % liegt. Die Feuerstandsfestigkeit der Rohstoffe ist sehr gut. Sie lassen sich bis 1200 °C und höher einsetzen. Mit Ausnahme der Feldspat-reichen Varietät ist dementsprechend gering ihr Gehalt an Alkalien und Erdalkalien. Die untersuchten Proben weisen keinen Feldspat auf, der Quarzgehalt liegt zwischen 35 bis 40 %. Eine Belastung durch karbonatische Minerale liegt nicht vor. Die Brennfarbe wird von hellbeigen Tönen dominiert. Dies ist begründet in Eisenoxidgehalten < 0,5 % für die Morl-Fuchsberg-Rohstoffe und um 1,5 % für den Al_2O_3-reichen Ton von Etzdorf. Alle diese Rohstoffe weisen keine oder nur eine sehr geringe Belastung mit organischem Kohlenstoff auf. Die größere Menge löslicher Salze, welche diese Rohstoffe generell aufweisen, ist allerdings unbedingt zu beachten.

Die plastische Formgebung ist weitestgehend unproblematisch, gleichwohl fallen die sehr geringen Werte der Trockenbruchfestigkeit auf. Seitens der Korngrößenverteilung sind diese Rohstoffe vielseitig in Ziegelproduktversätzen einbaubar. Die hier untersuchten Rohstoffe sind geeignet für hochwertige hellbrennende Ziegelprodukte, insbesondere Klinkerprodukte. Im Weiteren ergaben die Untersuchungen Einsatzmöglichkeiten dieser Rohstoffe für Steingut- und Steinzeugprodukte und insbesondere die feldspatfreie Varietät von Morl-Fuchsberg eignet sich als Grundkomponente für einen Kaolin.

4.1.4.8 Beckentone der Oberkreide

Regionalgeologisch befindet sich das wichtigste Kreideverbreitungsgebiet Sachsen-Anhalts in der Subherzynen Senke. Die südliche Begrenzung dieser Struktur bildet die Harz-Nordrandstörung (Aufrichtungszone). Im Norden begrenzen die Salzstrukturen des Gr. Fallstein, Huy und Hakel die Senke. Im Santon erfolgten hier, bedingt durch Schwankungen der Küstenlinie, terrestrische Schüttungen (Konglomerat- und Grobsandhorizonte) in die tonig-mergelige Fazies, die sog. Heidelberg-Schichten (krHD) des Mittel- bis Obersantons. Während sich östlich Quedlinburg am Beckenrand die vorwiegend sandige Fazies des Flachwasserbereichs entwickelte, lagerten sich nordwestlich davon im Beckeninnern zeitgleich mit den Heidelberg- und Heimburg-Schichten graue bis graublaue Tone und Schluffe (Raum Zilly-Heudeber) ab. Aufgrund der petrographischen Ausbildung weisen nur die tonig-mergeligen Schichtglieder des Santons/Untercampans westlich der Linie Heimburg-Derenburg (Blankenburger Mulde, Beckeninneres) grobkeramische Eignung auf (Patzelt 1957, Rosenberger 1959, Oleikiewitz 1976, Brossmann 1979).

Die großflächige oberflächennahe Verbreitung und Mächtigkeit verschiedener tonig-mergeliger Horizonte des Coniacs/Santons ließen diese trotz ihres erhöhten Kalkgehalts (feinverteilt) potenziell interessant erscheinen. Daher wurde eine Probe aus dem Raum Quedlinburg in das Projekt mit einbezogen.

Untersuchte Einzellagerstätte

Quedlinburg (17)

Über die tonig-mergeligen Ablagerungen im Raum Quedlinburg liegen eingehende Erkundungs- und Prüfergebnisse vor. Danach ist eine 100 bis 110 m mächtige Wechselfolge von Tonflözen und mürben Sandsteinen nachgewiesen. Die Sandsteine sind gleichmäßig feinkörnig (Quarze wenig gerundet), mürbe bis stark verfestigt, enthalten ein schluffiges bis kieseliges Bindemittel und führen Braun- und Roteisensteinimprägnationen. Ihre Farbe ist gelbbraun, rotbraun bis weißgelb. Insgesamt wurden zehn Tonflöze (davon fünf untersuchungswürdig) angetroffen. Der Tonstein ist graugrün, hellgrau, braun, braungrau bis dunkelgrau, ± schluffig und nur schwach kalkig. Er führt Pflanzenhäcksel und Kohleschmitzen, Glaukonitkörner sowie lokal Jarosit- und Gipsnester. In die Tonsteine eingeschaltet sind dünne Feinsandsteinlagen mit Eisen-Mangan-Oxiden. Die Hangend- und Liegendgrenzen der Tonflöze sind scharf ausgebildet. Der Gehalt der Fraktion >63 µm nimmt zu den Grenzflächen hin auf 10 bis 35 % zu. Während der Tonkornanteil (<2 µm) in der Flözmitte 50 bis 80 % beträgt, nimmt er zu den Grenzflächen auf ca. 40 % ab. Die Mächtigkeit der einzelnen Tonflöze liegt zwischen 2 und 9 m.

Aus der Lagerstätte Quedlinburg gelangte ein grauer Ton zur Untersuchung. Es handelt sich dabei um einen rotbrennenden Ton mit einem mittleren Al_2O_3-Gehalt von ca. 18 %. Er brennt im Temperaturbereich von 1000 °C–1050 °C orangerot-ziegelrot. Später erfolgt der Farbumschlag zu braun (überbrannt). Bei 1150 °C bläht der Rohstoff. Die Gehalte der Alkalien und Erdalkalien sind durchschnittlich, lediglich der K_2O-Gehalt fällt etwas auf, er beträgt 2,7 %. Der Ton besitzt mehr als 50 % Tonminerale, davon 22 % Kaolinit und 37 % Dreischicht-Tonminerale, die ihrerseits zu je 50 % aus Wechsellagerungen Smectit/Illit und Muscovit bestehen. Der Ton besitzt eine geringe Belastung an organischem Kohlenstoff (0,24 %). Zudem ist er mit löslichen Salzen behaftet. Der Wert des löslichen Calciums liegt bei >1100mg/kg Trockensubstanz. Der Sulfatgehalt von ca. 320 mg/kg TS ist mit $BaCO_3$ zu kompensieren.

Die Untersuchung ergab einen ENSLIN-Wert von 120,9 %. Der erforderliche Anmachwasserbedarf betrug 25 %. Die Trockenschwindung lag mit 7,9 % ebenfalls außerordentlich hoch. Die Korngrößenverteilung zeigt ein relativ feines Material mit einem <2 µm-Wert von ca. 65 %. Daraus lässt sich ableiten, dass dieser Rohstoff sehr vorsichtig zu trocknen ist. Dessen unbenommen wurden im Projekt korrekte Prüfkörper ohne Beschädigungen hergestellt. Im WINKLER-Diagramm wird für diesen Rohstoff die Herstellung von Ziegelprodukten verneint. Er ist zu fein und wäre nur abgemagert einsetzbar.

Für diesen Rohstoff liegen zahlreiche Alt-Untersuchungen vor (Nuglisch 1981). Die chemischen Analysen entsprechen sich. In den mineralogischen Untersuchungen sind früher geringere Gehalte an Kaolinit festgestellt worden. Dafür sind die angege-

benen Quarzgehalte höher. In den Dreischicht-Tonmineralen sind die Analysen wieder vergleichbar. Etwas abweichend ist die Angabe von 2–4 % Feldspatanteilen. Im Projekt wurde kein Feldspat gefunden. Seitens der Granulometrie wurde teilweise ein deutlich gröberes Material untersucht. Es entspräche mehr den Erfordernissen für Ziegelprodukte. Auch der ENSLIN-Wert liegt aktuell eher am oberen Niveau der Alt-Werte, während sich die Angaben zur Trockenschwindung entsprechen. Ein wesentlicher Unterschied zu den Projektdaten besteht im Brennverhalten des Rohstoffs. Aus den Alt-Daten geht hervor, dass das Material bis 1100 °C gut zu brennen sei und dann über eine Wasseraufnahme von durchschnittlich 11 % verfüge. Dem ist auf Grundlage der Projektdaten überhaupt nicht zu folgen. Hier wurde eine Wasseraufnahme von 3,7 % bei 1050 °C erreicht und bei 1150 °C blähte der Rohstoff bereits sehr. Besonders aufgrund des sehr unterschiedlichen Brennverhaltens ist es für zukünftige Nutzungen dieses Rohstoffs notwendig, die Grube ordnungsgemäß zu beproben.

Bis 1990 diente dieser Rohstoff zur Herstellung kräftig roter Hintermauerziegel (bei 1000 °C) verschiedener Ausführungen. Im Rahmen des Projekts wurde der Rohstoff in einen Klinkerversatz eingebaut und bei 1050 °C gebrannt. Zumindestens in Kombination mit dem Auelehm von Hohengöhren und 10 % Sand Tornitz gelang dies nicht erfolgreich. Das Material war noch nicht dicht und hatte bereits eine zu hohe Durchbiegung. Aufgrund seiner Salzgehalte wurde der Rohstoff in weniger dicht brennende Produktversätze nicht eingebaut.

Auf der Grundlage der im Projekt gewonnenen Daten ist aus heutiger Sicht der Ton Quedlinburg streng genommen ein nicht mehr einsetzbarer Rohstoff. Die Salzgehalte, die zu hohe Feinheit und die ausgeprägte Trockenempfindlichkeit sprechen gegen eine Anwendung. Das gilt sowohl für die Ziegelherstellung als auch für jede andere keramische Verwendung. An dieser Stelle muss jedoch darauf verwiesen werden, dass der Oberkreide-Ton von Quedlinburg bereits in der Vergangenheit (seit 1914) zur Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse herangezogen wurde. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich nicht eindeutig entscheiden, ob die im Projekt untersuchte Einzelprobe für die komplizierte Gesamtlagerstätte mit ihren verschiedenen Wechselfolgen repräsentativ ist.

Die Lagerstättenvorräte sind aus heutiger Sicht als mittel zu bezeichnen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Bei dem untersuchten Rohstoff von Quedlinburg handelt es sich um einen Ton mittleren Al_2O_3-Gehalts mit einem sehr hohen Anteil an Tonmineralen (ca. 60 %). Kaolinit, Smectit in Wechsellagerungen mit Illit und Muscovit liegen in ca. gleichen Anteilen vor. Feldspat ist nicht nachweisbar. Der mittlere Quarzgehalt beträgt ca. 40 %. Mit einem Eisenoxidgehalt von <5 % ist seine Brennfarbe nicht sehr intensiv ausgeprägt, es sind blasse orangerote bis ziegelrote Töne zu erreichen. Der Rohstoff ist frei von schädlichen Karbonaten, besitzt einen geringen Gehalt an organischem Kohlenstoff. Eine deutliche Belastung mit löslichen Salzen liegt vor. Auffällig sind hohe Konzentrationen von Calcium-, aber auch Kalium- und Magnesium-Ionen im Eluat. Magnesiumsalze sind dabei besonders schädlich, da während des Brennens größere Volumenänderungen stattfinden, welche den Formling mechanisch zerstören können.

Die hohen Tonmineralgehalte bewirken bei den plastisch geformten Rohlingen hohe Trockenschwindungen >7 %. Dementsprechend besitzt der Rohstoff eine gute Trockenbruchfestigkeit. Der Ton ist bzgl. der Korngrößenverteilung relativ fein und muss immer abgemagert werden.

Das Material lässt sich nicht dicht brennen, sondern bläht ab 1050 °C. Die geringste erzielbare Wasseraufnahme wurde mit 3,5 % ermittelt. Aus keramischer Sicht handelt es sich um einen unter heutigen Maßstäben nur schwierig einsetzbaren Ziegelton-Rohstoff, der durch seine sehr hohe Trocknungsempfindlichkeit und die Belastung mit löslichen Salzen in der Anwendung sehr eingeschränkt ist.

4.1.4.9 Tone des Lias

Pelitische Schichten des unteren Juras sind innerhalb der westlichen Subherzynen Senke nur lokal verbreitet. Der Ablagerungsraum des Lias war als buchtförmige Senke mit NW-SE-Erstreckung ausgebildet, die sich während der Sedimentation asymmetrisch ausformte. Mehrfach wechselten Transgressionen und Regressionen. Sande und Schluffe wurden dabei vom Norden her geschüttet. Geringere Liasmächtigkeiten im Bereich der Fallstein-Schwelle werden von NW-SE-streichenden Randtrögen im Gebiet Lappwald-Mulde/Allertal-Störungszone und vor dem nördlichen Harzrand mit mächtigen Liasablagerungen umgeben. Die ursprünglich flach gelagerten jurassischen Sedimente wurden im Zuge der saxonischen Gebirgsbildung in ein kompliziertes Schollenmosaik zerlegt und z. T. verkippt. Diese Zerblockung vollzog sich entlang NW-SE-vorgezeichneter Achsen. Vertikalbrüche weisen dabei Sprunghöhen bis zu 90 m auf. Hinzu kommen weiterhin die sich im Jura andeutenden orogen und auch halokinetisch bedingten Aufbeulungen des Fallsteins, Huys, Hakels und in der Allertal-Störungszone sowie der jüngsten Bildung, dem Quedlinburger Sattel. Die einzelnen Stufen des Lias treten in den verschiedenen isolierten Vorkommen mit unterschiedlichen Mächtigkeiten auf, ohne jedoch erhebliche Abweichungen in der stofflichen Ausbildung aufzuweisen. Auf Grund der überwiegend schluffig-tonigen, weniger feinsandigen Ausbildung und der verhältnismäßig weiträumigen Verbreitung ist im Untersuchungsgebiet für die hier behandelte Thematik nur der Untere Lias von Bedeutung. Wie heute gab es auch in der Vergangenheit in der Subherzynen Senke nur wenige Aufschlüsse, in denen jurassische Tone zur Ziegelherstellung genutzt wurden.

Zahlreiche Erkundungsbohrungen auf Ziegeltone wiesen 1967/68, 1974 und 2001 südwestlich von Wefensleben im Lias α_{1-2} erhebliche Rohstoffvorräte nach. Hierbei konnte folgendes Profil festgestellt werden:

Ebenfalls positive Ergebnisse hatten Erkundungsarbeiten im Jahr 1994 in der Schöppenstedt-Ohrslebener Mulde nördlich Wackersleben.

Die dunkelgrauen kalkfreien z.T. sandstreifig gebänderten Tonsteine des Lias α_1 erreichen eine Mächtigkeit von etwa 20 m. Sie enthalten geringe Reste organischer Substanz. Abgeschlossen wird diese Folge von einem etwa 2 bis 3 m mächtigen Sandstein, der sog. Proarieten-Bank. Der Lias α_2 beginnt mit einer ca. 30 m mächtigen Wechselfolge dunkelgrauer, schwach kalkiger Ton- bis Schluffsteine (Untere Angulaten-Schichten), in die signifikante hellgraue, z. T. kalkige Sandsteinlagen (Angulatensandsteine) eingeschaltet sind. Vereinzelt enthalten die Ton- und Schluffsteine cm-mächtige Kalksteinlagen. Mit den Aufsuchungsarbeiten im Nordostteil der Lappwald-Mulde wurden die oberen 40 m des oberen Hettang (Lias α_2) aufgeschlossen (Abb. 16) und keram-technisch untersucht. In der Schöppenstedt-Ohrslebener Mulde nördlich Wackersleben sind dagegen die basalen Bereiche des Hettang des Lias α_1 und die unteren Partien des Lias α_2 mit den Untersuchungsarbeiten erfasst und keram-technisch bestimmt worden.

Abb. 16: Tontagebau Wefensleben (ca. 1980). Die sandstreifig gebänderten Tonsteine des Lias α_1 erreichen eine Mächtigkeit von etwa 20 m.

Sinemur	$jlu\alpha_3$	Arieten-Schichten	
Hettang	$jlu\alpha_2$	Unt. u. Ob. Angulaten-Schichten	40,0 m
	$jlu\alpha_{1d}$	Proarieten-Bank	2–3 m
	$jlu\alpha_{1c}$	*Schichtlücke*	–
	$jlu\alpha_{1b}$	Johnstoni-Schichten	18,5 m
	$jlu\alpha_{1a}$	Planorbis-Bank	2,0 m
Rät	ko_3	Triletes-Schichten	

Die Juravorkommen der Remlingen-Pabstorfer Mulde, der Halberstädter Mulde und des Quedlinburger Sattels, denen perspektivische Bedeutung zukommen könnte, weisen nur engräumige Ausstriche auf. Darüber hinaus sind Aufschlüsse innerhalb dieser Juravorkommen verhältnismäßig selten.

Untersuchte Einzellagerstätte

Wefensleben (18)

Von der Lagerstätte Wefensleben wurden zwei Varietäten untersucht, der obere und der untere Horizont. Diese Rohstoffe besitzen einen durchschnittlichen Al_2O_3-Gehalt von 17,5–18,5 %. Ihr Fe_2O_3-Gehalt liegt deutlich über 6 % und somit besitzen beide Rohstoffe eine ziegelrote bis braune Farbe zwischen 1050 und 1200 °C. Die beiden Rohstoffe weisen auffällige Gehalte an MgO und K_2O auf. Der MgO-Gehalt liegt zwischen 1,2–1,7 %, der K_2O-Gehalt zwischen 2,2–2,4 %. Jedoch zeigt die Mineralogie weder Feldspat noch Dolomit. Die gesamten Alkalien und Erdalkalien finden sich gebunden an den – mit 36 bis 41 % sehr hohen – Anteil der Dreischicht-Tonminerale. Diese bestehen ihrerseits aus ca. 50 % Wechsellagerungen Smectit/Illit und Muscovit/Hydromuscovit. Darüber hinaus besitzen beide Rohstoff-Varietäten noch 20 % Kaolinit. Der Wefensleben-Ton des oberen Horizonts erreicht bei 1150 °C Klinkerqualität. Die untere Varietät erfüllt diese Anforderung ebenfalls, fängt jedoch bei weiter steigender Brenntemperatur zu blähen an, ohne komplett dicht zu sintern. Die Brennbiegefestigkeiten der beiden Varietäten bei 1150 °C sind als unterdurchschnittlich zu bewerten. Beide Rohstoffe besitzen keine schädlichen Gehalte an karbonatischen Mineralanteilen. Dafür bringen beide Varietäten organischen Kohlenstoff mit (oberer Horizont ca. 0,3 %, unterer ca. 0,7 %). Schwarze Kerne entstanden im Projekt nur bei der 1200 °C-Variante des unteren Horizonts, welche ohnehin auch blähte. Die Varietät des oberen Horizonts besitzt keine Belastung durch lösliche Salze. Dagegen besitzt der untere Horizont vergleichsweise hohe Salzgehalte, der Sulfat-Wert liegt bei >1200 mg/kg Trockensubstanz. Die Leitfähigkeit im Eluat wurde entsprechend festgestellt.

In der plastischen Aufbereitung verhalten sich beide Rohstoffe mit Anmachwassergehalten von 19 und 20 % scheinbar problemlos. Die Trockenschwindung wurde zwischen 5,4–6 % bestimmt. Die Trockenbruchfestigkeiten sind durchschnittlich. In der Korngrößenverteilung sehen beide Rohstoffe ähnlich gut aus. Laut WINKLER-Diagramm ließen sich aus der oberen Varietät alle Ziegelprodukte herstellen, aus der unteren Gitter- und Vollsteine.

Zu den Rohstoffen von Wefensleben liegen frühere Untersuchungsergebnisse vor. Dabei stimmen die Werte der chemischen Analysen mit den Projektdaten recht gut überein. Die Mineralogien sind etwas zu differenzieren. Calcit und Dolomit konnten im Projekt nicht nachgewiesen werden, auch kein Pyrit oder Markasit. In den übrigen Parametern, insbesondere den Tonmineralanteilen, streuen die Angaben der Alt-Werte dagegen sehr, sind aber mit den Projektdaten vereinbar. Die Angaben zu den keramischen Daten verhalten sich ähnlich (Abb. 17), auch im Brennverhalten wurde Blähen bei 1200 °C festgestellt. Für die Varietät des oberen Horizonts sollten vor Neuanwendungen dieser Rohstoffe sicherheitshalber erneute Beprobungen durchgeführt werden.

Im Projekt wurde der Wefensleben-Ton (oberer Horizont) in einen Klinker-, zwei Pflasterklinker- und einen Dachziegelversatz eingebaut. Einer der beiden Pflasterklinker sowie der Dachziegelversatz zeigten gute keramische Werte. Der Rohstoff des unteren Horizonts wurde aufgrund seiner Belastung mit löslichen Salzen nicht für Ziegelversätze ausgewählt. Seit 1978 werden Hintermauerziegel bei 950 °C mit diesen Rohstoffen hergestellt. Aus Sicht der Ergebnisse dieses Projekts ist für die Varietät des oberen Horizonts eine mögliche Verwendung für Klinker-, Pflasterklinker- und Hintermauerziegel gegeben. Der Rohstoff bringt keine Schadstoffe mit, seine etwas höhere Trockenschwindung ist zu beachten und er sollte vielleicht nicht über 1150 °C gebrannt werden. Die Varietät des unteren Horizonts ist unter heutigen strengen keramischen Anforderungen weniger für die Ziegelproduktion geeignet. Die löslichen Salze und der hohe Anteil an organischem Kohlenstoff sind ungünstig für eine stabile Ziegelproduktion. Eventuell ist er als Beimengung in kleinen Anteilen in Versätzen mit anderen stabilen Tonen zu verwenden.

Die Lagerstätte Wefensleben versorgt ein nahe gelegenes modernes Ziegelwerk (Abb. 18) und ist als groß einzustufen.

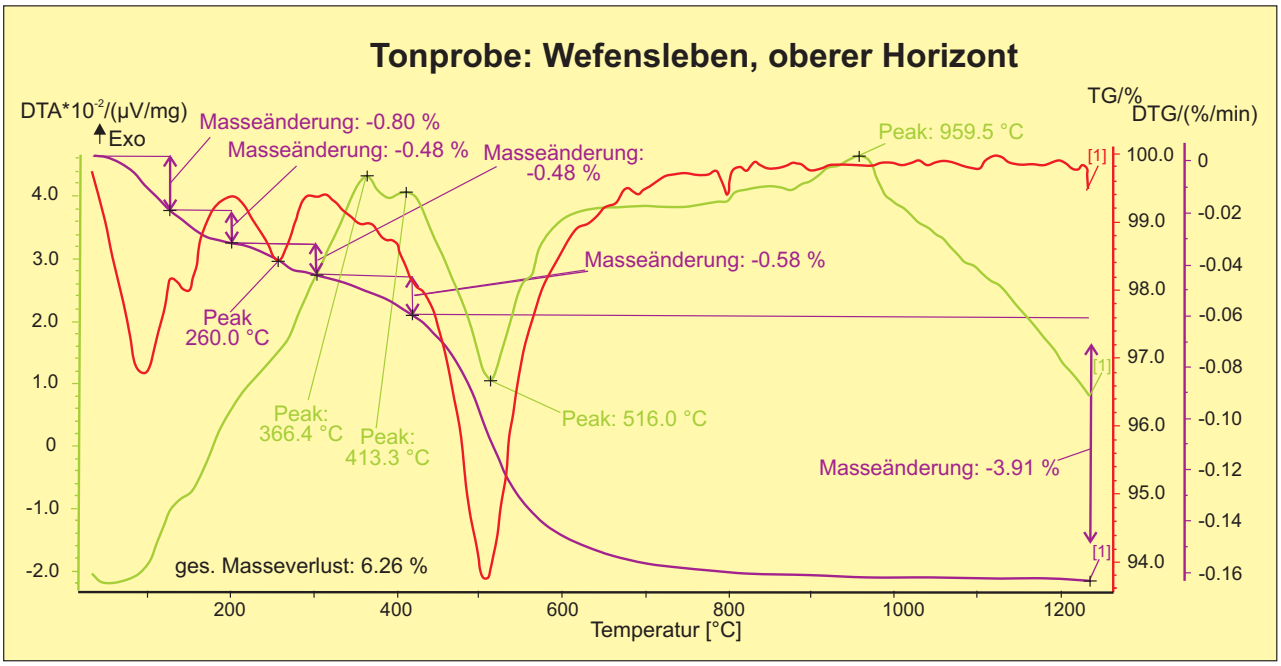


Abb. 17: Diagramm der Thermoanalysen des Lias-Tons von Wefensleben. Die Analysen der Differentialthermoanalyse und der Thermogravimetrie zeigen den Wärmeumsatz bei physikalischen oder chemischen Umwandlungen und den Masseverlust der Probe bei der Erwärmung an. Diese Daten sind von wesentlicher Bedeutung für die Festlegung des Brennvorgangs (Ofenkurve).

Abb. 18: Das Ziegelwerk Wefensleben. Mit dem Nachweis grobkeramisch gut geeigneter Tonsteine des Lias fiel bereits in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts die Entscheidung, an diesem Standort eine moderne Produktionsstätte zu errichten. Heute wird hier eine breite Palette hochqualitativer Ziegelprodukte erzeugt.

Zusammenfassung der Projektdaten

Zum unteren Jura gehören die Rohstoffvorkommen von Wefensleben. Diese Rohstoffe sind gekennzeichnet durch relativ einheitliche keramische Kennwerte. Es handelt sich um Rohstoffe mit einem hohen Anteil an Tonmineralen (>50 %), die zu zwei Dritteln aus Dreischicht-Tonmineralen und zu einem Drittel aus Kaolinit bestehen. Die Dreischicht-Tonminerale werden überwiegend aus Smectiten gebildet, man findet außerdem Hydromuscovit und Glimmer. Die Wefenslebener Rohstoffe besitzen einen geringen Anteil an Erdalkalien/Alkalien. Daher weist die Mineralogie weder Feldspat noch Calcit oder Dolomit auf. Auffällig ist das Vorhandensein von 3–4 % Goethit. Die Rohstoffe sind begleitet von mittleren Gehalten an organischem Kohlenstoff. Schwarze Kerne bei höheren Brenntemperaturen (>1150 °C) sind daher zu erwarten. Die Schwankungsbreite im Vorhandensein wasserlöslicher Salze ist sehr groß. Sie reicht von überhaupt keiner Belastung bis zu keram-technisch problematisch verarbeitbaren Größenordnungen von >1200 mg/kg Trockensubstanz im unteren Horizont.

Die Trockenschwindung der Rohstoffe bei plastischer Verarbeitung ist zu beachten (5–6 %). Die Trockenbruchfestigkeiten sind gut. In ihrer Kornverteilung liegen die Wefensleben- Rohstoffe günstig für Ziegelprodukte.

Die Brennfarbe der Rohstoffe reicht von ziegelrot bis braun. Aufgrund des höheren TOC von 0,7 % sowie des hohen Gehalts an Dreischicht-Tonmineralen bläht die Varietät des unteren Horizonts ab 1200 °C. Ein Dichtsinterstadium wird ggf. nicht erreicht, daher sind die Brennbiegefestigkeiten beider Varietäten bei 1150 °C lediglich von mittlerer Güte.

Die Varietät des oberen Horizonts ist aus keramischer Sicht ein guter Rohstoff für die Ziegelproduktion, wenngleich die Eigenheiten des Rohstoffs in der Aufbereitungstechnologie zu berücksichtigen sind. Im unteren Horizont ist der Rohstoff eher problematisch in der keramischen Verarbeitung und sollte daher nur in geringen Mengen zugesetzt werden.

4.1.4.10 Tone des Mittleren Keupers

In flächiger Verbreitung sind Schichten des Keupers im Subherzyn vorrangig auf die Oschersleben-Bernburg-Scholle und untergeordnet auch auf die Weferlingen-Schönebeck-Scholle begrenzt. Unbedeutende Vorkommen existieren auch an der NW- und SE-Flanke des Quedlinburger Sattels und der Aufrichtungszone zwischen Benzingerode, Blankenburg, Timmenrode sowie westlich Ballenstedt.

Grobkeramisch genutzt wurden die Tone des Unteren Keupers in der ehem. Ziegelei Wanzleben/Börde und die des Mittleren Keupers in der Ziegelei Gröningen bis etwa 1990. In der Vergangenheit bestanden Gewinnungsstellen von Keuper-Tonen auch am Fallstein, am Harz-Nordrand und in der engeren Umgebung von Halberstadt. Die Ton- und Schluffsteine des Mittleren Keupers (Verwitterungsbereiche des Steinmergelkeupers, Arnstadt-Formation) werden heute nur noch sporadisch genutzt und ausschließlich für Deponiezwecke eingesetzt (Gröningen). Unterschiede in der Korngrößenzusammensetzung, hohe Sulfatgehalte sowie Probleme bei der keramischen Verarbeitung schränkten die keramische Nutzung erheblich ein (Brühl 1956, Gaevert 1969, Model 1969, Katzschmann 1975).

Untersuchte Einzellagerstätte

Gröningen (19)

Im Bereich der ehem. Ziegelei Gröningen zwischen der Huy- und Hakel-Antiklinale wurde ein lokales, allseitig von mächtigem Känozoikum umgebenes Vorkommen der Arnstadt-Formation genutzt, das am Standort nicht mehr erweiterungsfähig ist. Erosiv bedingt ist diese Folge nicht mehr in ihrer vollen Mächtigkeit anzutreffen. Die durch Verwitterung aufgelockerten Bereiche der Oberen Bunten Steinmergelfolge sind etwa 6 bis 17 m mächtig.

Aus der Lagerstätte wurden für dieses Projekt zwei Varietäten Keupertone untersucht, eine bunte und eine graue. Chemisch unterscheiden sich die zwei Varietäten nicht signifikant, auch mineralogisch sind keine sehr großen Unterschiede festzustellen. Es handelt sich um Rohstoffe mit 18–19 % Al_2O_3 und einem Fe_2O_3-Gehalt von 5–7,5 %. Diese Rohstoffe brennen trotzdem nur schwach ziegelrot bis schnell braun aus. Sie besitzen mit 3,5–4 % weiterhin beachtenswerte Gehalte an K_2O. Mineralogisch ist ein sehr hoher Anteil an Dreischicht-Tonmineralen von 48 % bei beiden Varietäten auffällig. Diese bestehen ungefähr zu gleichen Anteilen aus Smectiten (auch in Wechsellagerungen) und Muscovit. Der Kaolinitgehalt beträgt weitere 13–14 %. Somit verbleibt ein relativ geringer Gehalt an Quarz von ca. 23–26 %. Die Gröningen-Rohstoffe weisen eine geringe Belastung mit organischem Kohlenstoff auf. Obwohl 0,29 % TOC (Keuper bunt) einen niedrigen Wert darstellen, sind doch beide Rohstoffe nur niedrig brennend und bilden sehr früh eine dichte Sinterhaut. Die Rohstoffe besitzen deshalb trotzdem schwarze Kerne und blähen. Die möglichen Anwendungstemperaturen dieser Rohstoffe liegen nach den Ergebnissen dieses Projekts bei maximal 900 °C. Der Rohstoff Gröningen Keuper grau ist ab 950 °C gebläht, Keuper bunt ab 1050 °C. Der Bildung von schwarzen Kernen ist nur mit einer dafür optimierten Brennkurve Rechnung zu tragen. Beide Gröningen-Rohstoffe sind mit löslichen Salzen belastet, der Keuper bunt allerdings deutlich mehr als der Keuper grau. Ein Einsatz im Hintermauerziegelbereich erfordert die entsprechende Zugabe von $BaCO_3$.

In der plastischen Aufbereitung der Gröningen-Rohstoffe liegen Probleme. Der ENSLIN-Wert von >130 % zeigt einen sehr hohen Anmachwasserbedarf von bis zu 28 % an. Als Folge hiervon liegt die Trockenschwindung der Varietäten zwischen 7–8,5 % und darauf hin werden auch ausgesprochen hohe Trockenbruchfestigkeiten von 11–14,5 MPa erzielt. Seitens der Granulometrie sind die Rohstoffe im WINKLER-Diagramm keiner Ziegel-Produktgruppe zuzuordnen. Der Anteil < 2 µm liegt bei 60,5 % (Keuper bunt) bzw. 67,8 % (Keuper grau).

Zu den Gröningen-Rohstoffen und anderen Keupertonen liegen Analysen-Daten vergangener Jahre vor. Chemisch und mineralogisch sind keine großen Differenzen zu erkennen. Auf den hohen ENSLIN-Wert sowie den damit verbundenen sehr hohen Anmachwassergehalt wurde hingewiesen, ebenso auf die hohe Trockenschwindung mit der sehr guten Trockenbruchfestigkeit. Organischer Kohlenstoff wurde nur in einem Fall ermittelt. Der Wert lag bei 0,5 %. Im Projekt weist der Keuper bunt den höchsten Wert mit 0,29 % auf. Im Brennverhalten gibt es erhebliche Unterschiede in den Analysenergebnissen. Es wurden Brennergebnisse bis 1100°C erhalten. Dann setzte der Blähvorgang ein. Laut Projektdaten liegen die Temperaturen des Blähbeginns signifikant tiefer (s. vorangegangene Ausführungen). Es ist jedoch letztlich eine Frage der Brennkurve, ob und wann der Blähprozess einsetzt. Bezüglich der Korngrößenverteilung zeichnet sich eine signifikante Veränderung der Gröningen-Rohstoffe zum Feineren ab. Die < 2 µm-Werte der Alt-Daten bewegen sich in einem Intervall zwischen 32 und 50 %, im Projekt wurden dagegen 60,5 % (Keuper bunt) und 67,8 % (Keuper grau) ermittelt. Diese abweichenden Befunde könnten auch erklären, warum die Temperaturen des Blähbeginns der Rohstoffe im Projekt tiefer bestimmt wurden.

Aufgrund der sehr geringen Feuerstandsfestigkeit, der Belastung mit löslichen Salzen sowie der Bläherscheinungen bei bereits relativ niedrigen Brenntemperaturen wurden im Rahmen des Versatzes beide Varietäten nicht für den Einbau in Ziegelversätze vorgesehen. In den Jahrzehnten vor 1990 wurden aus dem Material bei 950 °C Hintermauerziegel hergestellt. Texturprobleme mit folgender größerer Ausfallquote sind bekannt.
Aus jetziger keramischer Sicht haben die Gröningen-Rohstoffe am Markt aufgrund vieler problematischer Kennwerte, wie insbesondere der sehr hohen Feinheit, dem sehr hohen Quellvermögen verbunden mit einer sehr hohen Trockenschwindung (problematischer Trocknungsvorgang) und der sehr geringen Feuerstandsfestigkeit kaum eine Chance auf Vermarktung. Andere keramische Anwendungen, außer der für Hintermauerziegel, sind nicht denkbar.

Bei der Lagerstätte Gröningen handelt es sich um Restvorräte geringeren Umfangs.

Zusammenfassung der Projektdaten

Die Rohstoffe von Gröningen sind gekennzeichnet durch einen mittleren Al_2O_3-Gehalt von 18 bis 19%. Ihr Gehalt an Dreischicht-Tonmineralen liegt mit >45% außerordentlich hoch. Diese bestehen ihrerseits zu gleichen Anteilen aus Smectiten (oder Wechsellagerungen Illit/Smectit) und Glimmer. Der Kaolinitgehalt ist gering (15%).Sie besitzen wenig Quarz und etwas Feldspat. Karbonatische Mineralanteile sind nicht vorhanden. Die Gröningen-Rohstoffe sind begleitet von kleinen Gehalten an organischem Kohlenstoff. Ihre Belastung mit löslichen Salzen ist mittel bis hoch. Der Einsatz von $BaCO_3$ ist hier eine Kostenfrage.

Entsprechend der Tonmineralcharakteristik ist die Trockenschwindung sehr hoch, die ENSLIN-Werte liegen über 130%. Die Trockenbruchfestigkeit ist sehr gut (>10 MPa). In ihrem Kornaufbau sind sie relativ fein und müssen abgemagert werden. Das Brennverhalten ist sehr problematisch und technisch im Fall der grauen Varietät nicht mehr beherrschbar. Die Rohstoffe blähen bereits bei tiefen Temperaturen (grau: 950°C). Die Brennfarben reichen trotz >7% Fe_2O_3 nur von blassen Ziegelrottönen bis braun.

Für den Einsatz in der Ziegelproduktion eignen sich diese Rohstoffe günstigstenfalls als kleine Versatzkomponente für Hintermauerprodukte.

4.1.4.11 Tone des Buntsandsteins

Gesteine der Unteren Trias wurden und werden in Sachsen-Anhalt grobkeramisch genutzt. Für die Schluff-/Tonsteine wird die qualitative Rohstoffkennzeichnung jedoch getrennt für den Oberen Buntsandstein (Pelitröt-Folge), Mittleren Buntsandstein (Volpriehausen-Folge) und den Unteren Buntsandstein (Bernburg-Folge) vorgenommen.

In Sachsen-Anhalt befinden sich oberflächennahe Verbreitungsgebiete des Buntsandsteins zwischen dem nördlichen Harzvorland und der Thüringischen Senke (südöstliches Harzvorland) im Wesentlichen im Bereich folgender Strukturen:
- Weferlingen-Schönebeck-Scholle,
- Oschersleben-Bernburg-Scholle,
- Halberstadt-Blankenburg-Scholle,
- Merseburg-Scholle und
- Hermundurische Scholle.

Der Kenntnisstand über den Buntsandstein in Sachsen-Anhalt ist in den letzten Jahren durch zusammenfassende Arbeiten von Radzinski (1995, 1996, 1997, 1999) entscheidend verbessert worden.

Für das Buntsandsteinbecken ist eine sehr weiträumige und nur schwach ausgeprägte Faziesdifferenzierung charakteristisch, die sich durch große Horizontbeständigkeit der größeren lithstratigraphischen Einheiten ausdrückt (chemogene und auch teilweise klastische Bildungen). Auf der Grundlage zyklischer Sedimentationsabläufe erfolgt eine einheitliche Gliederung des Buntsandsteins, deren Vollständigkeit von der Lage des Profils innerhalb des Sedimentationsraums abhängt.

Der Sedimentationsraum des Buntsandsteins untergliedert sich generell in drei Fazieszonen:
- Randzone mit überwiegend psammitischer Sedimentation (sandig),
- Übergangszone mit überwiegend pelitischer Sedimentation (tonig-sandig bis tonig-schluffig) und
- beckeninnere Zone mit überwiegend pelitischer und karbonatisch-sulfatischer Sedimentation.

Während die Randzone viel Grobkorn (überwiegend Quarz) aufweist und die Gesteine des Beckeninneren durch hohe Flussmittel- und Sulfatgehalte gekennzeichnet sind, bieten die Faziesbereiche der Übergangszone die günstigeren Voraussetzungen für eine grobkeramische Nutzung. Die oberflächennah verbreiteten Tonvorkommen des Buntsandsteins in Sachsen-Anhalt gehören alle der Übergangszone an. Wegen ihrer ehemals erheblichen wirtschaftlichen Bedeutung liegt über ihre Erkundung ein sehr umfangreicher Fundus an lagerstättengeologischen Berichten vor (Auswahl: Borbe 1965, Brendel 1958, Büchner 1976, 1977, 1979, Karpe, P. 1966, 1973, Karpe, W. 1964, 1976, Katzschmann 1958, 1961, Lange & Steiner 1970, Nuglisch & v.Poblotzky 1983, Pomper 1960, Rosenberger 1959, Schulze 1973, String & Karpe P. 1969, Trembich 1969, Wiehle 1977, Zörner 1969).

Oberer Buntsandstein (Röt)

Der Obere Buntsandstein des Subherzyns bildet nur in Ausnahmefällen eine geeignete Rohstoffbasis für die Ziegelherstellung. Qalitativ ungünstig beeinflusst wird das Material der Pelitrötfolge durch Gips- und Dolomiteinlagerungen. Auch durch eine selektive Gewinnung erfolgt keine entscheidende Verbesserung der zum Einsatz kommenden Massen, so dass sich der Rohstoff insgesamt als problematisch erweist (z. B. ehem. Ziegelei Königsaue).

Untersuchte Einzellagerstätte

Königsaue (20 b)

Das von der Ziegelei Königsaue bis Ende 2002 genutzte Vorkommen befindet sich in der Güstener Mulde, im SE-Bereich der Oschersleben-Bernburg-Scholle unmittelbar am Rand des Tertiärbeckens von Königsaue. Im Zuge von Erkundungsarbeiten wurde hier folgender Schichtaufbau nachgewiesen:

Obere Violettfolge (soOV)	Ton-/Schluffstein, kalkig-dolomitisch, rötlichbraun-grünlichgrau	2,9 bis 12,8 m
Rote Werksfolge (soRW)	Schluff-/Tonmergelstein, durchgängig kalkig, grünlichgrau	11,9 bis 18,0
Untere Violettfolge (soUV)	Schluff-/Tonmergelstein, kalkig-dolomitisch, grünlichgrau gebleicht	6,3 bis 11,9 m
Sulfat 3 (soAN3)	Ton-/Schluffstein (z. T. mit Gipsaschen), dunkelgrau	12,5 m

Die primär unverwitterten Gesteine des Röt unterlagen einer intensiven Tertiärverwitterung. Regional zeigt die Verwitterung eine deutliche Beziehung zum Rand des Tertiärbeckens von Königsaue, die mit hoher Wahrscheinlichkeit vor Bildung des limnischen mitteleozänen Beckens an der Flanke des Aschersleben er Sattels erfolgte. In der Verwitterungszone fanden sekundäre Veränderungen des primären Mineralbestands, der Struktur der Gesteine sowie deren Farbe statt. Indikationen sind ein quellfähiges Illit-Chlorit-Wechsellagerungsmineral und Kaolinit, der in diesem Raum für die tertiäre Verwitterung typisch ist. Weiterhin fanden neben einer mechanischen Auflockerung des Gesteinsgefüges auch geochemische Veränderungen, z. B. die Reduktion von Fe^{3+} zu Fe^{2+} (Auftreten von Pyrit) statt. Von der intensiven Tertiärverwitterung wurde inbesondere die Obere Violettfolge erfasst. Bei den Aufsuchungsarbeiten 1974 wurde der Rohstoff nicht stratigraphisch sondern ausschließlich nach dem Grad der Verwitterung in zwei Zonen untergliedert, unter keram-technischen Aspekten bearbeitet (z. B. Beprobung des Rohstoffs) und bewertet.

In diesem Projekt wurden vom oberen Buntsandstein in Königsaue drei Varietäten untersucht, eine rotbraune, eine helle und eine graue. Sie unterscheiden sich in dieser Reihenfolge im Al_2O_3-Gehalt, der in den drei Proben von ca. 14,5 % bis auf 21,5 % ansteigt. Einheitlich besitzen diese Varietäten einen ähnlichen Fe_2O_3-Gehalt zwischen 4,5 % und 6 %. Ihre Brennfarbe variiert daher von blass ziegelrot bis dunkelbraun (sogar oliv). Auffällig sind durchgängig hohe K_2O-Gehalte von 3,5–4,5 %. Weiterhin weist die rotbraune Varietät große Mengen MgO und CaO auf, der Dolomit-Gehalt liegt bei 22 %. Die graue Varietät hingegen ist frei von karbonatischen Anteilen. In Art und Menge der Tonminerale verhalten sich die drei Varietäten sehr unterschiedlich. Die rotbraune Varietät besitzt keinen Kaolinit, aber 31 % Dreischicht-Tonminerale. Diese setzen sich aus einem Drittel Smectite in Wechsellagerungen und zwei Dritteln Muscovit zusammen. Die graue und die helle Varietät weisen je 19 % Kaolinit auf und 35–45 % Dreischicht-Tonminerale. Letztere sind in den Anteilen ebenso wie die rotbraune Varietät zusammen gesetzt. Alle drei Buntsandsteinvarietäten sind geringfügig mit organischem Kohlenstoff belastet, die Gehalte sind beim Brennen zu berücksichtigen, aber gut zu beherrschen. Von der rotbraunen über die helle bis zur grauen Varietät steigen die Gehalte an löslichen Salzen auf ein sehr hohes Maß. Während in der rotbraunen Varietät die Sulfatgehalte noch unter 500 mg/kg TS liegen, übersteigen diese in der grauen Varietät die Marke von 11000 mg/kg TS. Die Folge sind pH-Werte im stark sauren Bereich und Leitfähigkeitswerte im Eluat von bis zu 2500 µS/cm.

In der Aufbereitung verhalten sich die drei Varietäten entsprechend ihrer Tonmineral-Charakteristik differenziert. In der Reihenfolge rotbraun-hell-grau steigt der Anteil <2 µm von 24% auf 93%. Die Trockenschwindungswerte liegen zwischen 4,5 und 6,2%, d.h. der Trocknungsvorgang kann nicht sehr robust geführt werden. Die ENSLIN-Werte der hellen und grauen Varietät liegen bei >100%. Daher war der Anmachwasserbedarf bei beiden Rohstoffen sehr hoch und liegt bei 26% bzw. 28%. Die Trockenbruchfestigkeit der grauen Varietät ist ungenügend (1,74 MPa), die der rotbraunen und hellen ausreichend (3–4 MPa). Das Vakuumstrangziehen der Buntsandstein-Rohstoffe verlief nicht unproblematisch. Die rotbraune Varietät zeigt einen mageren Charakter, der Rohstoff ist leicht rissig. Auch die graue Varietät wurde als sehr steif empfunden. Die gezogenen Prüfkörper konnten dennoch in einwandfreier Geometrie erhalten werden. Im Brand sind alle drei Varietäten ab 1100–1150°C gebläht. Der Dichtbrand der rotbraunen Varietät stagniert bereits bei 1000°C. Die geringste Wasseraufnahme bei 1000°C beträgt 3,1%. Die beiden anderen Varietäten erreichen bei 1050°C eine Wasseraufnahme von <1% und blähen danach. Die Oberflächen der gebrannten Produkte entsprechen Klinkerqualität.

Die vorhandenen Alt-Werte zu den drei Varietäten streuen stark und lassen sich nicht streng den einzelnen Varietäten zuordnen. Sie passen in der Korngrößenverteilung und Trockenbruchfestigkeit am ehesten zur hellen Varietät. In anderen Parametern, wie z.B. bei der Wasseraufnahme werden im Projekt für den Temperaturbereich bis 1100°C sehr viel geringere Werte erreicht, bis die Proben dann blähen. Dasselbe betrifft den Glühverlust. Er liegt aktuell zwischen ca. 8–13%. Die Alt-Daten weisen um mehrere Prozent höhere Glühverluste auf. Chemische Analysen liegen nicht vor, die einzige Phasenanalyse (1977) passt zu keiner der drei Varietäten. Man könnte hieraus schlussfolgern, dass die Lagerstätte sehr inhomogen ist. Deshalb sollte vor jeder erneuten Nutzung der Rohstoffe unbedingt eine Beprobung des Abbauabschnitts erfolgen.

Im EFRE-Projekt wurden die drei Varietäten aufgrund ihrer vorhandenen Schadstoffbelastung (Dolomit, lösliche Salze) oder ihrer immensen Feinheit (grau) in keinen der Ziegelversätze eingebaut. Im Werk Königsaue erfolgte eine Produktion von Hintermauerziegeln. Diese wurde 2002 eingestellt.

Eine Einsatzempfehlung kann aus keramischer Sicht eingeschränkt für den Rohstoff Königsaue Buntsandstein hell gegeben werden. Er kommt als Versatzkomponente für Hintermauerziegel in Betracht. Da er einen zu hohen Feinanteil besitzt, ist er unbedingt abzumagern. Auch der Gehalt an löslichen Salzen ist nur mit einer erheblichen Dosierung $BaCO_3$ zu neutralisieren. Die maximale Einsatztemperatur liegt bei 1025°C, die Brennfarbe ist ziegelrot-rotbraun. Die beiden anderen Varietäten sind aufgrund ihres keramischen Verhaltens weder für Ziegelprodukte noch für andere keramische Erzeugnisse von Interesse.

Die Restvorräte sind an diesem Standort als mittelgroß bis groß einzustufen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Zum Oberen Buntsandstein gehören die drei untersuchten Proben von Königsaue, in diesem Projekt mit rotbraun, grau und hell bezeichnet. Ihre keramischen Eigenschaften streuen stark, ein Hinweis auf die Inhomogenität der Lagerstätte. So reicht der Al_2O_3-Gehalt von ca. 14% bis 21%, der Fe_2O_3-Gehalt von 4,4–6%. Seitens der Tonminerale verfügen die helle und die graue Varietät über ca. 20% Kaolinit, die rotbraune Varietät weist diesen gar nicht auf. Einheitlich ist der Anteil an Dreischicht-Tonmineralen mit 30–45% sehr hoch, es handelt sich überwiegend um Glimmer. Die Gehalte an CaO und MgO schwanken, die helle und die graue Varietät weisen nur geringe Gehalte an Calcit und/oder Dolomit auf. In der rotbraunen Varietät liegt dagegen der Karbonatanteil ausgesprochen hoch (22% Dolomit). Wechselnd zwischen den Varietäten tritt organischer Kohlenstoff (bis zu 0,2%) auf. Diesem ist in der Zusammenstellung der Versätze und der Brennführung Rechnung zu tragen. Die Rohstoffe des oberen Buntsandsteins weisen eine mittlere bis sehr hohe Belastung mit löslichen Salzen auf. Die extrem hohen Gehalte der grauen Varietät sind keram-technisch nicht zu beherrschen.

Die relativ hohen Gehalte an Dreischicht-Tonmineralen führen zu einer beachtlichen Trockenschwindung der plastisch hergestellten Produkte. Einen diesbezüglichen Hinweis geben auch die ENSLIN-Werte >100 %. Atypisch sind die sehr geringen Trockenbruchfestigkeiten. In qualitativer Korrelation zum Gehalt an Dreischicht-Tonmineralen ist der Anteil der <2 µm-Fraktion sehr hoch (helle und graue Varietät), so dass diese beiden Rohstoffe aus granulometrischer Sicht nur als kleine Versatzkomponente in Ziegelversätzen Eingang finden können. Die Königsaue-Rohstoffe brennen bei 1050 °C dicht und fangen unmittelbar darauf an zu blähen. Klinkerqualität ist bereits ab 1000 °C zu erreichen. Die Brennfarben reichen vom blassen ziegelrot bis braun.
Für den Einsatz in der Grobkeramik können diese Rohstoffe aufgrund ihrer massiven karbonatischen Belastung und/oder Belastung mit löslichen Salzen nur sehr bedingt empfohlen werden.

Mittlerer Buntsandstein

Im Mittleren Buntsandstein sind vergleichbare Ablagerungsbedingungen und Klimaverhältnisse wie im Unteren Buntsandstein anzunehmen. Die pelitische Fazies ist ebenfalls recht monoton, während der Wechsel von Sandsteinen, tonigen und tonig-sandigen sowie oolithisch-sandigen Teilen in den einzelnen Folgen sehr markant sein kann. Die Gesteine der Volpriehausen-Wechselfolge sind überwiegend illitisch (22 bis 27 %) mit einem erheblichen Chloritanteil (13 %) und einem geringen Anteil an Wechsellagerungsmineralen Smectit/Illit (7 bis 11 %) sowie Kaolinit (6 %). An Nichttonmineralen ist Quarz mit bis zu 28 % und Feldspat mit 13 bis 15 % beteiligt. Calcit und Dolomit sind nur mit je 1 bis 2 % vertreten.

In der Vergangenheit sind diagenetisch schwach verfestigte Ton-/Schluffsteine des Mittleren Buntsandsteins an mehreren Stellen des Landes grobkeramisch genutzt worden. Heute stehen nur noch die tonigen Gesteine der Volpriehausen-Wechselfolge in Gewinnung.

Untersuchte Einzellagerstätte

Baalberge (21)
Bei Aufsuchungsarbeiten wurde unmittelbar südöstlich von Bernburg im Mittleren Buntsandstein eine >30 m mächtige Ton-/Schluffstein-Wechsellagerung nachgewiesen (Abb. 19). Das Einfallen der Schichten beträgt 7–12° nach NE. Über dem Volpriehausen-Sandstein, der fein- bis mittelkörnig ist und von graugrünen oder rotbraunen tonigen Schluffsteinflasern, -linsen und -lagen durchsetzt ist, folgt die sog. Volpriehausen-Wechselfolge. Diese besteht aus der unteren tonig-schluffigen Zone und der oberen vorwiegend sandigen Zone. Der tonig-schluffige Teil beginnt mit einer durchschnittlich 4,5 m mächtigen grüngrauen Schluffsteinfolge. Darüber folgt eine ca. 20 m mächtige vorwiegend rotbraune Schluffsteinfolge. Sie wird durch eine ca. 0,5 m mächtige Sandsteinbank, in einen unteren (ca. 11 m) und oberen (ca. 9 m) Teil gegliedert. Die Schluffsteine sind tonig bis stark tonig, fein- und mittelsandig und stark glimmerführend (Biotit). Die graugrünen Schluffsteine bestehen aus einer Wechsellagerung von m bis cm-starken Feinsandlagen (Bänderung), die weiß bis grünlichweiß und gelblichweiß gefärbt sind. Durch die Hauptkluftrichtungen 90–135°/60–90° S bis SW und 15–50°/80–90° SE bzw. NW wird das Gestein – vor allem die Sandsteinbänke – in prismatische Kluftkörper zerlegt. Die Flaserschichtung der pelitischen Folgen weist auf die Bildung der Gesteine in einem großen flachen Binnenmeer hin. Die allmählichen Übergänge von rotbrauner zu grüngrauer Färbung lassen auf oxidierende Bedingungen schließen.

Die untere tonig-schluffige Zone ist aufgrund ihrer petrographischen Ausbildung Gegenstand der grobkeramischen Nutzung. Zwei Gesteinsvarietäten dieses Horizonts wurden in die Projektuntersuchungen mit einbezogen.

Die Baalberge-Tone besitzen einen durchschnittlichen Al_2O_3-Gehalt zwischen 17 %-18 %. Der Anteil an Fe_2O_3 liegt zwischen 5,5–7,5 % und so bildet der Rohstoff im Arbeitsbereich von 1000–1100 °C einen ziegelroten bis braunen Scherben. In einer Versatzzusammenstellung ist ein relativ hoher Anteil an Al-

Abb. 19: Die Tonstein-Lagerstätte Baalberge südöstlich von Bernburg. Das Bild zeigt eine Ton-/Schluffstein-Wechsellagerung des Mittleren Buntsandsteins, die Gegenstand der Gewinnung ist. Im Hintergrund das Solvay-Werk Bernburg.

kalien und Erdalkalien zu beachten, der bei dem nicht so hohen Al_2O_3-Gehalt der Feuerstandsfestigkeit Grenzen setzt. Negativ zu bewerten sind Calcit- und Dolomitanteile von 3–4 % in beiden Varietäten. Dies schlägt sich auch in einem TIC-Wert von 0,3 bis 0,5 % nieder. Die Varietät grüngrau besitzt eine Belastung mit löslichen Salzen. In dieser Größenordnung lässt sich durch den Einsatz von $BaCO_3$ entgegen steuern.

Die Trockenschwindungs- und ENSLIN-Werte sind unauffällig. Größere Probleme in der Trocknung sind nicht zu erwarten. Beim Vakuumstrangziehen entstehen bei einem Anmachwassergehalt von 18–19 % einwandfrei geformte Rohlinge. Die Einordnung in das WINKLER-Diagramm ergibt idealerweise eine Einordnung in die Produktgruppe der Gittersteine für beide Varietäten. Die Trockenbruchfestigkeit des Rohstoffs ist durchschnittlich, ebenso die Festigkeit nach dem Brand.

Vergleicht man die aktuell gewonnenen Daten mit den Alt-Werten, so sind bei einigen Parametern Unterschiede festzustellen. Die mineralogischen und chemischen Daten korrelieren ebenso wie die Belastung mit Sulfat (grüngrau). Auch in der Farbe bei den verschiedenen Brenntemperaturen besteht weitestgehend Übereinstimmung, die Braunfärbung wird etwas eher erreicht. Abweichend ist die gemessene Wasseraufnahme in Abhängigkeit von der Brenntemperatur. Aktuell liegen bei 1100 °C bereits dicht gesinterte Prüfkörper vor. Dies ist nicht aus dem Vergleich der Korngrößenverteilungen, im Speziellen des Anteils < 2 µm, abzuleiten, die in etwa den Alt-Werten entsprechen. Möglicherweise waren auch die Brennbedingungen unterschiedlich. Die erst bei höheren Temperaturen erreichte braune Farbe der Prüfkörper (Alt-Werte) würde darauf hindeuten.

Die Baalberge-Rohstoffe wurden im aktuellen EFRE-Projekt in Klinker-, Pflasterklinker-, Dachziegel- und Hintermauerziegelversätzen getestet. Insbesondere Baalberge rotbraun ließ sich in alle Versätze ohne auffällig negative Auswirkungen einbauen. Eine ausschließliche Kombination der Baalberge Tone zur Herstellung von Dachziegeln hat sich insbesonde-

re aufgrund einer viel zu hohen Feuchtedehnung nicht bewährt. Die negative Wirkung ist hauptsächlich der Varietät Baalberge grüngrau zuzuschreiben. Letztere sollte immer nur als Beimischung in einem Versatz auftreten.

In früheren Jahren wurden aus den Baalberge-Tonen mit sehr einfacher Aufbereitungstechnologie Hintermauerziegel, später auch (nach 1980 mit Trockenaufbereitung) rote Klinker im Normalformat hergestellt. Aus rohstoffseitiger Sicht sollten Baalberge-Tone mit feuerstandsfesteren Versatzanteilen kombiniert werden, um zu höheren Temperaturen eine robuste Situation zu erhalten.

In der Summe der aktuellen Untersuchungen sind die Baalberge-Tone auch weiterhin für die Produktion von Klinkern und Hintermauerziegeln als einsetzbar anzusehen. Die Brenntemperaturen für die Herstellung von Klinkern sind aus Sicht des Energieeinsatzes besonders attraktiv, sie liegen bis 1100 °C.

Die Lagerstätte Baalberge steht gegenwärtig in Nutzung.

Zusammenfassung der Projektdaten

Dem Mittleren Buntsandstein sind die Tone von Baalberge zuzuordnen. Sie zeichnen sich durch einen mittleren Al_2O_3-Gehalt aus, der mit einem Anteil an Tonmineralen von ca. 40 % einhergeht. Sie besitzen hohe Gehalte an Alkalien und Erdalkalien und dementsprechend einen höheren Anteil an Feldspäten (13–15 %). Sie sind mit karbonatischen Mineralanteilen (Calcit, Dolomit) bis zu ca. 5 % belastet. Der Anteil an Glimmer ist mit > 20 % für die Verarbeitung zu beachten. Der Eisenoxidgehalt der Baalberge-Rohstoffe liegt zwischen 5–8 %. Dementsprechend bewegen sich die Brennfarben in Abhängigkeit von der Brenntemperatur zwischen ziegelrot bis braun. Die enthaltenen Mengen organischen Kohlenstoffs sind nahezu zu vernachlässigen. Eine geringe Belastung mit löslichen Salzen ist gegeben, aber mit der Zugabe von z. B. $BaCO_3$ zu neutralisieren. Das Eluat besitzt einen leicht basischen Charakter.

Die Baalberge-Rohstoffe lassen sich gut verarbeiten. Sie besitzen eine geringe Trockenschwindung sowie eine mittlere Trockenbruchfestigkeit. Die Baalberge-Rohstoffe lassen sich kostengünstig bis 1100 °C dicht brennen.
Die untersuchten Rohstoffe finden aktuell in der Ziegelindustrie Anwendung. Aufgrund ihrer Mineralogie sind sie nicht völlig unproblematisch. Den Gegebenheiten ist in der Aufbereitung und dem Produktionsprozess Rechnung zu tragen.

Unterer Buntsandstein

Der Untere Buntsandstein setzt sich in Sachsen-Anhalt aus den Schichtabschnitten der Calvörde-Folge (140 bis 175 m mächtig) und der Bernburg-Folge (110 bis 130 m mächtig) zusammen. Die Gesteinsausbildung bei der Folgen deutet auf aride bis semiaride Klimaverhältnisse hin. Zeitweise war das Sedimentationsniveau meeresspiegelnah, so dass innige Verzahnungen der verschiedenen Formen auftraten (Verwitterung, äolische Wirkung, Flussschüttungen, Überflutungen, Wiederaustrocknung).

Bei der Calvörde-Folge handelt es sich um eine eintönige, rotbraune bis violettbraune, massig-bröckelig zerfallende, texturarme, kalkige, glimmerführende, undeutlich geschichtete und unregelmäßig spaltende Folge sandiger Ton- und Schluffsteine. Eine Untergliederung dieser Folge ist durch die eingeschalteten Rogensteinhorizonte in 10 Kleinzyklen möglich. Die Gesteine der Calvörde-Folge weisen auf aride Ablagerungsbedingungen hin. Die Grenze zur Bernburg-Folge bildet die markante sog. „Rogenstein-Zone“ (Oolith-Horizont ζ). Die Ton- bis Schluffstein-Feinsandstein-Wechsellagerung weist bunte Farben auf und enthält geringmächtige Bänkchen dolomitischen Sandsteins. Die oberen 30 m dieser Folge werden im Süden Sachsen-Anhalts vom sog. „Dolomitischen Sandstein“ gebildet. Über den Haupt-Rogensteinen der Bernburg-Folge schließt sich eine feinschichtige, plattige bzw. parallel- und rippelgeschichtete Wechselfolge an. Die Typusregion der sog. Bernburg-Folge ist der Raum Bernburg und der Tonsteintagebau Beesenlaublingen (s. u.).

Während der Calvörde- und Bernburg-Folge ist eine nach Norden zunehmende Kornverfeinerung in den Ton-/Schluffsteinhorizonten festzustellen. Bei grobkeramischer Nutzung dieser Schichten wirken die häufig enthaltenen Sandsteinlagen und -linsen stark plastizitätsmindernd, die auftretenden Rogensteine führen bei unzureichender Aufbereitung zu Kalkabplatzern. Die Schluffsteinhorizonte überwiegen gegenüber den Sandsteinen. Betrachtet man die Standorte der ehemaligen Ziegelton-Gewinnung aus den Schichtenfolgen des Unteren Buntsandsteins näher, so waren diese sehr häufig an die oberflächennah ausstreichenden-im besonderen an Hanglagen markante Schichtrippen bildenden-Rogensteinhorizonte gebunden. Diese Rogensteine unterlagen einer intensiven Nutzung zur Herstellung von Bau- und Pflastersteinen, so dass zuerst die im Hangenden und Liegenden der Rogensteinhorizonte anstehenden Schluff-/Tonsteine zu Überlegungen führten, diese auch grobkeramisch zu verwenden. Genutzt wird der Untere Buntsandstein z. Zt. noch als Komponente in der Zementindustrie (Tonsteintagebau Beesenlaublingen), Ziegelindustrie (Bernburg) und als Deponieton (Peißen und Wansleben).
In der ehemaligen Ziegelei Westeregeln (heute technisches Denkmal-Museum) werden die Aufschlussverhältnisse durch kontinuierliche Pflege in ihrer Zugänglichkeit erhalten. Die Grube ist als Geotop und Biotop geschützt.

Beesenlaublingen (22)

Der Tonsteintagebau Beesenlaublingen schließt den unteren Teil der Bernburg-Folge auf. An der Basis ist die Haupt-Rogensteinzone durch Erkundungsarbeiten nachgewiesen. Das Tagebauprofil endet ca. 5 m oberhalb von Oolith-Horizont ϑ. Die dunkelrotbraune, rötlichgraue und grüngraue Ton-/Schluffstein-Wechsellagerung mit Kalksandstein-, Sandstein- und Dolomitbänkchen unterschiedlicher Mächtigkeit („Obere Wechsellagerung“) ist überwiegend sandig und unregelmäßig plattig, vorwiegend jedoch massig schichtungslos. Die rotbraunen Schluffsteine enthalten fast keine Feinsandzwischenlagen. Die graugrünen Schluffsteine sind dagegen mit zahlreichen Feinsandsteinzwischenlagen durchsetzt.

Aus diesem Vorkommen wurden zwei Varietäten untersucht. Die Rohstoffe besitzen einen Al_2O_3-Gehalt von ca. 15 %–16 %. Ihr Eisengehalt liegt unter 5 %. Die chemische Analyse weist sehr hohe Werte an CaO und insbesondere auch MgO bei der hellgrauen Varietät aus. Die Mineralogie zeigt dementsprechend einen Dolomitgehalt von 17 % in der hellgrauen Varietät bzw. 9 % Calcit und 2 % Dolomit in der rotbraunen Varietät. Aufgrund der bis 1000 °C abgelaufenen karbonatischen Zersetzungsvorgänge tritt ein sehr hoher Glühverlust von 9 –10 % auf. Mit dem hohen Anteil an Calcit und Dolomit korreliert der sehr hohe TIC-Wert beider Varietäten. Außerdem befinden sich in den Rohstoffen 37–38 % Dreischicht-Tonminerale mit einem quellfähigen Anteil von ca. 20 %. Daraufhin sollten diese Rohstoffe nicht in der Gießformgebung eingesetzt werden. Die Rohstoffe sind nur unwesentlich mit löslichen Salzen belastet. Auffällig ist Kalium mit dem höchsten Gehalt von ca. 75–85 mg/kg TS. Die Rohstoffe brennen erst spät und in einem sehr engen Sinterintervall dicht. Bei beiden Varietäten wird erst bei 1150 °C Klinkerqualität erreicht. Bei 1100 °C befinden sich die Wasseraufnahmen noch >10 %. Die Brennfarbe der Rohstoffe reicht bei 1050 °C von dunkelrotbraun bis zu nahezu undefinierten Farben bei 1150 °C.
Auf das Trocknungsverhalten wirkt sich der hohe Anteil an Smectiten und Smectiten/Illiten in Wechsellagerungen nicht negativ aus, da das karbonatische Material sehr grob in den Rohstoffen vorliegt. Die Trockenschwindung sowie die Trockenbruchfestigkeit liegen im Durchschnitt. Die Brennbiegefestigkeiten sind eher im unteren Niveau (jedoch ausreichend) einzustufen. Mit Anmachwassergehalten von 19–20 % ließen sich geometrisch einwandfreie Prüfkörper herstellen, gleichwohl das Material als wenig bindefähig und grob einzuschätzen ist. Die Oberfläche der gebrannten Prüfkörper ist ein wenig uneben, wäre für Dachziegel nicht mehr geeignet. Aus Sicht der Granulometrie ist der Rohstoff laut WINKLER-Dreieck für die Herstellung von Gitter- oder Vollsteinen geeignet.

Im Vergleich der vorliegenden Alt-Daten (Verwendung als Zementzuschlag) mit den Projekt-Daten sind folgende Anmerkungen zu machen. Die bisher festgestellten Gehalte an MgO und CaO waren in der Regel immer CaO-dominiert. Für die hellgraue Varietät ist eindeutig eine Dominanz von Dolomit mit höheren Gehalten an MgO gegeben. Die Alt-Daten entsprechen in der Chemie insofern der rotbraunen Varietät. Abweichungen gibt es weiterhin im K_2O-Gehalt. Er liegt nunmehr >3 %, wurde bisher nur mit max. 2,8 % angegeben. Der Gehalt an Fe_2O_3 scheint

sich wiederum eher am unteren Ende der Skala mit <5 % einzupegeln. Die Alt-Angaben der Granulometrie schwanken in einem außerordentlich breiten Spektrum von 2,5–45 % <2 µm. So gesehen lassen sich die aktuellen Daten einordnen (15–20 % <2 µm). Weitere betrachtete Parameter weisen keine signifikanten Unterschiede auf. Hieraus ist der Schluss zu ziehen, dass sich die gesamte Lagerstätte in ihren Eigenschaften deutlich inhomogen darstellt.

Das Material von Beesenlaublingen wurde im Rahmen dieses Projekts aufgrund seiner sehr hohen Karbonat-Gehalte als nicht geeignet für Ziegelprodukte befunden. Aus Alt-Unterlagen ist ebenfalls keine Anwendung in der Ziegelindustrie bekannt. Die Rohstoffe gelangen seit vielen Jahren nur in der Zementindustrie zum Einsatz.

Peißen (23)

Die Tonsteingrube Peißen befindet sich am südlichen Ende des Bernburger Sattels. Innerhalb der Bernburg-Folge bildet der Oolith-Horizont ζ das Liegende der wirtschaftlich genutzten etwa 20 bis 70m mächtigen Ton-/Schluffsteinfolge. Im Aufschluss stehen wenig differenzierte flaserig-schichtige, graubraune und violettbraune teils sandige Ton-/Schluffsteine an, denen geringmächtige Kalkstein- und Kalksandsteinbänkchen eingelagert sind. Die tertiäre Verwitterung wirkte hier nicht sehr intensiv und führte nicht zu tiefgreifenden Mineralneubildungen. Der Bereich der mechanischen Auflockerung unterscheidet sich stofflich nicht vom anstehenden frischen Gestein.

Wie nicht anders zu erwarten war, besitzt der untersuchte Rohstoff sehr starke Übereinstimmung mit dem Tonstein von Beesenlaublingen. Sein Al_2O_3-Gehalt beträgt ca. 14 %. Die Eisengehalte liegen unter 5 %. Die chemische Analyse weist weiterhin sehr hohe Werte an CaO und insbesondere auch MgO aus. Dementsprechend zeigt die Mineralogie einen Dolomitgehalt von 13 %. Aufgrund der bis 1000 °C erfolgten karbonatischen Zersetzungsvorgänge sieht man einen sehr hohen Glühverlust von 10,3 %. Mit dem hohen Anteil an Dolomit korreliert der sehr hohe TIC-Wert des Rohstoffs von 1,63 %. Außerdem befinden sich in dem Material 42 % Dreischicht-Tonminerale mit einem quellfähigen Anteil von ca. 25 %. Daraufhin sollte dieser Rohstoff nicht in der Gießformgebung eingesetzt werden. Das Material ist nur unwesentlich mit löslichen Salzen belastet. Auffällig ist Kalium mit dem höchsten Gehalt von ca. 79 mg/kg TS. Der Rohstoff von Peißen brennt faktisch nicht dicht. Bei 1100 °C befindet sich die Wasseraufnahme noch bei 11,5 %. Bei 1200 °C ist der Rohstoff gebläht. Die Brennfarbe der Rohstoffe reicht bei 1050 °C von dunkelrotbraun bis zu dunkelbraun bei 1200 °C.

Auf das Trocknungsverhalten wirkt sich der hohe Anteil an Smectiten nicht übermäßig negativ aus, da das karbonatische Material sehr grob in den Rohstoffen vorliegt. Die Trockenschwindung ist mit 5,8 % zu beachten. Leicht über dem Durchschnitt liegt die Trockenbruchfestigkeit mit 7,65 MPa. Eher unterdurchschnittlich (jedoch ausreichend) ist die Brennbiegefestigkeit einzustufen. Mit Anmachwassergehalten von 20 % ließen sich geometrisch einwandfreie Prüfkörper herstellen, gleichwohl das Material als wenig bindefähig und grob eingestuft werden muss. Die Oberfläche der gebrannten Prüfkörper ist ein wenig uneben und wäre für Dachziegel nicht mehr geeignet. Aus Sicht der Granulometrie ist der Rohstoff lt. WINKLER-Dreieck für die Herstellung von Gitter- oder Vollsteinen geeignet.

Für die Lagerstätte Peißen liegen Alt-Daten vor. In den chemischen Parametern entsprechen sich die Werte weitestgehend. Allerdings wurde in der Mineralogie aktuell kein Calcit gefunden. Bezüglich der Mineralogie ist aber auf der Tonmineralseite ein erheblicher Unterschied in den Analysen zu verzeichnen. 22 % Tonmineralen in den Alt-Untersuchungen stehen 42 % aktuell gegenüber. Die keramischen Daten wurden bis 1000 °C erhoben, die Absolutwerte der Wasseraufnahme stimmen aber qualitativ überein.

Vor neuen keramischen Anwendungen dieses Rohstoffs ist im Abbaugebiet unbedingt eine ausgiebige Bemusterung durchzuführen, weil die Lagerstätte nach den vorliegenden Daten deutliche Inhomogenitäten aufweist. Im Ergebnis dieses Projekts wurde der Rohstoff von Peißen aufgrund seiner sehr hohen Gehalte an karbonatischem Material als ungeeignet für Ziegelprodukte befunden. Aus Alt-Unterlagen ist die Herstellung von blassroten, normalformatigen Hintermauerziegeln und Klinkern bekannt. Die Brenntemperatur lag bei 980 °C. Im Jahr 2000 wurde die Ziegelproduktion eingestellt.

Aus Sicht der im Projekt erhaltenen Daten ist der Rohstoff von Peißen mit seinem Dolomit-Gehalt für den Einsatz in Ziegelversätzen nicht marktfähig und wird nicht empfohlen. Die verfügbaren geologischen Vorräte dieses Raums sind jedoch als groß zu bewerten.

Wansleben-Süd (24 b)

Am östlichen Ortsrand von Wansleben liegen angrenzend an das ehemalige Ziegeleigelände die in den 1950er bis 70er Jahre erkundeten und genutzten Gewinnungstellen. Geologisch befinden sich die Tonvorkommen im Kern des Teutschenthaler Sattels, der die Nietleben-Bennstedter Mulde im NE von der Querfurter Mulde im SW trennt. Gegenstand der Erkundung waren hier die Gesteine des Unteren Buntsandsteins sowie die eozänen Tone der nordöstlichen Ausläufer des Braunkohlebeckens von Oberröblingen (s. o.). In den 1980-er Jahren wurden die Aufsuchungsarbeiten in den Bereich der NE-Flanke des NW-SE-streichenden Teutschenthaler Sattels verlagert. Hier konzentrierte sich die Erkundung auf den Grenzbereich zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein südlich und nördlich der B 80 (nördliches Feld noch unverritzt). Im Zuge dieser Arbeiten unterschieden Nuglisch & v. Poblotzky (1983) in Abhängigkeit vom Verwitterungsgrad folgende drei Ton-Varietäten:

– blauer Ton,
– grüner Ton und
– heller Ton.

Zur Genese des Tonhorizonts von Wansleben gibt es modellhafte Vorstellungen. Danach vollzog sich die Degradation des Unteren Buntsandsteins i. W. durch Einwirkung huminsaurer Lösungen (Braunkohle im Hangenden des Tons). Auch die Bildung des Pyrits ist im Zusammenhang mit der Kohlebildung zu sehen. Durch sekundäre Oxidation des Pyrits kam es zur Bildung von Brauneisen im Sediment.

Von der Lagerstätte Wansleben-Süd wurden zwei Varietäten untersucht, (a) der Wansleben (teo) (s. o.) und (b) der Wansleben (Unterer Buntsandstein). Beide Varietäten besitzen neben einer Reihe sehr ähnlicher Merkmale auch signifikante Unterschiede und werden daher getrennt betrachtet. Die Probenahme für die Projekt-Analytik erfolgte 2002 im aufgeschlossenen südlichen Teilfeld der Lagerstätte.

Es handelt sich um einen Rohstoff mit einem Al_2O_3-Gehalt von 19 %. Der Fe_2O_3-Gehalt liegt bei nahezu 5 %. Alkalien und Erdalkalien besitzt der Rohstoff reichlich. Bei den Alkalien fällt der sehr hohe K_2O-Gehalt von 4,25 % auf. Der Rohstoff brennt in einem Temperaturbereich von 1050–1150 °C von dunkel ziegelrot bis braun aus. Er ist bei 1100 °C faktisch dicht gebrannt, bei 1150 °C bläht er bereits. Bei den Erdalkalien findet man bis 2,8 % MgO. Die Phasenanalyse zeigt 6 % Feldspatanteile aber auch 11 % Chlorit/Chamosit. Der Rohstoff besitzt darüber hinaus einen gesamten Tonmineralanteil von 48 %. Dabei sind 11 % Kaolinit und 37 % Dreischicht-Tonminerale. Diese bestehen zu ca. einem Drittel aus Wechsellagerungen Smectit/Illit und zwei Dritteln Muscovit. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff ist gering. Auf sehr hohem Niveau befinden sich die löslichen Salze des Wansleben (Unterer Buntsandstein) mit ca. 5000 mg/kg Trockensubstanz Sulfat. Auffällig sind bei den löslichen Salzen die ebenfalls analysierten hohen Gehalte an Natrium und Magnesium. Das Eluat zeigt deutliche Leitfähigkeit und einen sehr sauren Charakter (pH-Wert: 3,7). Diese Gehalte an Salzen sind technisch nicht zu beherrschen.

Die plastische Aufbereitung zeigt einen Rohstoff, der sich bei 21 % Anmachwasser gut zu Formkörpern vakuumstrangziehen ließ. Die Trockenschwindung beträgt 6,5 % (ENSLIN 109 %), sie ist bei der Festlegung der Trocknungstechnologie unbedingt zu berücksichtigen. Die Trockenbruchfestigkeit ist dann natürlich sehr gut (> 8 MPa). Der Rohstoff liegt in seiner Korngrößenverteilung eigentlich sehr günstig für die Produktion von Ziegel-Produkten. Laut WINKLER-Diagramm sind Erzeugnisse der dünnwandigen Hohlware herstellbar. Die Brennbiegefestigkeit bei 1100 °C ist gut.

Zu diesem Rohstoff liegen zahlreiche Alt-Untersuchungen vor. Die chemischen Analysen liegen auf einem ähnlichen Niveau, in der Mineralogie gibt es einige Unterschiede. So ist der Quarzgehalt aktuell deutlich niedriger zu sehen. Der Feldspatgehalt ist um 2–3 % angestiegen, ebenso der Chlorit-Gehalt um ca. 6 %. Der Kaolinitgehalt liegt niedriger und der Anteil an Dreischicht-Tonmineralen ist wiederum angestiegen. Die Granulometrie der Alt-Untersuchungen schwankt in sehr weiten Grenzen, so dass zu den aktuellen Daten kein Widerspruch besteht. Die jeweils ermittelten Werte der Trockenschwindung pas-

sen wiederum zu den aktuell gemessenen, die Trockenbruchfestigkeit wird aktuell etwas höher festgestellt. In der Summe der Werte muss der Rohstoff vor einer erneuten Nutzung beprobt werden, da die sehr verschiedenen Analysenergebnisse eine inhomogene Lagerstätte indizieren.

Im Rahmen des EFRE-Projekts wurde dieser Rohstoff bei den Ziegelversätzen nicht berücksichtigt. Grund war die sehr hohe Belastung mit löslichen Salzen.
Die Nutzung des Wansleben (Unterer Buntsandstein) war nur geringfügig und wurde 2000 eingestellt. Aus aktueller Sicht der Daten dieses Projekts ist der Rohstoff nicht marktfähig und kann für eine keramische Anwendung nicht empfohlen werden.

Die Vorratssituation ist als mittelgroß einzustufen.

Zusammenfassung der Projektdaten

Besonders ähnlich sind sich die Vorkommen des Unteren Buntsandsteins Beesenlaublingen, Peißen, Wansleben-Süd und Westeregeln. Diese Rohstoffe sind charakterisiert durch mittlere Al_2O_3-Gehalte zwischen 15–19 %. Der Eisenoxidgehalt bewegt sich in der Regel um die 5 %. Der Quarzgehalt schwankt zwischen 25–40 %. Der Feldspatanteil liegt um die 10 %. Die Rohstoffe weisen z. T. erhebliche Gehalte an Calcit und/oder Dolomit auf. Parallel zeigt ihre mineralogische Zusammensetzung hohe Anteile an Dreischicht-Tonmineralen (oft 30 bis 40 %), welche ihrerseits über einen erhöhten Anteil an Smectiten verfügen. Überwiegend enthalten die Rohstoffe keinen Kaolinit. Der Anteil an organischem Kohlenstoff ist zu vernachlässigen. Diese Rohstoffe zeigen, abgesehen von Wansleben, keine Belastung an löslichen Salzen.

In der plastischen Aufbereitung sind diese Rohstoffe noch gut beherrschbar. Durch die Anwesenheit größerer Gehalte an Dreischicht-Tonmineralen liegt ihre Trockenschwindung zwischen 4–6 %. Hierdurch ist die Trocknung nicht ganz robust durchführbar. Die Rohstoffe zeichnen sich in der Folge durch eine gute Trockenbruchfestigkeit aus. Das Brennverhalten der Rohstoffe ist kritisch zu betrachten. Die Dichtsinterung setzt im Bereich von 1150 °C ein, worauf unmittelbares Blähen folgt. Der Prozess der Dichtsinterung beginnt in der Regel schlagartig bei Temperaturen >1100 °C. Die Brennfarben der Rohstoffe sind blasse Rot- und Brauntöne.
Für den Einsatz in der Produktion keramischer Produkte können diese Rohstoffe aufgrund ihrer massiven karbonatischen Belastung oder Belastung mit löslichen Salzen (Wansleben) nicht empfohlen werden.

4.1.4.12 Tone des Zechsteins („Bröckelschieferfazies“)

Zechsteinletten und Bröckelschiefer gelten als Randfazies der höhersalinaren Zechsteinzyklen 5 bis 7 des zentralen norddeutschen Beckens. Bis 1991 wurde die „Bröckelschieferfazies“ als Basisabfolge des Unteren Buntsandsteins angesprochen. Dieser Grenzbereich ist von Norden her durch einen allmählichen Wechsel von den höheren Zechsteinsalinaren zu terrestrischen feinklastischen Bildungen gekennzeichnet, sie werden also allmählich ersetzt und stellen keinen auffälligen sedimentologischen Schnitt dar. Ohne eingehende detaillierte Kartierung jedes einzelnen ehemals grobkeramisch genutzten Aufschlusses des Unteren Buntsandsteins ist nicht in jedem Fall erkennbar, ob in der Vergangenheit in einzelnen Abbaustellen u. a. auch der Bröckelschiefer Gegenstand der Rohstoffgewinnung gewesen ist.
Die „Bröckelschieferfazies des höheren Zechsteins“ tritt oberflächennah an den Umrandungen des Harzpaläozoikums sowie im Top-Bereich halokinetisch bedingter Aufragungen innerhalb des Subherzyns (z. B. Staßfurt-Egelner Sattel – hier ehem. Ziegelei Westeregeln) auf. Außerdem sind sie in den harznahen Randbereichen der Mansfelder Mulde (Thüringische Senke) nachgewiesen.

Untersuchte Einzellagerstätte

Westeregeln (25a und b)
Den einzigen z. Z. noch zugänglichen Aufschluss jüngster Zechsteinsedimente bildet die Tongrube

der Ziegelei Westeregeln. Bis 1991 wurde diese Ziegelei als Saisonbetrieb mit einer Jahreskapazität von ca. 3,5 Mio. Normalformat-Hochlochziegeln betrieben (Abb. 20). Wichtiges Nebenprodukt waren aufgrund der rotbrennenden Farbe des Rohstoffs handgeformte Sonderformate für die Denkmalpflege (z. B. Wiederherstellung des Fries am „Uenglinger Tor“ in Stendal, Sonderformate für das „Kloster Unser Lieben Frauen“ in Magdeburg sowie für das Kloster Jerichow). Heute wird die ehemalige Ziegelei Westeregeln als „Bau- und Industriedenkmal Ziegelei und Gipshütten Westeregeln“ museal fortgeführt.

Die Lagerstätte befindet sich im Top-Bereich des Staßfurt-Egelner Sattels und dessen unmittelbaren Flanken. Hier sind die Schichten der „Bröckelschieferfazies“ und des Buntsandsteins durch den Salzaufstieg (halokinetisch) steil aufgerichtet. In unmittelbarer Nähe des historischen Ziegelwerks (Museum) steht der vergipste Hauptanhydrit (Leine-Anhydrit) oberflächennah an. Nach Nordosten anschließend ist der basale Bereich der „Bröckelschieferfazies des höheren Zechsteins“ (Unterer Bröckelschiefer) aufgeschlossen. Das Einfallen beträgt hier etwa 90° (z. T. sogar leicht überkippt). In gleicher Richtung ist der Schluffstein-Sandstein-Horizont dieser Fazies aufgeschlossen, dessen Einfallen hier etwa 80°–70° beträgt. Mit zunehmender Entfernung vom Sattel nimmt das Schichteinfallen weiter ab (Oberer Bröckelschiefer etwa 70°–50°). Das Streichen der Schichten beträgt gleichförmig 130°. Gegenstand der Gewinnung waren die Unteren Bröckelschiefer.

Von dem Vorkommen Westeregeln wurde je eine Probe aus dem Unteren Bröckelschiefer und dem Unteren Buntsandstein untersucht. Beide Muster ähneln sich trotz unterschiedlicher Stratigraphie in vielen Kennwerten und werden deshalb hier gemeinsam betrachtet. Es handelt sich um Rohstoffe mit einem sehr durchschnittlichen Al_2O_3-Gehalt von ca. 15,5 %, einem Fe_2O_3-Gehalt von ca. 5 % sowie ausgesprochen hohen Gehalten an Alkalien/Erdalkalien. Die Brennfarbe der Rohstoffe liegt bei blassem ziegelrot bei 1000 °C und braun des Unteren Buntsandsteins bei 1150 °C. Der Umschlag zu braun beruht u. a. auf MnO_2-Gehalten von ca. 0,14 % und tritt ca. bei 1100 °C auf. Die hohen Alkali-Gehalte spiegeln sich mineralogisch in einem Feldspatgehalt von 16

Abb. 20: Die Ziegelei Westeregeln in Produktion (ca. 1985). Unter dem Schornstein im Gebäude ein Oblonger Ringofen (Baujahr 1890, erweitert 1936) mit Fachwerk-Ofenaufbauten und Trocknung über dem Ofen. Links die Trockenscheune, davor die Rampe in den Tagebau. Die Ziegelei ist baulich und technisch vollständig funktionsfähig und heute als Ziegelei- und Gipshüttenmuseum zu besichtigen.

bis 22 % wider. Kaolinit fehlt. Dafür enthält der Bröckelschiefer 22 %, bzw. der Buntsandstein 39 % Dreischicht-Tonminerale. Diese bestehen beim Bröckelschiefer ausschließlich aus Muscovit, beim Buntsandstein ungefähr zu gleichen Anteilen aus Smectiten und Muscovit. Weiterhin zeigt die Phasenanalyse 10 % Dolomit und 2 % Calcit im Bröckelschiefer und umgekehrt im Buntsandstein 10 % Calcit und 3 % Dolomit. Damit liegt hier eine erhebliche karbonatische Belastung vor. Aus der Mineralogie wird ersichtlich, dass diese Rohstoffe nicht zur Dichtsinterung gelangen können und ab einer gewissen Temperatur blähen (1150 °C). Die Wasseraufnahmen liegen bei 1100 °C noch bei 11 % (Bröckelschiefer) bzw. 8 % (Buntsandstein). Die Rohstoffe sind frei von organischem Kohlenstoff und der hohe TIC-Wert korreliert mit den Karbonaten in diesen Rohstoffen. Lösliche Salze stellen kein Problem dar. Auffällig ist ein signifikant basischer pH-Wert des Eluats von ca. 9.

In der plastischen Aufbereitung sind die Westeregeln-Rohstoffe unkompliziert verarbeitbar gewesen. Mit Anmachwassergehalten von 18 % wiesen sie eine geringe Trockenschwindung von 3–5 % auf. Die Trockenbruchfestigkeit des Bröckelschiefers liegt mit 1,9 MPa erwartungsgemäß niedrig, die des Buntsandstein-Rohstoffs beträgt 4,1 MPa. Die Prüfkörper konnten in guter Qualität gezogen werden, es gab keine Rissbildungen. Die Korngrößenverteilung beider Rohstoffe ist ähnlich. Der Anteil >63 µm liegt deutlich unter 10 % und der Anteil <2 µm um die 20 %. Somit ordnen sich die Varietäten im WINKLER-Diagramm in die Gruppe der Dachziegelprodukte (Bröckelschiefer) bzw. der Vollsteine (Buntsandstein) ein.

Anzumerken ist eine eher niedrige Brennbiegefestigkeit der Rohstoffe bei 1100 °C von <30 MPa, was sicher mit ihrer geringen Dichtigkeit bei dieser Temperatur zu tun hat.
Alt-Daten liegen nur zum Bröckelschiefer vor. Diese weichen besonders in den mineralogischen Daten erheblich von den Projektdaten ab. Im Gegensatz zu den Alt-Daten wurde Dolomit in großer Menge gefunden, andererseits gar kein Smectit. Den Quarzgehalt kann man nicht ‚hoch' nennen. Die Granulometrien der Alt- und Neu-Daten passen gut zueinander, ebenso die Anmachwassergehalte. Wasseraufnahmen und Schwindungswerte unterscheiden sich wiederum. Das führt zu der Schlussfolgerung, dass diese Lagerstätte inhomogen aufgebaut ist und daher die Rohstoffe vor einer neuen Nutzung sorgfältig beprobt werden sollten.

Im vorliegenden Projekt wurden die Rohstoffe von Westeregeln in den Ziegelversätzen nicht berücksichtigt. Die Gehalte an karbonatischen Mineralen sind so hoch, dass Störungen im Brand sowie Abplatzungen an den gebrannten Produkten zu erwarten sind. Auch in der Vergangenheit wurde keine nennenswerte Großproduktion an Ziegeln mit diesen Rohstoffen betrieben.
Aus Sicht der Projektdaten ist eine Verwendung der Rohstoffe von Westeregeln für die Ziegelindustrie nicht zu empfehlen. Die Anteile an Calcit und Dolomit sind zu hoch und am gebrannten Produkt dürften in kürzester Zeit deutlich sichtbare Schäden entstehen.
Die Restvorräte der Lagerstätte Westeregeln sind klein (Problematik Biotop, Geotop).

Zusammenfassung der Projektdaten

Einziger paläozoischer Vertreter im Zuge des Projekts ist der Bröckelschiefer von Westeregeln. Wie schon der Name vermuten lässt, handelt es sich um einen mit geringem Al_2O_3- und Tonmineralanteil ausgestatteten Rohstoff, der wenig Quarz (27 %), aber sehr viel Feldspat (22 %) besitzt. Die Tonminerale sind ausschließlich Dreischicht-Tonminerale mit überwiegend Muscovit und daneben etwas Corrensit. Auffällig sind weiterhin hohe Gehalte an Chamosit und Chlorit. Der Bröckelschiefer ist stark belastet mit Dolomit und etwas mit Calcit. Dagegen besitzt er keinen organischen Kohlenstoff und auch lösliche Salze sind nur geringfügig vorhanden. Der Bröckelschiefer zeigt in der plastischen Aufbereitung eine sehr straffe Konsistenz. Die Trockenbruchfestigkeit ist sehr gering. Dessen unbenommen ließe seine Korngrößenverteilung die Verwendung in vielen Ziegelprodukten zu.
Der Bröckelschiefer ist im Brennverhalten sehr problematisch. Die Dichtsinterung wird nicht erreicht. Aufgrund des hohen Gehalts an karbonatischen Materialien ist der Bröckelschiefer für moderne Ziegelprodukte nicht verwendbar.

4.1.5 Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen

Mit dem abgeschlossenen EFRE-Projekt wurden 45 Ziegelton-Rohstoffe Sachsen-Anhalts auf ihre Eignung für die Herstellung von Ziegelprodukten mineralogisch, chemisch und keram-technologisch umfassend und ganzheitlich analysiert und bewertet. Hierbei kamen nahezu alle z. Z. dem Stand der Technik entsprechenden Prüfverfahren zur Charakterisierung der Rohstoffe zur Anwendung. Nach einheitlicher Aufbereitung der Rohstoffe wurden identische Untersuchungsmethoden angewendet und in einer ‚idealen' Arbeitsweise Prüfkörper zur DIN-gerechten Prüfung der Kennwerte hergestellt. Im Labor wurden die Rohstoffe dabei auch Brenntemperaturen ausgesetzt, die in einem regulären Produktionsprozess nicht vorkommen werden, da sie u. a. mit einem zu hohem Kostenaufwand verbunden wären. Auf Grundlage der Rohstoff-Kenndaten wurden modellhaft Ziegelversätze mit dem Ziel erzeugt, Anhaltspunkte für die Herstellung wertintensiver Klinker- und Dachziegelerzeugnisse aus heimischen Rohstoffen zu erhalten. Auch diese Versätze gelangten in die mineralogische, chemische und keram-technologische Prüfung. Alle erfassten Daten sind in einer Datenbank des Landesamts für Geologie und Bergwesen verfügbar.

Im Verlauf des Projekts wurde gezielt heraus gearbeitet, welche keramischen Einsatzempfehlungen für die einzelnen Rohstoffe gegeben werden können, innerhalb und außerhalb der Ziegelindustrie. Den Schwerpunkt bildeten hierbei sehr detaillierte Betrachtungen bei Ziegelprodukten, andere mögliche keramische Anwendungen werden benannt. Der Bewertung der Rohstoffe in ihrer keramischen Eignung lagen die Erfahrungen des Keramik-Instituts Meißen zu Grunde. Diese Einrichtung erbringt für viele Produzenten und Kunden in der Ziegelindustrie, nicht nur in Deutschland, Leistungen und verfügt hierdurch über einen guten Einblick in die momentan bestehende Marktsituation hinsichtlich der Anforderungen an die keramischen Eigenschaften der Ziegelprodukte.

Die Untersuchungen im Rahmen des EFRE-Projekts erbrachten in der Zusammenfassung folgende Erkenntnisse. Unter den 45 untersuchten Rohstoffen gibt es eine größere Anzahl, welche mit hohen Konzentrationen von organischem Kohlenstoff, Salzen oder karbonatischen Mineralanteilen belastet sind. Sie können daraufhin aus keramischer Sicht nicht ohne Weiteres mit einer Einsatzempfehlung für die Ziegelproduktion ausgestattet werden. Es handelt sich dabei u. a. um Rohstoffe des Unteren und Oberen Buntsandsteins, des Mittleren Keupers und der Oberkreide, des Tertiärs/Oligozäns sowie des Quartärs/Pleistozäns (Löss).

Eine größere Anzahl von Rohstoffen lässt dagegen ein breites mögliches Einsatzspektrum für Ziegelprodukte und z. T. auch hochwertigere keramische Erzeugnisse erkennen. Hier können gegebenenfalls Anwendungsempfehlungen erteilt werden. In manchen Fällen sind diese Rohstoffe nicht optimal beschaffen. Führt man jedoch die richtige Versatzanpassung durch, trägt mit der Brennkurve geringen Gehalten von organischem Kohlenstoff Rechnung und steuert den Prozess mit $BaCO_3$ oder adäquaten Stoffen zur Neutralisation der Sulfatbelastung, gibt es keine Veranlassung, sie nicht für die Produktion von hochqualitativen Ziegelprodukten zu verwenden. Lagerstätten derartiger Rohstoffe sind folgende Gewinnungsstellen:

- Baalberge,
- Barleben (Auelehm),
- Etzdorf,
- Gerlebogk,
- Golpa,
- Grana,
- Hohengöhren (Auelehm),
- Morl Möderau,
- Parey (Auelehm),
- Roßbach,
- Tornitz (Auelehm),
- Wansleben-Süd (teo),
- Wefensleben.

Einige der oben aufgeführten Rohstoffe sind allerdings nur noch begrenzt verfügbar. Insbesondere in Gerlebogk und Tornitz sind die Rohstoffvorräte eher als gering zu bewerten. Dagegen besitzen die meisten anderen nutzbaren Vorkommen noch ein Rohstoff-Potenzial für mehrere Jahrzehnte.

Die Ergebnisse des EFRE-Projekts haben aufgezeigt, dass das Land Sachsen-Anhalt über eine Reihe sehr interessanter Rohstoff-Vorkommen zur Verwendung in der Grobkeramik verfügt. Produkte jeglicher Er-

zeugnisgruppen sind aus den einheimischen Rohstoffen herzustellen. Die Rohstoffe gestatten dabei eine umfangreiche Farbpalette von hell bis dunkel. Es konnte belegt werden, dass auch die zur Zeit gar nicht eingesetzten Auelehme einer grobkeramischen Verwendung zugeführt werden können. Darüber hinaus wurden für eine Anzahl Rohstoffe weitere keramische Einsatzempfehlungen gegeben.

In Sachsen-Anhalt existieren mehrere renommierte Ziegelproduktionsstätten mit einer umfassenden Produktpalette. Die bestehenden Werke sind überwiegend hochmodern ausgestattet und ihre Produkte besitzen marktfähige Qualität (Abb. 21 und 22). Deutschlandweit entfallen von ca. 165 produzierenden Ziegelwerken mit mehr als 20 Beschäftigten auf das Land Sachsen-Anhalt allerdings weniger als fünf. Aus dieser Sicht nimmt Sachsen-Anhalt keine führende Stellung in der deutschen Ziegelindustrie ein. Die einheimische Ziegelindustrie ist gefordert, für Ballungsräume, wie Leipzig–Halle und Magdeburg, aber auch die Nachbarländer Brandenburg, Niedersachsen oder Sachsen schon aus ökologischen Gründen marktnah zu produzieren und dabei ihren Vorteil kürzester Transportwege für Rohstoffe und Fertigerzeugnisse zu nutzen.

Neben guten Lagerstätten zur Herstellung konventioneller Ziegelprodukte verfügt Sachsen-Anhalt über mehrere interessante Rohstoffvorkommen, u.a. für hoch-, rot- und hellbrennende Ziegel. Damit lässt sich eine breite helle Farbpalette von Klinkern realisieren, deren Farben dem aktuellen Markttrend entsprechen. Eine größere Anzahl von Rohstoffen sollte weiterhin für die Steingut- und Steinzeugindustrie attraktiv sein, da diese im Wand- und Bodenfliesenbereich sowie im Feuerfest- oder auch im weiteren Baubereich einsetzbar sind. Da es sich hier um wertintensivere Vermarktungsmöglichkeiten hochqualitativer Tonrohstoffe handelt, erscheint es sinnvoll, in einer analogen Art und Weise zu diesem EFRE-Projekt grundsätzliche Untersuchungen an entsprechendem Material durchzuführen. Die Lagerstätten hoch-, rot- und hellbrennender Rohstoffe besitzen nachgewiesene Vorräte in Dimensionen, die eine Produktion über Jahrzehnte am Standort Sachsen-Anhalt sicher stellen könnten.

Ein Ergebnis des Projekts ist besonders augenfällig: Die Untersuchungen an den Auelehmen (Barleben, Hohengöhren, Parey, Tornitz) weisen auf eine Rohstoffgruppe in Sachsen-Anhalt hin, die sehr gut für die Ziegelproduktion geeignet erscheint. Bei ihrem Einsatz eröffnet sich ggf. sogar die Möglichkeit, die Herstelltemperaturen der Ziegelprodukte abzusenken. Besonders interessant ist dies für relativ hochbrennende Klinker. Aus energiewirtschaftlicher Sicht besteht hier die Chance auf noch mehr Kosteneffizienz in der Ziegelproduktion.

Abb. 21: Robotereinsatz bei der Dachziegelproduktion in Groß Ammensleben.

Die aktuelle Situation der Ziegelindustrie in Sachsen-Anhalt entspricht der gesamten Branche in Deutschland. So zeigen die Zahlen der Baufertigstellungen im ersten Halbjahr 2003 einen Stand, welcher dem von 1988 entspricht. Seit 1994 hat sich der Mauerziegelumsatz in Deutschland halbiert. Die Dachziegelproduktion befindet sich etwa auf dem Stand von 1994. Sie war zwischendurch stark rückläufig und stabilisiert sich z. Z. wieder. Für Vor- und Hintermauerziegel ist in den letzten Jahren ebenfalls eine gewisse Konsolidierung der Produktions- und Absatzzahlen eingetreten. Trotzdem befindet sich das Umsatzniveau für Hintermauerziegel auf weniger als 50 % auf der Grundlage der Zahlen von 1995.

Analysten gehen davon aus, dass die Kapazitätsanpassung an die aktuelle Marktlage und Nachfrage in Deutschland nach vorübergehender Beruhigung

dennoch nicht zum Abschluss gekommen ist. Bei einer anzunehmenden Besserung der Konjunkturlage in den kommenden Jahren wird Sachsen-Anhalt zu den Standorten gehören, die aus eigener Kraft ihre Ziegelproduktion auf hohem technischem Niveau erhalten und ausbauen können. Hierbei werden die mit dem vorliegenden EFRE-Projekt gewonnenen Rohstoff-Daten eine wichtige Grundlage darstellen.

Abb. 22: Vormauerziegel verlassen die Tunnelöfen (Baalberge bei Bernburg).

Dank

Die Autoren sind an erster Stelle Herrn Erhard Model (Magdeburg) zu Dank verpflichtet. Ohne seine Sachkenntnis – erworben in jahrzehntelanger einschlägiger Arbeit – sowie seine akribischen Recherchen und Vorarbeiten wäre das EFRE-Projekt nicht auf den Weg gebracht worden. Sein unermüdlicher Einsatz bei der Vorbeitung, während der gesamten Projekt-Laufzeit und noch weit darüber hinaus hat zu einer beinahe monographischen Darstellung der Ziegelton-Rohstoffe Sachsen-Anhalts geführt. Auf dieser Grundlage entstand die vorliegende Zusammenfassung.

Den Anstoß zu dem EFRE-Projekt gab Herr Dr. Lothar Schyia (ehem. Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V. Geschäftsstelle Nordost, Halle). Er verfolgte den Fortgang dieser Arbeit mit stetem Interesse und stand zu jeder Zeit für konstruktive fachliche Diskussionen zur Verfügung. Ihm, Herrn Model und Herrn Karl Wächter (Staßfurt) verdanken wir auch historische Zeitdokumente, die diesen Beitrag bereichern.

Bei der Vorbereitung dieses Projekts unterstützte uns Herr Dr. Thomas Höding vom Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg (Kleinmachnow).

Den finanziellen Rahmen sicherte das Ministerium für Wirtschaft und Arbeit Sachsen-Anhalt. Besonderer Dank gilt hier Frau Sabine Andes sowie den Herren Harald Papmeier und Frank Paternoga, die durch ihr Engagement die Finanzierung der Arbeit (EFRE-Mittel und Landesmittel) ermöglichten.

Besonderer Dank gilt Herrn Peter Karpe, der aufgrund seiner langjährigen Erfahrung und Kenntnis der geologisch-lagerstättenkundlichen Verhältnisse im Südteil des Landes mit zahlreichen Hinweisen diese Arbeit unterstützte.

Nicht unerwähnt bleiben darf in diesem Zusammenhang die ausgezeichnete Qualität der in der Vergangenheit geschaffenen geologisch-lagerstätten-

kundlichen und keramischen Ergebnisse im Rahmen von umfangreichen Erkundungsarbeiten der Ziegeltonpotenziale unseres Landes. Dieser Dank gilt besonders den vielen Erkundungsgeologen, die oftmals nur die Möglichkeit besaßen, ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse in diesen Ergebnisberichten niederzulegen. Ihre mit Mühe und Engagement geschaffenen Unterlagen haben es verdient, weiter verfolgt zu werden. Nichts ist hilfreicher, als auf solche mit Akribie vorgenommenen Bewertungen zurückgreifen zu können. Diesen ehemaligen Fachkollegen, die hier namentlich ungenannt bleiben müssen, gebühren unser Respekt und Dank.
Die Leitung des Landesamts unterstützte das Projekt jeder Zeit nach Kräften. Auch den Kolleginnen aus dem LAGB Frau Waltraut Baumbach, Frau Gisela Girlich und Frau Regine Präger gilt der Dank für ihre allzeit vorhandene Einsatzbereitschaft und für zahlreiche Hinweise bei der technischen Realisierung der Arbeit.
Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Keramik-Instituts Meißen leisteten eine ausgezeichnete qualitativ hochwertige Arbeit und schlossen das Vorhaben termingerecht mit nach neuesten analytischen Methoden ermittelten Ergebnissen ab. Auch ihnen sei in besonderem Maße aufrichtig gedankt.
Nicht zuletzt gebührt allen beteiligten Unternehmen der Dank der Autoren für ihre Kooperationsbereitschaft und die Zustimmung, die an Ihren Rohstoffen neu gewonnenen Daten in dieser Form zusammenfassend zu publizieren.

Allen genannten und ungenannten Beteiligten ein herzliches Hallenser „Glück auf“ und „Gut Brand!“

Die Autoren

Literatur und Quellen

Böttcher, C. (1967): Ziegeltonanalysen Ziegelei Klepps.- IfGN Großräschen, 09.01.1967.

Borbe, H. (1965): Gutachten über die Möglichkeit der Ziegelrohstoffgewinnung im Gebiet südwestlich von Holleben. – Bezirksstelle für Geologie Halle, 01.02.1965.

Brendel, K. (1958): Geologisches Gutachten über die Rohstofflage des VEB Ziegelwerk Hecklingen. – Geologischer Dienst Halle, 30.06.1958.

Brossmann, F. 1979 Beschreibung der in der Tonlagerstätte Quedlinburg vorkommenden Gesteine und Gesteinsvarietäten, ihre stratigraphische Abfolge und Genese. – VEB GFE Halle, 19.06.1979.

Brühl, G. (1956) Gutachten über die Erkundungsergebnisse auf Ziegelton der Ziegelei Gröningen. – Geologischer Dienst Halle, 06.12.1956.

Büchner, L. (1976): Vorerkundung und Erkundung Ziegelton Bernburg. – VEB GFE Halle, 23.07.1976.

Büchner, L. (1977): Zwischenbericht der Vorerkundung und Erkundung Ziegelton Königsaue. – VEB GFE Halle, 06.01.1977.

Büchner, L. (1979): Ergebnisbericht Ziegelton Königsaue. – VEB GFE Halle, 14.05.1979.

Gaevert, G. (1969): Ergebnisbericht über die Erkundung der Ziegeltonlagerstätte südöstlich von Wanzleben. – VEB GFE Halle, 24.03.1969.

Karpe, P. (1966): Bericht über die durchgeführte Betriebserkundung 1966 – Ziegelrohstoff Holleben. – Bezirksstelle für Geologie Halle, 04.11.1966.

Karpe, P. (1973): Lagerstättengeologisches Gutachten zur Rohstoffversorgung des BT Königsaue des VEB Ziegelwerke Halle. – Bezirksstelle für Geologie Halle, 15.06.1973.

Karpe, W. (1964): Ergebnisbericht Sucharbeiten Ziegelton Beesenlaublingen 1963. – VEB GFE Halle, 25.06.1964.

Katzschmann, D.(1958): Sammelbericht über die geologischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der Erkundungsarbeiten auf Kaolin im Fuchsberggebiet bei Morl in den Jahren 1951–1958. – .VEB GFE Halle, 15.08.1961.

Katzschmann, D. (1975): Bericht über die geologischen Ergebnisse der bohrtechnischen Erkundungen Ziegelton Wanzleben. – IBGK Weimar, 31.01.1975.

Lange, P. & Steiner, W. (1970): Bericht über die geologischen und lagerstättenkundlichen Verhältnisse im Raum der Ziegeltonlagerstätte Baalberge. – HAB Weimar, 15.11.1970.

Model, E. (1969): Geologisches Gutachten mit Vorratsberechnung über die Ergebnisse der Ziegeltonerkundung Gröningen. – Bezirksstelle für Geologie Magdeburg, 06.01.1969.

Münch, D. (1980): Ziegeltonanalysen aus dem Erkundungsobjekt Wansleben. – VEB GFE Halle, 03.12.1980.

Nuglisch, K. (1981): Zwischeninformation Erkundung Ziegelton Wansleben. – VEB GFE Halle, 03.12.1980.

Nuglisch, K. & v. Poblotzky B. (1983): Ergebnisbericht Erkundung Ziegelton Wansleben. – VEB GFE Halle, 23.02.1983.

Oleikiewitz, P. (1976): Ziegeltonanalyse des Bezirkes Magdeburg unter besonderer Berücksichtigung des KTO-

Programms. – Abteilung Geologie Magdeburg, 01.03.1976.

Patzelt, G. (1957): Bericht über die geologischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der Bohrungen Ziegelton Blankenburg. – Geologischer Dienst Halle, 26.02.1957.

Pomper, J. (1960): Bericht über die geologischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der Erkundungsarbeiten Zementrohstoff Walbeck – Tonkomponente – Hödingen. – Geologischer Dienst Halle, 01.11.1960.

Radzinski, K.-H. (1995): Zum Unteren und Mittleren Buntsandstein im Unstruttal bei Nebra (Südwestrand der Querfurter Mulde). – Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, 1, 85–103, Halle (Saale).

Radzinski, K.-H. (1996): Der Buntsandsteinaufschluss am Nordrand des Süßen Sees (Südöstliches Harzvorland) – ein Referenzprofil für den Grenzbereich Calvörde-/Bernburg-Folge. – Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, 2, 89–99, Halle (Saale).

Radzinski, K.-H. (1997): Das Typusprofil der Calvörde-Folge (Unterer Buntsandstein). – Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, 3, 5–16, Halle (Saale).

Radzinski, K.-H. (1999): Zur lithostratigraphischen Gliederung der Bernburg-Formation (Unterer Buntsandstein) im mittlereen und nördlichen Teil von Sachsen-Anhalt. – Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, 5, 73–93, Halle (Saale).

Röhrs, M.(1989): Ziegeltonanalysen Ziegelei Möckern. – IBGK Weimar, 08.06.1989.

Rosenberger, G. (1959): Gutachten über die wirtschaftlichen und geologischen Ergebnisse der Erkundung von Ziegelrohstoffen für den VEB Ziegelei Heudeber. – Geologischer Dienst Halle, 23.11.1959.

Schulze, G. (1973): Lagerstättengeologisches Gutachten zur Vorratslsituation des VEB Grobkeramische Werke Bernburg, BT Peißen. – Bezirksstelle für Geologie Halle, 24.09.1973.

String, P. & Karpe, P. (1969): Ergebnisbericht über die geologischen Erkundungsarbeiten Ziegelton Königsaue Krs. Aschersleben 1967/68 mit operativer Vorratsberechnung. – Bezirksstelle für Geologie Halle, 17.12.1969.

Trembich, X. (1969): Ergebnisbericht über die Erkundungsarbeiten Ziegelton Baalberge 1968/69 mit operativer Vorratsberechnung. – VEB GFE Halle, 07.07.1969.

Wiehle, P. (1977): Zwischenbericht über die geologischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der Erkundung Ziegelton Naumburg. – VEB GFE Halle, 20.04.1977.

Zörner, G. (1969): Geologisches Gutachten über die Ergebnisse der Ziegeltonerkundung für die Ziegelei Hecklingen. – Bezirksstelle für Geologie Magdeburg, 01.08.1969.

Herstellung von modernem Ziegelmauerwerk.

4.2 Perspektiven für die nicht-keramische Nutzung von Tonrohstoffen Sachsen-Anhalts

Peter Karpe[1], Klaus Stedingk, Paul Höringklee & Regine Präger

4.2.1 Einführung

Neben der hauptsächlichen Betrachtung der Tonrohstoffe Sachsen-Anhalts für keramische Einsatzgebiete (siehe Kap. 4.1.) darf auch eine Einschätzung der Tone und tonigen Gesteine als barrierewirksame Gesteine und v.a. als Einsatzmaterial beim Bau von Deponien nicht fehlen. Im folgenden Beitrag soll daher auf die Eignung der Tone als Leichtzuschlagstoff und als Deponie-, Deich- und Dammbaurohstoff (Abb. 1) in geraffter Form eingegangen werden. Leider ist vielfach die Datenlage recht lückenhaft, sodass die Ausführungen nur orientierenden Charakter haben können.

4.2.2 Blähton/Leichtzuschlagstoff (LZS)

Als Blähton geeignet sind Tone, die bei 1110–1250 °C ihr Volumen um das 4–6-fache vergrößern. Die chemischen Kennwerte sind sehr wechselhaft und entsprechen der variablen mineralogischen Zusammensetzung der Tone. Für den Blähton spielen die chemischen und mineralogischen Eigenschaften offensichtlich nur eine untergeordnete Rolle. Blähtone besitzen meist hohe Anteile von Illit, Sericit, Montmorillonit und Illit/Montmorillonit-mixed-layer. Der Kaolinitgehalt sollte niedrig sein. Quarzgehalte über 35 % vermindern die Blähfähigkeit. Karbonatgehalte >10 % sind ungünstig (Tab. 1).

Abb. 1: Bereitstellung von Dammbaustoff für den Hochwasserschutz an der Elbe. Die Oligozäntone im Leitzkauer Stauchfaltenkomplex östlich von Gommern sind als gut barrierewirksam eingestuft.

1 Dipl.-Ing. (FH) Peter Karpe, Dr. Klaus Stedingk, Dr. Paul Höringklee, Dipl.-Geoln. Regine Präger; Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 34, 06118 Halle (Saale).

Tab. 1: Zusammengefasste chemische und mineralogische Kennwerte von Blähton (Rohmaterial), Angaben in Prozent (leicht verändert nach Lorenz & Gwosdz 1997[2]).

	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3/ FeO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	SO_3	GV
min.	44,4	8,0	0,2	2,6	0,5	0,3	0,2	1,5	0,01	0,01	2,1
max.	80,0	25,0	1,1	12,0	5,9	4,6	6,0	5,1	0,5	0,8	15,1

Organische Substanz	hoch (bis ca. 3,5)
Karbonatgehalt	< 5–10
Tonmineralgehalt (vor allem Illit- bzw. Glimmergruppe)	> 30–40
Kaolinitgehalt (incl. Fire clay und Halloysit)	< 35
pH-Wert (wässrige Suspension)	> 6

Die Rohmaterialien müssen so zusammengesetzt sein, dass mit beginnender Sinterung genügend Gase entstehen, die eine schaumige Textur hervorrufen und beim Erkalten erhalten bleibt (Tab. 2). An der Außenhaut der Granulate bildet sich dabei eine feste, dichte Sinterkruste, während im Innern die Gasbildung (Blähwirkung) vor sich geht (aus org. Substanz, Karbonaten, Eisenoxiden und -hydroxiden). Durch Hinzufügen von Blähhilfsmitteln (z.B. Bitumen, schweres Heizöl, Kohlenstaub, Sulfitablauge) kann der Bläheffekt erhöht werden. Zur Senkung des Schmelzpunkts werden Schmelzhilfen eingesetzt (Wasserglas, Soda-Pottasche-Gemische).

Tab. 2: Physikalische Kennwerte von Blähton/Blähschiefer (Rohmaterial/Aufgabegut) (nach Lorenz & Gwosdz 1997[2]).

Parameter	***Blähton***	***Blähschiefer***
Korngrößen im Rohmaterial	0 % > 0,250 mm 60–70 % < 0,010 mm > 35 % < 0,002 mm	entfällt
Homogenität	erwünscht	erwünscht
Plastizität	hoch	entfällt
Viskosität (mehrere bar)	$5x10^8$ bis $5x10^7$ Poise	entfällt
Sinter-/Schmelzpunkt	sollten dicht zusammenliegen	sollten dicht zusammenliegen
Blähintervall (Temperaturbereich des Blähens)	soll sich mindestens über 100°C erstrecken	soll sich mindestens über 100°C erstrecken
Größe des Aufgabeguts	> 2 mm (Pelletierung, Nudelpressung)	ohne Nachbrechen des geblähten Schiefers : 0–3 mm; 3–6 mm; 6–13 mm mit Nachbrechen des geblähten Schiefers : 2–10 mm; 6–19 mm; 10–25 mm; 19–38 mm
Verhältnis von Größtkorn zu Kleinstkorn im Aufgabegut	< 3 : 1 (besser 2 : 1)	< 3 : 1 (besser 2 : 1)

2 Lorenz, W. & Gwosdz, W. (1997): Bewertungskriterien für Industrieminerale, Steine und Erden, Teil 1, Tone. – Geol Jb H, 2, 1–108, Hannover.

4.2.3 Einschätzung der Bläheigenschaften ausgewählter Gesteine

(Stratigraphie und Verbreitung s. Tab. 5)

Auelehme

Die Auelehme weisen bezüglich ihres möglichen Einsatzes als Leichtzuschlagstoffmaterial sehr unterschiedliche Eigenschaften auf. Ihre Einsatzmöglichkeiten sind daher unterschiedlich zu bewerten. Besitzt der Auelehm u. a. einen sehr niedrigen Anteil der Fraktion <2 µm und außerdem geringe Gehalte an organischem Detritus, so sind nur mäßige Blähwerte unter Thermoschockbedingungen (bei 1175 °C und 15 Minuten Verweildauer) mit Vorwärmen bei 250 °C sowie unter Einsatz von Blähhilfsmitteln zu erreichen (z. B. Rogätz). Sind dagegen u. a. hohe Anteile der Fraktion <2 µm und organischer Substanz vorhanden, bläht der Rohstoff auf natürlichem Wege. Die Blähwerte sind unter Thermoschockbedingungen im Temperaturbereich 1100 bis 1275 °C bei 5 und 15 Minuten Verweilzeit recht günstig (z. B. „fette“ Auelehmbereiche von Havelberg, Parey).

Insgesamt lassen sich jedoch horizontal als auch vertikal auftretende Teilbereiche in den Auelehmverbreitungsgebieten/-lagerstätten als bedingt günstig zur Herstellung von Leichtzuschlagstoffen einschätzen.

Löss

Verfahrenstechnische Untersuchungen an Lössproben erbrachten negative Ergebnisse. Eine natürliche Blähneigung ist kaum vorhanden. Selbst unter Zugabe von organischen Blähhilfsmitteln und Flussmitteln, die einen erheblichen verfahrenstechnischen Aufwand darstellen, sind keine befriedigenden Ergebnisse (nur schwaches Blähen) erzielt worden. Löss und Lössderivate scheiden als potenzielle Rohstoffbasis für die Herstellung von Leichtzuschlagstoffen aus.

Bitterfeld-Deckton

Die feinpelitischen Tonhorizonte des Bitterfeld-Decktonkomplexes, die als Feuerfesttone und auch als Steinguttone genutzt wurden, zeichnen sich durch ihren dominierenden Kaolinitgehalt, geringe Flussmittelgehalte und ihre genetisch bedingte Verknüpfung mit der Braunkohlenbildung durch eine feinkohlige Imprägnation aus. Bei relativ niedrigen Temperaturen setzt bereits eine Blähgasbildung ein, ohne dass eine pyroplastische Phase entsteht. Blähversuche bestätigten diese Erkenntnis. Trotz ihrer oberflächennahen regionalen Verbreitung und Zugänglichkeit sind daher diese Tone für eine Leichtzuschlagstoffherstellung nicht in Betracht zu ziehen.

Rupelton *(Septarienton)*

Eine gezielte Untersuchung des Rupeltons auf seine Eignung als Leichtzuschlagstoff-Rohstoff erfolgte in der Lagerstätte Jersleben-Elbeu (Münch 1971[3]). Die laborativ vorgenommenen Blähuntersuchungen erfolgten getrennt nach dem oberen Horizont (dem sog. Oxidationshorizont) und dem unteren Horizont, dem unverwitterten Septarienton.

Die günstigsten Blähtemperaturen liegen zwischen 1130 °C und 1180 °C in einem sehr engen Temperaturintervall. Nach den Laboruntersuchungen lässt sich ein relativ gut geblähter Leichtzuschlagstoff mit guter Festigkeit und geschlossener Oberfläche herstellen. Die ermittelten Qualitätskenngrößen des Blähtests gestatten eine Einstufung des Produkts nach der ehemals gültigen TGL 22965 in die Sorte II für Leichtzuschlagstoffe mit niederer Dichte als auch in die Sorte I mit hoher Festigkeit.

Abgeleitet aus den Analysenergebnissen der Kornzusammensetzung und des Stoffbestands sowie vor allem aus dem brenntechnischen Verhalten der Septarientone sind bedingt gute bis sehr gute Voraussetzungen für die Herstellung von Leichtzuschlagstoffen für folgende Vorkommen zu erwarten:
Leitzkau, Möckern, Druxberge, Seehausen/Börde, Hohenwarsleben, Prödel, Vahldorf und Woltersdorf.

Oberkreidemergel

Ergebnisse verfahrenstechnischer Untersuchungen an Proben der Gesteine des Santon/Untercampan der Subherzynen Kreidemulde liegen nicht vor. Die Gesteine sind zur Leichtzuschlagstoff-Herstellung hoher Festigkeit u. a. aufgrund des geringen Flussmittelgehalts nicht bzw. nur bedingt geeignet. Es ist ein ungenügendes Blähvermögen zu erwarten.

Liaston

Nach den Ergebnissen der verfahrenstechnischen Untersuchungen an Proben des Südostteils der Lapp-

3 Münch, D. (1971): Ziegeltonanalysen Lagerstätte Jersleben-Elbeu. – VEB GFE Halle, 30.04.1971.

wald-Mulde ist der Rohstoff zur Leichtzuschlagstoff-Herstellung hoher Festigkeit nur bedingt geeignet.

Keupertone

Aus den Daten der Alt-Untersuchungen ist zu folgern, dass sämtliche pelitischen Folgen des gesamten Keupers für eine Nutzungsbetrachtung als Blährohstoff ausgeschlossen werden sollten.

Oberer Buntsandstein

Die pelitische Fazies der Peliröt-Folge führt einen sehr hohen Prozentsatz an CaO und MgO. Aufgrund des deutlichen Flussmittelüberschusses, insbesondere der Erdalkalien ist keine Blähfähigkeit zu erwarten. Dieser Flussmittelüberschuss ist in erster Linie auf den hohen Gehalt an Dolomit, Anhydrit und Gips zurückzuführen. Eine schwach marin-salinare Beeinflussung der Peliröt-Folge ist durch wenige chemische Analysen belegt. Aufgrund ihres ungünstigen Stoffbestands ist bei den Peliten des Röts nur ein sehr mäßiger Bläheffekt zu erwarten, sodass sie als Rohstoffbasis für Leichtzuschlagstoffe keiner weiteren Betrachtung unterzogen werden sollten.

Mittlerer Buntsandstein

Untersuchungen bezüglich des Blähverhaltens an den Schichten der Volpriehausen-Folge sind nur an den Tonen aus Baalberge durchgeführt worden. Aufgrund des chemischen Stoffbestands und des Korngrößenaufbaus führten die Blähversuche, auch bedingt durch den hohen Kalkgehalt, zu einem negativen Ergebnis (ohne Bläheffekt bereits bei 1175 °C verglast). Die pelitischen Folgen des Mittleren Buntsandsteins sind aufgrund des geringen Kenntnisstands nicht signifikant einschätzbar, werden aber als Grundlage für einen Blährohstoff keiner weiteren Betrachtung unterzogen.

Unterer Buntsandstein

Chemische Analysen der Ton- und Schluffsteine der Oberen und Unteren Folge des Unteren Buntsandsteins sowohl des Subherzyns als auch des SE-Harzvorlands belegen einen hohen Flussmittelgehalt (Kalk) und liegen außerhalb der Eignungsfelder des HOFFMANN'schen Diagramms. Die Ergebnisse der Oberen Folge aus dem Raum Bernburg sind dagegen in die Eignungsfelder I und II einzuordnen, jedoch im allgemeinen nur mit Blähhilfsmitteln blähfähig. Bei Zusatz von 1 % Kohlenstoff und Vorwärmen wurden im Temperaturbereich von 1125–1200 °C und Verweilzeiten von max. 15 Minuten Blähwerte von 2,3–3,8 (Kornrohdichten 0,8–0,5 g/cm^3) bei 1225 °C sogar max. 0,6 (Kornrohdichte 0,3 g/cm^3) erreicht. Untersuchungen an den Tonen von Wansleben ergaben aufgrund der Verarmung an oxidischen Eisenmineralen (Eisen wurde durch huminsaure Lösungen des Röblinger Braunkohlenfelds weggeführt), die sich jedoch nur lokal ausgewirkt haben dürfte, ungünstige Bläheigenschaften.

Zechstein (Bröckelschiefer)

Von den Ton- und Schluffsteinen des „Oberen und Unteren Bröckelschiefer" sowohl des Subherzyns als auch des SE-Harzvorlands liegen keine speziellen Untersuchungen zu den Bläheigenschaften dieser Rohstoffe vor. In Analogie zu den Ergebnissen für den Unteren Buntsandstein lassen auch diese Rohstoffe ungünstige Bläheigenschaften erwarten.

4.2.4 Ton als Deponie-/Deich- und Dammbaustoff

Tone und Tonminerale werden bereits seit Jahrhunderten als Dichtungsrohstoff eingesetzt. Der hohe Feinstkornanteil in den Tonen bewirkt eine sehr geringe Durchlässigkeit gegenüber Flüssigkeiten, d. h. sie besitzen eine hydraulische Barrierewirkung. Wegen dieser Eigenschaft finden Tone bzw. tonige Gesteine heute in folgenden Bereichen intensive Verwendung:

- als Dichtungsbaustoff im Deponiebau, hier als Oberflächen- und Basisabdichtung,
- im Wasserbau als Deich- und Dammbaustoff und
- im Verkehrswegebau als Dammbaustoff.

Bei allen genannten Einsatzzwecken ist neben der wasserrückhaltenden Wirkung die Standsicherheit des Materials zu berücksichtigen. Aus diesem Grund sind die für die Abdichtung einzusetzenden Tone bzw. tonigen Gesteine bei einem gleichbleibenden Einbauwassergehalt einzubauen, um die Stabilität und Homogenität des Horizonts (Basis- bzw. Oberflächenabdichtung) bzw. des Körpers (Deich, Damm) gewährleisten zu können. Für Deichbauten werden gemäß DIN 19712 (Flussdeiche) die Werte für die Durchlässigkeit, Verdichtungsfähigkeit, Scherfestigkeit sowie den Filtereigenschaften speziell für die jeweiligen Baumaßnahme vorgegeben. Weiterhin ist die Frostbeständigkeit der eingesetzten Rohstoffe sicherzustellen.

Besondere Anforderungen gelten für die Tone bzw. tonigen Gesteine, die im Bereich des Deponiebaus verwendet werden.
Neben der Wasserrückhaltung sind auch die Behinderung des Transports infolge des chemischen Verhaltens von Tonmineralen und anderen Verbindungen gegenüber Schadstoffen von Bedeutung. Dazu gibt die TA Abfall[4] (Tab. 3) die Anforderungen vor.

In Tab. 4 werden zwei ausgewählte „Leitparameter" für Tonminerale, Huminstoffe und Hydroxide genannt, die im unterschiedlichem Maße die Barrierewirksamkeit von Gesteinen bestimmen.

Die aufgeführten Aspekte zeigen, dass vor der Nutzung der Tone bzw. tonigen Gesteine für die genannten Einsatzzwecke eine Begutachtung erfolgen muss. Diese beginnt bereits mit einer detaillierten Kenntnis über die jeweiligen Lagerstättenverhältnisse und darauf aufbauend eine an die unterschiedlichen Gesteinsvarietäten angepasste Abbauführung. Weiterhin ist eine gründliche Aufbereitung und Vergleichmäßigung der geförderten Gesteinsvarietäten von entscheidendem Einfluss auf die Qualität der Lieferprodukte.

4.2.4.1 Allgemeine Einschätzung potenziell barrierewirksamer Gesteine in Sachsen-Anhalt

Zur Vermeidung bzw. Minimierung schädigender Auswirkungen z. B. von Deponiekörpern auf die Umwelt durch den Eintrag von Schadstoffen und der damit verbundenen möglichen Schadstoffversickerung in den Untergrund ist die Kenntnis der Barrierewirksamkeit von Gesteinen von entscheidender Bedeutung auch für die Abschätzung von Folgemaßnahmen. Aus diesem Grund wurde durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen eine „Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine Sachsen-Anhalts" im Maßstab 1 : 400000[5] erstellt.

Die oberflächennah verbreiteten Horizonte sind nach ihrer Schutzwürdigkeit gegenüber potenziellen Schadstoffen unterteilt und bewertet.

Tab. 3: Anforderungen an das einzubauende Material in Deponien nach TA Abfall[2]

Feinstkorn <2 µm	mindestens 20 %
Anteil an Tonmineralen	mindestens 10 %
Anteil an organischer Substanz	maximal 5 %
Karbonatanteil	maximal 15 %
Verdichtungsgrad (D_{pr})	>95 %

Tab. 4: Barrierewirksame Eigenschaften von Tonmineralen und anderen Stoffen

Mineral	***Kationenaustauschkapazität (mmol//z/100g=mmoleq/100g TS)***	***Spezifische Oberfläche (m²/g)***
Allophan	50–100	500–700
Kaolinit	3–15	10–20
Illit	20–50	90–100
Smectit	70–130	750–800
Bentonit (Wyoming)	100	800
Montmorillonit	40–70	450–700
Vermiculit	150–200	750–800
Fe- und Al-Hydroxide (pH-Wert : 8,0)	3–25	25–42
Huminstoffe	150–250	800

4 Gesamtfassung der Zweiten allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall). – Hrsg.: Bundesminister des Innern, Ministerialblatt, 137–214, Bonn 12. März 1991.

5 Übersichtskarte der Verbreitung Oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt. – Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle (Saale) 2000.

Eine Übersicht zur großräumigen Verbreitung potenziell barrierewirksamer Gesteine in Sachsen-Anhalt und deren Ausbildung gibt Tab. 5.

Tab. 5: Stratigraphie, Verbreitung und Ausbildung potenziell barrierewirksamer Gesteine in Sachsen-Anhalt.

Stratigraphie /Gestein	***Verbreitungsgebiet***	***Ausbildung***	***Barrie-rewir-kung***
Quartär			
Auelehm[1)]	Flussauen der Elbe, Saale, Mulde, Elster	hoher Tonkorn- und Schluff-kornanteil, durch Sandeinlage-rungen inhomogen	–
Löss/Löss-lehm[2)]	westlich der Elbe, südlich Wol-mirstedt	geringer und hoher Schluffkornanteil, lokal sehr unterschiedlich in der Homoge-nität (verwitterungsabhängig)	–
Beckenton /-schluff	im Norden Sachsen-Anhalts, Altmark-Fläming-Senke	hoher Tonkorn- und erhöhter Schluffkornanteil, lokal sekun-däre Kalkkonkretionen, i.d.R. homogen jedoch lokal durch Periglazialerscheinungen (Kryo-turbation, Solifluktion) inhomogen.	gut
Geschiebe-mergel/ -lehm[3)]	lückenhaft in ganz Sachsen-Anhalt	hoher Schluffkornanteil, wech-selnder Tonkornanteil (bei drenthe- und elsterzeitlichem Geschiebemergel z. T. hoch), genetisch bedingte große Korngrößeninhomogenität (Sand- /Kies-/ Steinfraktion)	bedingt/ mittel
Tertiär			
Miozänton (Bitterfeld Deckton)	nördlich Wittenberg und um Bad Schmiedeberg(Stauchmoränen)	hoher Tonkorn- und Schluffkornanteil, z. T. inhomogen durch Sand- und Kohlebeimengungen	gut
Rupelton (Septarien-ton)	im Bereich der Flechtingen-Roßlau-Scholle zwischen Hal-densleben, Magdeburg bis zum Leitzkauer Faltenbogen, nörd-lich Oschersleben, nördlich Köthen (Stauchmoränen)	hoher Tonkornanteil, etwas geringerer Schluffkornanteil, hohe Homogenität z. T. gemin-dert durch glazigen eingepresste Sande, Septarien, Gipskristalle, Pyrit	gut
Eozänton	im Süden Sachsen-Anhalts an die Aufschlüsse in den Braun-kohlemulden gebunden	hoher Tonkornanteil, etwas geringerer Schluffkornanteil, hohe Homogenität, lokal erhöh-ter Kohleanteil, z. T. Pyrite	gut
Tertiär / Kreide			
Kaoliniti-scher Ton	im südlichen Sachsen-Anhalt in geschützten Positionen im Bereich der Buntsandstein-verbreitung und der Porphyre nördlich Halle (Kaolinverwitte-rung Kreide/Tertiär)	hoher Tonkorn- und Schluff-kornanteil, in den basalen Berei-chen erhöhter Anteil des Aus-gangsgesteins	–

Kreide			
Oberkreide-Mergel	im Westteil der Subherzynen Senke	Verwitterungszone mit wechselndem Tonkorn- und Schluffkornanteil, kalkig (feinverteilt), mäßige Homogenität u.a. durch lokal eingeschaltete Tonmergelstein-, Kalksandstein- und Kalksteinbänke	mittel
Jura			
Tone des Lias (Hettang)	im Nordwestteil der Subherzynen Senke, der Nordflanke der Halberstädter Mulde und der Ostflanke des Quedlinburger Sattels	Verwitterungszone mit hohem Tonkorn- und Schluffkornanteil, durch Sandsteinlagen und -linsen in sich geringe Homogenität.	gut
Trias			
Keuper			
Steinmergelkeuper	lokaler Aufschluss in der Subherzynen Senke bei Gröningen	Verwitterungszone mit hohem Tonkornanteil, geringer Schluffkornanteil, hohe Homogenität	–[4)]
Lettenkohlenkeuper	lokaler Aufschluss in der Subherzynen Senke bei Wanzleben	Verwitterungszone mit geringem Tonkornanteil, hoher Schluffkornanteil, sehr geringe Homogenität durch Dolomit-, Kalkstein- und Sandsteinbänke	–[4)]
Buntsandstein			
Tonsteine der Pelitröt-Folge	in der Subherzynen Senke im Huy und südlich des Hakel bei Königsaue sowie in der Hermundurischen Scholle bei Bad Bibra und der Merseburg-Scholle nordwestlich Karsdorf über Naumburg bis Osterfeld	Verwitterungszone mit mäßigem Tonkornanteil und hohem Schluffkornanteil, lokal Gips- und Quarziteinlagerungen, mäßige Homogenität	bedingt
Tonsteine der Volpriehausen-Folge	in der Subherzynen Senke im Bereich der Oschersleben-Bernburg Scholle bei Baalberge	Ton-/Schluffsteine mit Fein-und Mittelsandstein der Volpriehausen-Wechselfolge, mäßige Homogenität	bedingt
Tonsteine der Bernburg-Folge	in der Subherzynen Senke im Bereich des Egelner Sattels, der Aufrichtungszone am Harz-Nordrand und der Oschersleben-Bernburg-Scholle	feinschichtige Feinsandstein-/Schluffstein-/Tonstein-Wechsellagerung mit Rogensteinen, mäßige Homogenität	bedingt
Perm (Zechstein)			
Bröckelschieferfazies	in der Subherzynen Senke im Bereich des Egelner Sattels (Westeregeln)	Ton- und Schluffstein, mit Gipseinlagerungen, mäßige Homogenität	bedingt

1) keine geologische Barriere
2) in Ausnahmefällen geologische Barriere
3) Geschiebelehm: oberer Teil Tonverarmung, Entkalkung; Grenze Mergel/Lehm nicht selten Tonanreicherungshorizont
4) Einzelfallprüfung

4.2.4.2 Bewertung ausgewählter Gesteine Sachsen-Anhalts auf ihre barrierewirksamen Eigenschaften

Die Bewertung der einzelnen Horizonte hinsichtlich ihrer Barrierewirksamkeit erfolgte in 3 Klassen:

Klasse 1 = gut barrierewirksam: Schichten mit sehr hohem Anteil an tonig/schluffigen Gesteinskomponenten, überwiegend homogen und sehr gering durchlässig
Klasse 2a = barrierewirksam: Schichten mit hohem Anteil an tonig/schluffigen Gesteinskomponenten, überwiegend mäßig homogen und gering bis mäßig durchlässig
Klasse 2b = bedingt barrierewirksam: Schichten mit überwiegendem Anteil an tonig/schluffigen Gesteinskomponenten in Wechsellagerung mit z. T. grundwasserwegsamen Schichten

Auelehme
Die Auelehme der Niederungen der Elbe, Saale, Mulde und Elster besitzen einen wechselnden jedoch hohen Ton- und Schluffkornanteil auf. Wegen seiner Inhomogenität durch meist geringmächtige Sandeinlagerungen wurde der Auelehm nicht in das verfügbare Rohstoffpotenzial barrierewirksamer Gesteine in Sachsen-Anhalt mit aufgenommen.

Löss
Der Löss/Lösslehm besitzt einen hohen Schluffkorn- und Feinsandanteil. Der Anteil der Fraktion < 2 µm ist relativ gering (7 bis 24 %). Der Gehalt an Tonmineralen liegt im Allgemeinen ebenfalls niedrig und besteht aus Illit, Chlorit und Wechsellagerung Illit/Smectit. Die Nichttonminerale sind durch hohe Quarz-, Feldspat- und Calcitgehalte gekennzeichnet. Verwitterungsbedingte Inhomogenitäten schließen eine Ausweisung von Löss/Lösslehm als barrierewirksame Gesteine in Sachsen-Anhalt aus.

Bitterfeld-Deckton
Der untermiozäne Bitterfeld-Deckton weist hohe Anteile im Feinkornbereich < 2 µm (ca. 35 bis 85 %) und im Schluffbereich 20 bis 2 µm (ca. 10 bis 48 %) auf. Neben Illit-Muskovit (13 bis 20 %) und einem nicht unbedeutenden Montmorillonitgehalt (5 bis 14 %) ist ein Kaolinitanteil von 22 bis 37 % kennzeichnend für den Mineralbestand. Positiv bestimmen das Sorptionsverhalten bzw. die Kationenaustauschkapazität des Illits und insbesondere des Montmorillonits das Schadstoffrückhaltevermögen. Ungünstige Auswirkung für eine Einstufung als barrierewirksames Gestein haben jedoch die hohen Kaolinitgehalte.

In der „Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt“ (1:400000) ist der Bitterfeld-Deckton als barrierewirksamer Ton deshalb nicht ausgewiesen.

Rupelton
Im Zentralteil Sachsen-Anhalts sind die unter-oligozänen Rupeltone oberflächennah einerseits sehr weitflächig verbreitet, andererseits aber auch im Bereich von Stauchendmoränen (Oschersleben-Seehausen-Druxberge, Klein-Ammensleben-Hohenwarsleben, Leitzkauer Stauchfaltenkomplex) als Schuppen oder Schollen z. T. geringer Ausdehnung anzutreffen.

Die Rupeltone sind in der „Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt“ (1:400000) als gut barrierewirksam eingestuft. Grundlage dieser positiven Einschätzung sind:
- der hohe Feinkornanteil von etwa 40 bis 60 % und der nahezu gleichbleibende Kornaufbau,
- der Tonmineralbestand (Illit, Montmorillonit, z. T. auch Wechsellagerungen Illit/Smectit),
- die relativ große Homogenität,
- die erhebliche Mächtigkeit von ca. 30 bis 50 m (teilweise auch bis 100 m) und
- die meist großflächige Verbreitung des Rupeltons.

Geringfügig nachteilig erweisen sich die innerhalb des Tons auftretenden Septarien, Pyritkonkretionen und Gipskristalle. Je nach ihrer tonmineralogischen Zusammensetzung und den bodenmechanischen Eigenschaften können die Rupeltone für
- Basisabdichtungen,
- Oberflächenabdichtungen und als
- Kompensationsschicht

im Deponiebau zum Einsatz kommen.

Die Vorkommen im Raum Woltersdorf wurden bezüglich ihres möglichen Einsatzes als Dichtungsrohstoff bzw. im Deponiebau untersucht. Die bei diesen Untersuchungen gewonnenen bodenmechanischen Daten (Zustandsgrenzen nach DIN 18122 und Werte nach DIN 18127) zeigt Tab. 6.

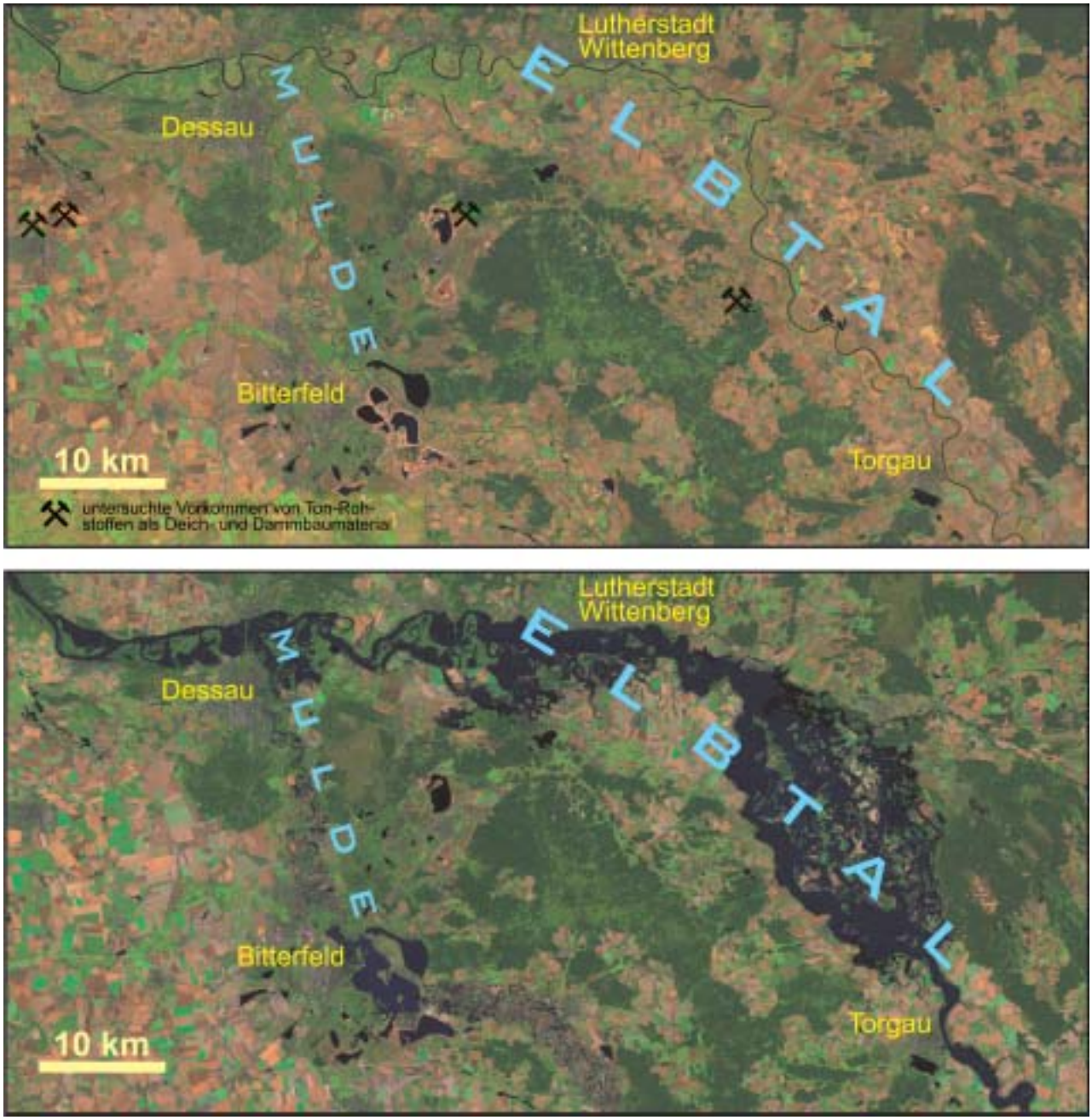


Abb. 2: Die Flutkatastrophe an Elbe und Mulde im Sommer 2002 im Satellitenbild (Landsat 7 ETM+). Das obere Bild zeigt den Normalpegel am 14. August 2000. Die Dramatik der Hochwasserereignisse wird im unteren Bild deutlich (20. August 2002). Zwischen Torgau und Wittenberg trat die Elbe bis zu einer Breite von 14 Kilometern über ihre Ufer. Bei Bitterfeld geriet die planmäßige Flutung der Tagebau-Restlöcher (Goitzsche) in kürzester Zeit außer Kontrolle. Für Sofortmaßnahmen und den anschließenden Wiederauf- und Ausbau des Hochwasserschutzes waren und sind noch erhebliche Mengen von Ton-Rohstoffen erforderlich, die möglichst baustellennah verfügbar sein sollten. Die Lage verschiedener untersuchter Tonvorkommen in diesem Raum zeigt das obere Bild (Copyright der Satellitenaufnahmen DLR Bilddatenbank).

Tab. 6: Kennwerte des Rupeltons im Raum Woltersdorf

Natürlicher Wassergehalt	Ø 24,6 %
Wassergehalt an der Schrumpfgrenze	Ø 14,4 %
Wassergehalt an der Ausrollgrenze	Ø 25-27 %
Wassergehalt an der Fließgrenze	Ø 53-59 %
Plastizitätszahl	Ø 26-34
Konsistenzzahl	Ø 0,9–1,1
Proctordichte bei einem opt. Wassergehalt von 25–30 %	1,455-1,607
kf-Werte	$1{,}8 \times 10^{-10}$–$7{,}5 \times 10^{-12}$ m/s

Die nachgewiesenen Gehalte der Kornzusammensetzung und des Stoffbestands sowie der Lithologie aller Rupeltonvorkommen erlauben die Einschätzung, dass u.a. bodenmechanische Daten in etwa der festgestellten Größenordnung generell auf den Rupelton übertragbar sind.

Eozäne Tone

Spezielle Untersuchungen zur Barrierewirkung der Eozäntone sind im Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt nicht vorgenommen worden. Aufgrund der Teufenlage dieser Tone sind diese nicht in der „Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt“ (1:400000)[5] von 2000 nicht aufgenommen worden.

Die eozänen Tone weisen einen hohen Kaolinitgehalt auf. Die Kationenaustauschkapazität und die spezifische Oberfläche des Kaolinits ist gegenüber anderen Tonmineralen sehr gering: Somit ist das Material für die Herstellung von Oberflächen- und Basisabdichtungen in Deponien nicht geeignet.

Oberkreidemergel

Grundlage für die Beurteilung der oberkretazischen ± stark kalkigen tonigen Mergelsteine sind die Ergebnisse der Untersuchungen zum Stoffbestand dieser Rohstoffe (Kornaufbau, Mineralogie und chemische Zusammensetzung). Der Anteil der Tonkornfraktion (< 2 µm), der sich im Beckeninneren bis 50 %, in den Tonflözen im Raum Quedlinburg bis 78 % bewegt, weist die oberkretazischen Folgen als barrierewirksame Gesteine mit einem hohen Anteil an tonig-schluffiger Komponente aus. Sie sind aufgrund ihres petrographischen Aufbaus (z.T. eingeschaltete Sandsteinzwischenlagen in der Beckenrandfazies) als mäßig inhomogen und gering bis mäßig durchlässig (k_f-Werte bei ca. 1×10^{-10} m/sec) einzustufen. Der Kaolinitgehalt beträgt im Beckeninneren bis 9 %, im Bereich des Beckenrandes bis 23 %, der Illit-/Muskovitanteil bis 45 % und der Gehalt an Smectit/Illit-Wechsellagerungsmineralen bis 30 %. Diese bieten günstige Voraussetzungen für einen Einsatz im Deponiebau. Die hohen Kalkgehalte (feinverteilt) in den Gesteinen des Beckeninneren (CaO bis 21 %) sind jedoch zu beachten, die CaO-Gehalte der Beckenrandfazies sind dagegen weit geringer.

In der Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt (1:400000) sind die Schichten des Coniacs, Santons und Campans (Ilsenburg-, Blankenburg-, Heidelberg- und Salzberg-Schichten) als barrierewirksam der Klasse 2a eingestuft worden.

Nach mechanischer Aufbereitung sind diese Gesteine als Oberflächenabdichtungsmaterial im Deponiebau und nach spezieller Prüfung auch als Basisabdichtung einsetzbar.

Tone des Lias

In der „Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt“ des Landesamts für Geologie und Bergwesen (1:400000) sind die Tonstein-Schluffstein-Komplexe der Schichten des Toarcs-Sinemurs und des Hettangs aufgrund des hohen Tonkornanteils und der hohen Homogenität und sehr geringen Durchlässigkeit als gut barrierewirksam (Klasse 1) eingestuft worden.

Abgeleitet aus den Untersuchungsergebnissen der Ton-/Schluffsteine des Hettangs (speziell des Lias α_{1-2}) sind jedoch erhebliche Schwankungen in der Fraktion > 2 µm (15,4–66,5 %) dieses stratigraphischen Horizonts zu verzeichnen. Bedingt durch die in diesem Ton-/Schluffstein sehr zahlreich eingelagerten Feinsandsteinlagen und -linsen ist auch der Anteil der Fraktion > 63 µm sehr wechselhaft (0,7 bis

49,5 %). Bestätigt werden die Werte auch durch die festgestellten Quarzgehalte (nach RDA) von bis zu 68,5 %. Damit ist die speziell für diesen oberflächennah weit verbreiteten Gesteinskomplex postulierte Homogenität zweifelhaft.
Nach der Phasenanalytik des Jahres 2002/2003 liegt in diesen Schichten ein kompliziertes Mineralgemenge vor. Aufgrund dessen ist die spezifische Oberfläche und die Kationenaustauschkapazität der tonigen Gesteine ebenfalls sehr komplex.

Die wichtigsten ermittelten Kennwerte der Vorkommen im Raum Wackersleben für den Einsatz dieser Gesteine als Dichtungsmaterial zeigt Tab. 7.

Nach entsprechender intensiver mechanischer Aufbereitung sind die Ton-/Schluffsteine des Hettangs (Lias α_{1-2}) als Oberflächenabdichtung im Deponiebau einsetzbar. Für den Einsatz bei Basisabdichtungen sollte dieser Rohstoff jedoch eingehenden Sonderprüfungen unterzogen werden.

Keupertone

Die Ton-/Schluffsteine und Tonmergelsteine des Unteren, Mittleren und Oberen Keupers sind in der „Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt“ des Landesamts für Geologie und Bergwesen (1:400000) als bedingt barrierewirksam (Klasse 2b) eingestuft worden.

Die Ton-/Schluffsteine der Arnstadt-Formation weisen vom Kornaufbau her eine sehr gute Homogenität auf (bis 67,8 % der Fraktion < 2 µm). Den Stoffbestand der Keuper-Tone zeigt Tab. 8.
Der lokal auftretende erhöhte $CaCO_3$-Gehalt (bis 29,2 %) ist an die unverwitterten Steinmergelhorizonte gebunden, gewinnungstechnisch nicht aushaltbar und somit für den Einsatz des Rohstoffs im Deponiebau ohne Belang.

Buntsandstein

Von den Gesteinen des Buntsandsteins liegen nur vereinzelte k_f-Werte vor (Tab. 9).
Weitere Untersuchungsergebnisse sind nicht bekannt.
Die ehemals auch grobkeramisch genutzten Ton-/Schluffsteine der Pelitrötfolge (Oberer Buntsandstein) sind vom Kornaufbau her in allen zur Auswertung verfügbaren Unterlagen der aufgeführten Objekte recht einheitlich ausgebildet. Jedoch ist zwischen der oberen stark verwitterten und unteren weniger stark verwitterten Zone (Abhängigkeit von der Intensität der Alttertiärverwitterung) zu unterscheiden. Der Kalkgehalt nimmt zum Liegenden hin zu, die Sekundärminerale (Gips, Pyrit) nehmen dagegen ab. Vorherrschende Tonminerale sind Illit-Chlorit-Wechsellagerungsminerale (mit quellfähigen Schichten) und ± Kaolinit. Der Tonkornanteil nimmt vom Hangenden zum Liegenden ab. Die neuen Untersuchungsergebnisse belegen für den Raum Königsaue Gehalte an Illit (bis 36 %), Chlorit (bis 12 %), Smectit-Illit-Wechsellagerung (bis 9 %) und Kaolinit in Abhängigkeit vom Grad der Verwitterung zwischen 0 und 20 %. Die Kationenaustauschkapa-

Tab. 7: Durchschnittliche Kennwerte des Liastons im Raum Wackersleben.

natürlicher Wassergehalt	24,6 %
optimaler Wassergehalt	21,3 %
Kalkgehalt	4,5 %
Proctordichte	1,654 g/cm³
kf-Wert	$2{,}93 \times 10^{-11}$ m/s

Tab. 8: Durchschnittliche Zusammensetzung der Tonminerale von den Keuper-Tonen der Arnstadt-Formation.

Kaolinit	ca. 13–14 %
Dreischichttonminerale	ca. 48 %
davon Smectite	ca. 10 %
davon Smectit/Illit-WL	ca. 11–12 %
davon Muskovit	ca. 26–27 %

Tab. 9: Gemessene k_f-Werte von Gesteinen des Buntsandsteins.

Stratigraphie	Lagerstätte	k_f-Wert (m/s)
Oberer Buntsandstein	Königsaue, hellgraue Varietät	$<1 \times 10^{-11}$
Unterer Buntsandstein	Wansleben, stark kaolinisiert	$<1 \times 10^{-11}$
	Peißen	$<1 \times 10^{-10}$

zität und die spezische Oberfläche der Tonminerale der Pelitrötfolge weisen insbesondere in der Verwitterungszone relativ günstige Voraussetzungen auf, um als Material im Deponiebau Eingang finden zu können.

Über die Altuntersuchungen der Ziegeltone des Mittleren Buntsandsteins hinaus liegen keine speziellen Untersuchungen zum Einsatz dieser Ton-/Schluffsteine im Deponiebau bzw. als Dichtungsmaterial vor. Der Auflockerungsgrad und der, wenn auch nur sehr geringe, Kaolinisierungsgrad der überwiegend illitischen Ton-/Schluffsteine der Volpriehausen-Wechselfolge bieten bezüglich der spezifischen Oberfläche des Tonmineralbestands und dessen Kationenaustauschkapazität relativ günstige Voraussetzungen, um als Material mit barrierewirksamen Eigenschaften eingesetzt zu werden.

Im Allgemeinen sind die Gesteine des Unteren Buntsandsteins durch eine relativ geringe tertiäre Verwitterungsrinde sehr geringer Intensität gekennzeichnet, die zu keinen tiefgreifenden Mineralneubildungen führte. Die Gesteine der Auflockerungs-/Verwitterungszone des Vorkommens Wansleben zeigen dagegen einen sehr differenzierten petrographischen Aufbau (blauer Ton → grüner Ton → heller Ton). Der Kornaufbau weist eine Zunahme der Fraktion < 2 µm auf, der Illit- und Chloritgehalt nehmen ab, ebenfalls der Flussmittelgehalt. Der Kaolinitgehalt nimmt dagegen entscheidend zu.

Für alle beschriebenen Gesteine des Unteren, Mittleren und Oberen Buntsandsteins sind unter dem Aspekt der spezifischen Dichteigenschaften noch eingehende weiterführende Untersuchungen angeraten.
Nach der bereits mehrfach erwähnten „Übersichtskarte der Verbreitung oberflächennaher Barrieregesteine in Sachsen-Anhalt“ des Landesamts für Geologie und Bergwesen (1:400000) sind die Gesteine des Oberen und Unteren Buntsandsteins als bedingt barrierewirksam (Klasse 2b) einzustufen. Die Gesteine weisen einen überwiegenden Anteil an tonig-schluffigen Komponenten in Wechsellagerung mit z. T. grundwasserwegsamen Schichten auf und belegen somit eine nur mäßige Homogenität des Gesteinsverbands im Sinne der Barrierewirksamkeit.

Zechstein (Bröckelschiefer)
Aussagfähige Daten über Ton-/Schluffsteine des Oberen und Unteren Bröckelschiefers liegen landesweit nicht vor. Diese Gesteinsfolgen sind aufgrund ihres petrographischen Aufbaus (eingeschaltete Feinsandsteinlinsen/-lagen; Gips-/Anhydritflocken und -knauern; Kalkknauern) insgesamt relativ inhomogen. In der ehemaligen Tongrube Westeregeln noch sichtbar anstehende Gesteine dieser stratigraphischen Einheit belegen die Einstufung des Landesamts für Geologie und Bergwesen als nur bedingt barrierewirksam (Klasse 2b). Eine Nutzung dieser Rohstoffe für den Deponiebau erfolgt daher nicht.

4.2.5 Zusammenfassende Bewertung

Neben dem Einsatz in der keramischen Industrie (s. Kap. 4.1) sind in diesem Beitrag weitere Möglichkeiten der Verwendung der einheimischen Tone und tonigen Gesteine aufgezeigt worden, wobei diese aufgrund der unzureichenden Datenlage nur als grobe Einschätzung gewertet werden können.
Bei der Bewertung der Tone als Rohstoff für Leichtbaumaterialien erwiesen sich nach den Anforderungen an die mineralogische und chemische Zusammensetzung nur die Rupeltone als geeignet.

Die oberflächennah anstehenden tonigen Rohstoffe lassen sich komplett, unter Berücksichtigung bestimmter technischer Voraussetzungen (Einbauwassergehalt) im Verkehrswege- und Wasserbau einsetzen. Hier sind die Faktoren der Stabilität und Frostbeständigkeit zu berücksichtigen.
Besondere Anforderungen sind beim Einsatz als barrierewirksames Material (z. B. Deponie) einzuhal-

ten. Neben der abdichtenden Wirkung ist bei den Deponiebasisabdichtungen das Schadstoffrückhaltevermögen zu gewährleisten. Aus der Datenlage heraus können leider keine konkreten Anwendungsempfehlungen erteilt werden. Nach den vorliegenden Angaben wird eingeschätzt, dass die Rupeltone, die Oberkreidemergel, die Liastone und die Horizonte des Buntsandsteins günstige Voraussetzungen für die Anwendung im Deponiebau aufweisen. In jedem Fall sind jedoch vor einem entsprechenden Einsatz gezielte Untersuchungen erforderlich.

Abdeckung einer ehemaligen Hausmülldeponie mit kaolinitischem Ton (hellgrau). Darüber Schicht von bindigen Aushubmassen (braun) zur Rekultivierung.

4.3 Geröllanalytische Untersuchungen an ausgewählten Kiessandlagerstätten Sachsen-Anhalts und ihre Konsequenz für die Qualitätssicherung

Torsten Stiefel[1], Peter Karpe[2] & Regine Präger[2]

4.3.1 Einführung

Der Bau hochbelasteter Verkehrsanlagen erfordert den Einsatz von Baustoffen höchster Qualität. So gilt es, z. B. Gesteinskörnungen (Betonzuschläge) auf ihre Eignung für den Einbau in Fahrbahndecken und Brückenkappen von Bundesautobahnen zu prüfen.

Schäden an neuerrichteten Betonbauwerken veranlassten das Landesamt für Straßenbau Sachsen-Anhalt (jetzt: Landesbetrieb Bau) 1999, eine Verfügung (Verfügung Nr. V 12-99/33 des LA f. Str.B., seit 2003: V 6/2003-33)[3] in Kraft zu setzen, in der die Anforderungen zur Prüfung und Güteüberwachung von Betonzuschlag nach DIN 4226[4] ergänzend festgelegt werden. Wegen seiner langjährigen Erfahrung bei der Bestimmung petrographischer Geröllzusammensetzungen von Gesteinskörnungen einheimischer Kiessandlagerstätten war das Landesamt für Geologie und Bergwesen (ehem. Geologisches Landesamt) intensiv in die Ausgestaltung und Präzisierung der Prüfvorschrift eingebunden. Ein wichtiger Diskussionspunkt waren hierbei die Bestimmung der so genannten „ungeeigneten Bestandteile“ und Festlegung ihrer Grenzwerte in den Gesteins-Lieferkörnungen. Innerhalb ihres Geltungszeitraums hat sich die o. g. Verfügung grundsätzlich positiv auf die Qualitätssicherung im Betonstraßen- und -brückenbau ausgewirkt.

Bereits lange bekannt ist, dass z. B. weiche, poröse oder quellfähige Gesteinskomponenten nach Wasseraufnahme unter Volumenvergrößerung zu Abplatzungen an Betonoberflächen führen können. In den vergangenen Jahren wurde vermehrt die vollständige Zerstörung von Beton als Folge der Alkalikieselsäurereaktion (AKR) beobachtet. Ursache hierfür sind Treiberscheinungen, ausgelöst durch Gesteinskomponenten, wie Kreide, Kreidekrustenflinte, Kieselkalke oder Opalsandsteine. Der petrographischen Bestimmung und Bewertung dieser ungeeigneten Bestandteile kommt deshalb eine besondere Bedeutung bei der Qualitätssicherung von Betonzuschlägen zu. Dabei geht es sowohl um die Feststellung der natürlichen Geröllzusammensetzung der Lagerstätte (Rohkies), als auch um die Analyse verkaufsfertiger Gesteinskörnungen. Aus den Ergebnissen der geröllanalytischen Untersuchungen können (und sollen) sich ggf. aufbereitungstechnologische Maßnahmen zur Minimierung ungeeigneter Bestandteile ergeben.

Die nachfolgenden Abbildungen 1 bis 3 machen beispielhaft die Probleme deutlich, wie sie an den Verkehrsbauten in Sachsen-Anhalt in Erscheinung getreten sind (Abb. 1 bis 3).

Mit der vorliegenden Arbeit werden erstmals repräsentative Vollanalysen der natürlichen Geröllzusammensetzungen in Abbau stehender Kiessandlagerstätten und Lagerstättenfelder vorgestellt. Weiterhin werden vorhandene lagerstättengeologisch-petrographische Daten vergleichend herangezogen und zusammengefasst mit den neuen Daten integriert. Diese Auswertung der lagerstättengeologischen Parameter erweitert die Modellvorstellungen (o. Kenntnisse) des Ablagerungsraums der Hauptkiessand-Verbreitungsgebiete (Haupt- und Niederterrassen der lagerstättenwirtschaftlich relevanten Flusssysteme Sachsen-Anhalts) in wesentlichen Punkten.

1 Dipl.-Geogr. Torsten Stiefel, Habichtsfang 12, 06126, Halle (Saale).
2 Dipl.-Ing. (FH) Peter Karpe, Dipl.-Geoln. Regine Präger, Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 34, 06118 Halle (Saale).
3 Ergänzende Festlegungen zu Anforderungen, Prüfung und Güteüberwachung von Gesteinskörnungen (Lockergestein) nach DIN 4226-1:2001-07 und Beton; Anwendungsbereiche ZTV Beton-StB 01 und ZTV-Ing, Ausgabe März 2003.
4 Riechers H.-J. (2001): Kies und Sand, Sonderdruck DIN 4226-1, Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel – Teil 1: Normale und schwere Gesteinskörnungen mit Erläuterung. Berlin.

Abb. 1: Zuschlagbedingter physikalischer Betonschaden an einer Autobahn-Betonfahrbahndecke. Abplatzung im Fugenbereich in Folge von Netzrissen als Ergebnis von Treibreaktionen im Beton (AKR). Unter der starken Verkehrsbelastung führen die Netzrisse schlussendlich zur Zerstörung der Fahrbahndecke und anschließenden kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen.

Abb. 2: Ziehen eines Bohrkerns aus geschädigter Betonfahrbahndecke zur Materialprüfung und Ursachenforschung.

Abb. 3: Die deutlich erkennbaren, z.T. mehrere cm in den Bohrkern hinein reichenden Risse zeigen, dass der Beton nicht nur an der Oberfläche geschädigt ist.

Ein praktisches Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Methode zur statistischen Absicherung von Geröllanalysen, insbesondere im Hinblick auf eine zuverlässige und reproduzierbare Erfassung der ungeeigneten Komponenten. In diesem Zusammenhang erfolgte auch der Vergleich der Geröllzusammensetzungen der einzelnen Kornfraktionen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden von unmittelbarem Interesse für die weitere Güteüberwachung von Gesteinskörnungen sein.

In den vergangenen Jahren konnten Untersuchungen des LAGB nachweisen, dass eine schlüssige qualitative Bewertung nach den heutigen Kriterien sowie eine lagerstättengenetische Einordnung der Kiessandlagerstätten in Sachsen-Anhalt auf der Grundlage vorliegender älterer Geröllanalysen nur eingeschränkt möglich sind (Karpe & Stedingk 2002[5]). Vor dem Hintergrund der aktuellen Probleme und den anstehenden Schwerpunkten im Straßenbau, insbesondere im Großraum Halle, am Harznord- und Harzsüdrand sowie in den südlichen Landesteilen (Autobahnbau: z. B. BAB 38, BAB 143, BAB 14-Norderweiterung, Ausbau von Bundesstraßen: z. B. B 6n; B 190) gilt es, die bestehenden Kenntnislücken zu schließen. In Abstimmung mit dem Landesamt für Straßenbau und den Vertretern der Rohstoffindustrie wurde daher beschlossen, nach einheitlichem Muster landesweit Geröllanalysen ausgewählter Rohkiessande zu erstellen und diese einer Aus- und Bewertung zu unterziehen.

Zur Lösung dieser Aufgabe in einem überschaubaren zeitlichen Rahmen wurde zwischen der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg (Institut für Geographie) und dem Landesamt für Geologie und Bergwesen eine Forschungskooperation vereinbart. Im Zuge der Anfertigung einer Diplomarbeit[6] unter Anleitung des LAGB entstanden die Ergebnisse, über die zusammengefasst in dem vorliegenden Bei-

5 Karpe, P. & Stedingk, K. (2002): Petrographische Zusammensetzung von ausgewählten Kiessandlagerstätten und Gesteinskörnungen in Sachsen-Anhalt. – in: Rohstoffbericht 2002 – Verbreitung, Gewinnung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. – Mitt. z. Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft **5**, 31–46, Hrsg.: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).

6 Torsten Stiefel (2004): Regionalgenetische Interpretation von Kiessandlagerstätten in Sachsen-Anhalt auf der Grundlage ihrer petrographischen und sedimentologischen Zusammensetzung. – Diplomarbeit Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg, 98 S., Halle (Saale), unveröff.

trag berichtet wird. Um die wichtigsten, regional und überregional bedeutsamen Kiessandlagerstätten zu erfassen, wurden zunächst nur die Flusssysteme von Elbe, Saale, Selke/Bode/Holtemme und Helme in die Untersuchungen mit einbezogen. Mulde und Elster blieben aus Kapazitätsgründen unberücksichtigt.

Praktisches Ziel dieser Arbeit ist die zuverlässige und reproduzierbare Erfassung der ungeeigneten Komponenten. In diesem Zusammenhang erfolgte auch ein direkter Vergleich der Geröllzusammensetzungen der verschiedenen Kornfraktionen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind von unmittelbarem Interesse für die Erkundung von Lagerstätten und die weitere Güteüberwachung von Gesteinskörnungen.

4.3.2 Die Kiessandlagerstätten in Sachsen-Anhalt (Überblick)

4.3.2.1 Wirtschaftliche Bedeutung

Noch vor Braunkohle, Hartgestein und Kalkstein entfällt auf Kiessand mit gegenwärtig fast 20 Mio. t mengenmäßig die größte Fördermenge an mineralischen Bodenschätzen in Sachsen-Anhalt (s. Kap. 2). Die Hauptanwendungsgebiete für diesen Rohstoff liegen in der Bauwirtschaft. Ein nicht unerheblicher Teil entfällt auf den Verkehrswegebau. Aus diesem Grund sind für die wirtschaftliche Entwicklung Sachsen-Anhalts und darüber hinaus umfassende Datenbestände zu den Kiessand-Lagerstätten des Landes von außerordentlich großer Bedeutung. Wissenschaftlich abgesicherte Kenntnisse über diese Bodenschätze, wie ihre Verbreitung und Eigenschaften, schaffen die Grundlage für ihre Gewinnung und die nachhaltige Versorgung der Gesellschaft mit dem wichtigsten Massenbaurohstoff.

4.3.2.2 Geologischer Rahmen

Kiese und Sande sind die an der Erdoberfläche am weitesten verbreiteten mineralischen Rohstoffe. Hierbei handelt es sich um Lockersedimente, die nach Verwitterung, Abtragung und Transport zur Wiederablagerung gelangten (Correns 1968[7]). In ihrer petrographischen Zusammensetzung sind zunächst alle Kiese und Sande vom anstehenden Ursprungsgestein abhängig, das der physikalischen und/oder chemischen Verwitterung ausgesetzt ist und instabil wird. Als Transportmedium bewirkt fließendes Wasser im wesentlichen die Massenverlagerungen.

Kiese und Sande wurden bedingt durch o. g. Prozesse zu allen erdgeschichtlichen Epochen abgelagert. Typische klastische Sedimente stellen heute z. B. Sandsteine, Grauwacken oder Konglomerate dar, die u. a. durch den Überlagerungsdruck zu kompakten Schichtpaketen verfestigt wurden. Die jüngeren, rolligen Ablagerungen weisen aufgrund ihrer oberflächennahen Verbreitung keinen bzw. einen sehr geringen Verfestigungsgrad auf. Dabei handelt es sich im Untersuchungsgebiet um tertiäre und quartäre Lockersedimente.

4.3.2.3 Tertiäre Kiessande

Im Südteil Sachsen-Anhalts sind quarzreiche Tertiärkiessande oberflächennah in lokal begrenzten Vorkommen erhalten geblieben und werden in einigen, wenigen Gewinnungsstellen abgebaut. Aus thematischen Gründen bleiben diese Vorkommen für die vorliegende Bearbeitung außer Betracht.

4.3.2.4 Quartäre Kiessande
(Ablagerungsraum und Flusssysteme)

Das Quartär Sachsen-Anhalts besitzt als Bindeglied zwischen dem niedersächsischen, dem brandenburgischen und dem sächsisch-thüringischen Raum besondere Bedeutung für die Quartärstratigraphie, speziell für das Saaleglazial, dessen Typusgebiet in Sachsen-Anhalt liegt.

Präglaziale und frühelsterzeitliche Kiessande

Die ältesten, sicheren quartären Ablagerungen in Sachsen-Anhalt sind fluviatile Sande und Kiese ohne nordisches Material, die als präglaziale Schotter bezeichnet werden. Es lassen sich mindestens vier Terrassen aus dem Zeitraum vom Pliozän bis zum ersten Vorstoß des Inlandeises der Elster-Kaltzeit unterscheiden, von denen sich die jüngste Terrasse mit elsterglazialen Ablagerungen verzahnt und deshalb die frühe Elster-Kaltzeit repräsentiert.

7 Correns, C. W. (1968): Einführung in die Mineralogie (Kristallographie und Petrologie). Berlin.

Elsterzeitliche Kiessande

Die Elsterkaltzeit erfasste mit ihrer nahezu flächendeckenden Vereisung das gesamte Bundesland und hat an mehreren Stellen bauwürdige Kiessandvorkommen hinterlassen. Mit dem Vorrücken des Inlandeises war oftmals eine Aufnahme und Umlagerung tertiärer Bildungen verbunden, die im Südteil Sachsen-Anhalts durch einen teilweise sehr hohen Anteil von Tertiärquarzen gekennzeichnet ist. Die Maximalausdehnung der Inlandvereisung zeigt die Abbildung 4.

Das Einzugsgebiet der Saale reicht weit über Sachsen-Anhalt hinaus. Dementsprechend sind als Liefergebiete im Südteil Sachsen-Anhalts der Thüringer Wald sowie die Sedimente des Thüringer Beckens bestimmend. Ab dem Raum Naumburg treten vermehrt Porphyre auf, welche hier glaziäre Sedimente darstellen.

Die Ablagerungen der Bode, Selke und Holtemme bestehen, bedingt durch die räumliche Nähe zum Harz, dessen Nordrand sie entwässern, hauptsächlich aus paläozoischen Sedimenten (besonders Grauwacken) sowie den Kristallingesteinen des Grundgebirges. Im Unterlauf dieser Flusssysteme sind auch nordische Komponenten anzutreffen. Die Helme entwässert Teile des Südharzes und den Kyffhäuser und folgt dabei einer dem Harzrand parallel verlaufenden Subrosionsrinne, die durch den Zechsteinausstrich bedingt ist. Hier kommt es zu Querschüttungen von beiden Gebirgen, wobei sich mit jedem weiteren Eintrag die petrographische Geröllzusammensetzung signifikant verändert.

Die Schotter der elsterzeitlichen Terrassen der einzelnen Flusssysteme unterscheiden sich sowohl in der Geröllzusammensetzung als auch im Schwermineralspektrum. Der nordische Anteil ist meist gering. Er beträgt im Süden Sachsen-Anhalts ca. 2–5 %, in der Mitte ca. 5–10 % und im Norden 10–20 %. Für Saale-Unstrut-Schotter sind Gerölle von Muschelkalk, Vulkanite des Thüringer Waldes und Sedimente des Thüringer Schiefergebirges typisch.

Elsterzeitlich sind Weiße Elster und Mulde nördlich Leipzig vereint. Die Schotter enthalten Gerölle von

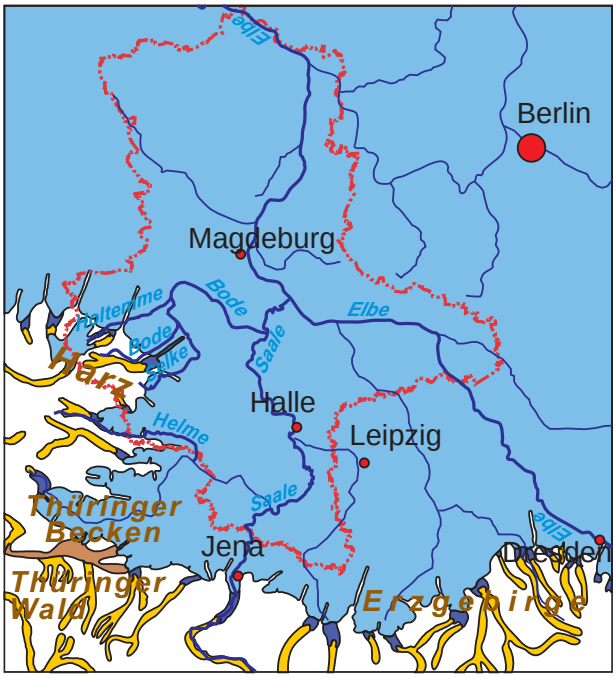


Abb. 4: Maximale Ausdehnung des elsterzeitlichen skandinavischen Inlandeises (Zwickauer Phase). Das Inlandeis (blau) bedeckt den Unterharz bis in eine Höhe von 450 m NN und vereinigt sich wahrscheinlich mit kleineren Gletschern des Gebirges (verändert nach Eissmann 1997[8]). Durch das Vorrücken des Eises kommt es zur Aufarbeitung und Umlagerung vorher abgelagerter Lockersedimente. (Terrassen – gelb, Talsander – dunkelbraun, Stauseen – dunkelblau).

turmalinführenden Graniten des Erzgebirges sowie Granulite und Vulkanite aus Nordwestsachsen. Die Kiese des Berliner Elbelaufs sind reich an Quarzgeröllen und führen Basalt, Kreidesandsteine, Granite, Vulkanite, Quarzite und Grauwacken als weitere Geröllkomponenten.

Saalekaltzeitliche Bildungen

Die kaltklimatische Akkumulation der elsterzeitlichen Mittelterrassen endet mit dem Vorstoß des Inlandeises der Saale-Kaltzeit. Während dieser Periode werden die saalezeitlichen Mittel- oder Hauptterrassen sedimentiert, die heute in zahlreichen Lagerstätten ein beträchtliches Rohstoffpotenzial bilden. Abbildung 5 zeigt die Maximalausdehnung der saalezeitlichen Inlandvergletscherung.

Die Maximalausdehnung des Eises der Saale-Kaltzeit verläuft vom Nordharzrand über Vatterode im Unterharz und Querfurt, Zeuchfeld, Bad Kösen und

8 Eissmann L. (1997): Das quartäre Eiszeitalter in Sachsen und Nordostthüringen. – in: Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen, Heft 8, 98 S., 1 Kt.-Teil, Altenburg.

Zeitz. Endmoränen und Sanderschüttungen des Hauptvorstoßes sind nur lückenhaft nachweisbar. Über den Schottern der Mittelterrassen liegen in weiter Verbreitung Beckenbildungen und Schmelzwassersande aus der Vorstoßphase des Drenthe-Eises. Für das Geröllinvertar von Kiessanden kommt der Geschiebeführung der Grundmoränen in sofern eine besondere Bedeutung zu, als durch die erosive Wirkung des Schmelzwassers Geschiebe freigespült werden, die sich dann in den Kiessandablagerungen z. B. als Gneise, Syenite (nordisches Kristallin), nordische Kalke oder Flinte wiederfinden.

Weichselzeitliche Bildungen

Während der Weichsel-Kaltzeit erreicht das Inlandeis nur den äußersten Nordosten Sachsen-Anhalts. Zwischen Genthin und Havelberg finden sich in den Klietz-Kamernschen Bergen isolierte Vorkommen der sandig-kiesigen Satzendmoräne des Brandenburger Stadiums mit vorgelagerten Sanderflächen. In den Tälern setzt zu Beginn der Weichsel-Kaltzeit eine Tiefenerosion ein, durch die eemwarmzeitliche und ältere Ablagerungen erodiert und ausgeräumt werden. Danach erfolgte die Aufschüttung der bis 15 m mächtigen Niederterrassen.

Diese Terrassenablagerungen zeigen in der Regel eine Korngrößenabnahme vom Liegenden zum Hangenden. In den Flussniederungen von Elster, Mulde, Saale, Unstrut sowie Bode und teilweise bis in den Bereich der mittleren Elbe, baut sich die weichselkaltzeitliche Niederterrasse überwiegend aus groben Schottern und Kiesen auf. Weiter nördlich und in den Talsandbereichen des Elbtals nimmt die Korngröße ab, so dass wechselnd kiesige Sande vorherrschen. Einlagerungen von Schluff und gelegentlich auch Torf können im mittleren und oberen Teil der Niederterrasse auftreten.

Bildungen des Holozäns

Mit dem Ausschmelzen des Toteises und dem Abbau des Dauerfrostbodens setzt am Ende der Weichsel-Kaltzeit bis zum Beginn des Holozäns in den Flussniederungen eine Erosionsphase ein. Im Atlantikum kam es verbreitet zur Akkumulation von Kiesen und Sanden der holozänen Terrasse. Sie wird 6–8 m, maximal 12 m mächtig und zeichnet sich durch das Auftreten

Abb. 5: Maximale saalezeitliche Ausdehnung des skandinavischen Inlandeises (Zeitzer Phase). Das Saaleeis erreicht den Rand des Harzes und kommt weiter östlich rund 20 bis 50 km vor der maximalen Ausdehnung des elsterzeitlichen Inlandeises zum Stillstand. Auch hier strömen die Flüsse auf den Eisrand zu und stauen Fluss- bzw. die Schmelzwässer zu größeren Seen auf. (verändert nach Eissmann 1997[9]; Farberklärung s. Abb. 4).

von Baumstämmen der Gattungen *Quercus, Ulmus* und *Fraxinus* aus. Sie treten im gesamten Elbtal zwischen Torgau und Wittenberge auf und wurden unter anderem in der Muldeaue bei Bitterfeld aus dem Abraum von Braunkohletagebauen geborgen und verarbeitet („Mooreichen“).

4.3.2.5 Lagerstättenübersicht

Wie oben ausgeführt, kam zwischen dem Ende des Tertiärs und dem Holozän in Sachsen-Anhalt ein bedeutendes Rohstoffpotenzial an Sanden und Kiesen zur Ablagerung, das in der Vergangenheit, der Gegenwart und in der Zukunft die Rohstoffgrundlage für eine umfassende und rege Bautätigkeit gebildet hat und weiterhin bildet.

Nachfolgende Übersicht zeigt zusammengefasst die stratigraphische Zuordnung landesbedeutsamer Kiessand-Gewinnungsstellen (Tab. 1).

9 Eissmann L. (1997): Das quartäre Eiszeitalter in Sachsen und Nordostthüringen. – in: Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen, Heft 8, 98 S., 1 Kt.-Teil, Altenburg.

Tab. 1: Übersicht der känozoischen Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. Die wichtigsten Kiessandablagerungen sind rot gekennzeichnet. In der rechten Spalte finden sich ausgewählte wirtschaftlich genutzte Typlagerstätten (verändert aus Rohstoffbericht 1998[10]).

Stratigraphische Gliederung			Nutzbares Gestein (Rohstoff)	Verwendung	Lagerstätten / Vorkommen (Auswahl)
Quartär	Holozän		**Fluss-Schotter (Kiese und Sande)**	Rohkiessand für Bauindustrie und Verkehrsbau	Elster-Luppe Aue
	Pleistozän	Weichsel-Kaltzeit	**Schotter der Niederterrassen (Kiese und Sande)**	überwiegend Betonzuschlagstoff	Flussbereich von Elbe, Saale, Mulde, Bode, Holtemme und Helme
		Eem-Warmzeit			
		Saale-Kaltzeit	**Schmelzwassersande**	vorwiegend Rohkiessand für Bauindustrie und Verkehrsbau; untergeordnet Betonzuschlagstoff	Altmark, ost- und südelbischer Raum
			Bänderton und -schluff	Ziegelrohstoff, Dichtungsmaterial	Brietz, Fleetmark (Altmark)
			Schotter der Mittel- und Hauptterrassen (Kiese und Sande)	überwiegend Betonzuschlagstoff	Wallendorf, Gröbzig, Tollwitz / Bad Dürrenberg
		Holstein-Warmzeit			
		Elster-Kaltzeit	**Schmelzwassersande**	vorwiegend Rohkiessand für Bauindustrie und Verkehrsbau	Zettweil südl. Zeitz
		Präelster-Kaltzeit	**Schotter der Ober-/ Präglazialterrassen (Kiese und Sande)**	Rohkiessand für Bauindustrie und Verkehrsbau, untergeordnet Betonzuschlagstoff	Edersleben, Berga, Lösau, Köplitz
Tertiär	Neogen	Pliozän			
		Miozän	Ton	Fein- und Sanitärkeramik, Ziegelrohstoff	Jüdenberg (Tonhalde Golpa-N)
			Quarzsand	Gießereisand und sonstiger Spezialsand	Nudersdorf, Kläden
	Paläogen	Oligozän	Ton	Dichtungsmaterial, (Ziegelrohstoff)	Möckern, Vehlitz, Kleinzerbst, Köthen
		Eozän	Ton	Fein- und Sanitärkeramik, Feuerfestindustrie	Brk.-Tgb. Profen, Grana, Roßbach, Gerlebogk
			Quarzsand	Gießereisand und sonstiger Spezialsand	Brk.-Tgb. Profen
			Kiessand	Betonzuschlagstoff, Rohkiessand	Prießnitz, Teuchern, Osterfeld, Brk.-Tgb. Profen
			Kaolin	Fein- und Sanitärkeramik	Morl, Etzdorf, Spergau
		Paläozän	Ton	Dichtungsmaterial	Eisleben

In der Übersichtskarte (Abb. 6) sind die Kiessandverbreitung in Sachsen-Anhalt und die für diesen Beitrag erfassten Lagerstätten bzw. Probenahmepunkte dargestellt.

4.3.2.6 Auswahl der Beprobungsorte (Abb. 6)

Das Ziel der Untersuchung bestand in der Analyse der natürlichen Geröllzusammensetzung der Kiessande, die entsprechend ihrer Eignung in der Bauindustrie eingesetzt werden. Vorrangig handelt es sich hierbei um quartäre Terrassenablagerungen. Unter der Bezeichnung „Niederterrasse“ werden die Ablagerungen innerhalb der rezenten Flusstäler verstanden (weichselzeitliche und holozäne Bildungen), während die Hauptterrassen (auch: Mittelterrassen) die älteren bzw. höhergelegenen Ablagerungen darstellen (saale- und elsterzeitlich). Die Hauptterrassen oder Mittelterrassen begleiten in weiter Verbreitung die Flussläufe von Elbe, Saale, Mulde, Unstrut, Elster, Bode/Selke/Holtemme und Salzke. Um mit

10 Geologisches Landesamt (1999): Rohstoffbericht 1998 – Steine und Erden, Industrieminerale. – Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beih. 2, 73 S., Halle (Saale).

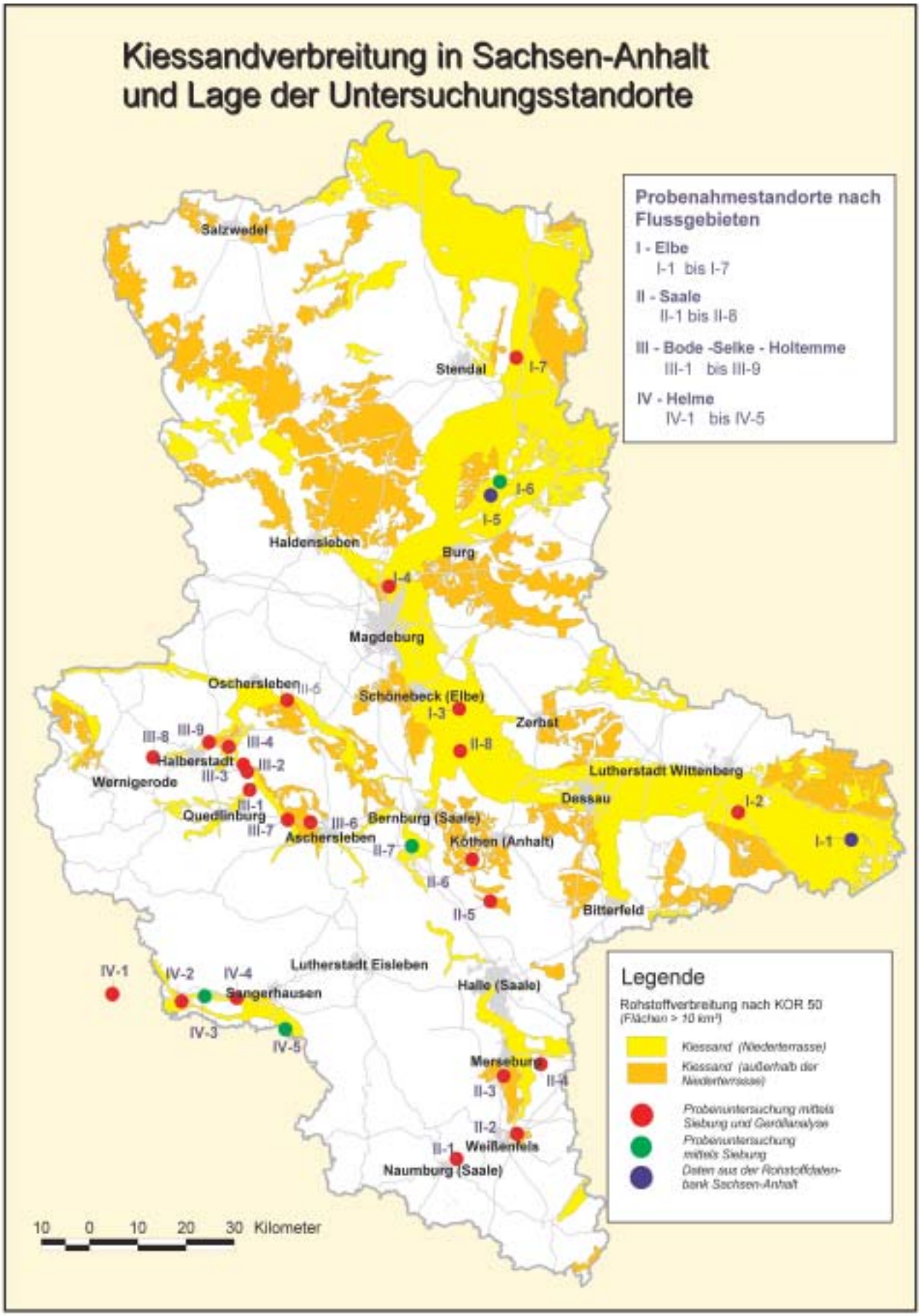


Abb. 6: Karte der Sand- und Kiessand-Hauptverbreitung in Sachsen-Anhalt mit der Lage der untersuchten Vorkommen.

dieser Arbeit eine möglichst hohe Repräsentanz für die untersuchten Flusssysteme zu erreichen, erfolgte die Auswahl der Probenahmeorte flussgebietsabhängig in Abstimmung mit dem Landesamt für Straßenbau (jetzt: Landesbetrieb Bau) und den Tagebaubetreibern.

Das prinzipielle Ziel der Beprobung bestand
1. in der Erfassung der *repräsentativen* Geröllzusammensetzung an *einer* definierten Stelle (z. B. Aufschluss durch Abbau)
2. Aussagen zu Veränderungen der Geröllassoziation in *Raum und Zeit* (z. B. stromabwärts) zu ermöglichen.

Von besonderem Interesse war im Zuge der Aufgabenstellung die Bestimmung und das Verhalten der ungeeigneten Bestandteile innerhalb der Geröllfraktion.

Das wichtigste Flusssystem in Sachsen-Anhalt ist die Elbe. Mit einem Einzugsgebiet von etwa 148 000 km^2 und einer Flusslänge von rund 1100 km gehört die Elbe zu den größten Flüssen Mitteleuropas (Abb. 7). Die wichtigsten deutschen Nebenflüsse sind die Schwarze Elster (5 541 km^2), die Mulde (7 400 km^2), die Saale (24 079 km^2) und die Havel (24 096 km^2).

Die Palette der in den potenziellen Liefergebieten anstehenden Gesteine ist im Elbebereich außerordentlich breit gefächert und repräsentiert stratigraphisch und petrographisch weite Teile der mitteleuropäischen Geologie.

4.3.3 Probenahme und Probenvorbereitung

4.3.3.1 Probenahme

„Unter Proben . . . werden stoffliche Teilmengen aus einer Gesamtmenge – definiert durch Masse, Volumen oder Anzahl – verstanden, die mindestens hinsichtlich eines Gütemerkmals dieselbe Zusammensetzung aufweisen, wie die Gesamtmenge, aus der sie stammen. Die Probe muss hinsichtlich des betreffenden Gütemerkmals für die Gesamtmenge repräsentativ sein. . . . Je nach der angewandten Methode der Probenahme werden verschiedene Probenarten unterschieden“ (Walther et al. 1999[11]).

Bei dieser Arbeit kamen zur Anwendung:
– Schlitzprobe (in situ, Probe aus Abbauwand)
– Haufwerksprobe als Misch- oder Sammelprobe (Zugschaufelprobe, Bandprobe, Rohkieshaldenprobe).

Während in den Gewinnungsstellen mit Nassförderung die Mischprobenahme vom Fördergut unmittelbar nach der Gewinnung erfolgen konnte (Schrapper-Zugschaufel – s. Abb. 8; Bandprobe – s. Abb. 9) wurden die Mischproben in den Trockenabbauen direkt aus der Abbauwand (Abb. 10) oder von den Rohkieshalden (Abb. 11) genommen. An allen Probenahmeorten wurden jeweils zwei Proben (je eine Rückstellprobe) entnommen. Das Gewicht je Probe schwankte zwischen ca. 20–40 kg und war von der Zusammensetzung (Sand-/Kiesanteil) und der Feuchtigkeit der Probe abhängig. Die Probenmasse nach dem Trocknen bewegte sich in der Regel zwischen ca. 20–30 kg. Das Ziel bestand darin, möglichst „frische“, d. h. aus dem laufenden Abbau stammende Proben zu erhalten.

4.3.3.2 Trocknen, Sieben

Die Aufbereitung der verschiedenen Proben erfolgte immer nach dem gleichen Schema. Zunächst wurde den Proben bei 105 °C in einem Trockenschrank die Restfeuchte entzogen. Dies war für die folgende Trockensiebung erforderlich. Wegen der großen Probenmenge (20–30 kg je Probe) kam die Verwendung üblicher Laborsiebsätze nicht in Betracht. Freundlicherweise stellte das *Kontrolllabor Halle* zur weiteren Verarbeitung eine halbtechnische Siebanlage zur Verfügung, die den erforderlichen hohen Materialdurchsatz in vertretbarer Zeit ermöglichte (Abb. 12). Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung wurden die Siebschnitte entsprechend den für die Bauindustrie erforderlichen Lieferkörnungen für Betonzuschläge gemäß DIN 4226 (Zuschlag für Beton) genutzt. Damit wurden Siebe mit folgenden Maschenweiten eingesetzt: <31,5 mm, <16 mm, <8 mm, <4 mm, <2 mm.
Eine weitere Separierung unterhalb 2 mm war für die Aufgabenstellung nicht notwendig bzw. nicht möglich.

11 Walther, H.W. & v. Gehlen, K. (1999): Lagerstättenkundliches Wörterbuch der deutschen Sprache. – Hrsg.: GDMB, 688 S., Clausthal-Zellerfeld.

Abb. 7: Das Einzugsgebiet der Elbe. Alle hier untersuchten Flusssysteme entwässern direkt oder indirekt in die Elbe.

Für die Ermittlung der Geröllzusammensetzung ist der Kornbereich von 4–31 mm von Bedeutung. Um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse sicher zu stellen wurden die Probenmengen für die Geröllanalyse mit 3 kg festgelegt. Diese wurden entsprechend des jeweiligen prozentualen Anteils der Einzelfraktionen 4/8 mm, 8/16 mm und 16/31,5 mm ausgewogen.

Abb. 8: Kiessandgewinnungsstelle IV-2 (saale- und weichselzeitliche Nieder- und Hauptterrassenschotter der Helme). Hier wird der Rohkies mit einer Zugschaufel (Schrapper) aus dem Wasser gewonnen. Das Probenmaterial konnte unmittelbar während der laufenden Förderung aus der Zugschaufel entnommen werden.

Abb. 9: Kiessandgewinnungsstelle I-6 (Elbe-Niederterrasse, nördlich Burg). In dieser Gewinnungsstelle erfolgt der Nassabbau mit Schwimmgreifer. Nach Anhalten des Förderbandes konnte hier eine Mischprobe des aktuell in Abbau stehenden Rohstoffes gezogen werden.

Abb. 10: Kiessandtagebau II-1 (Saalehauptterrasse bei Naumburg). Aus dem Haufwerk vor dem Abbaustoss (Trockenabbau) wurde eine homogenisierte Schlitzprobe entnommen.

Abb. 11: Kiessandgewinnungsstelle IV-4 (saale- und weichselzeitliche Nieder- und Hauptterrassenschotter der Helme bei Sangerhausen). Hier erfolgte die Probenahme durch Homogenisierung von Punktproben (Sammelprobe ca. 30 kg), die der Rohkieshalde entnommen wurden.

4.3.4 Petrographische Geröllanalyse und Auswertung

4.3.4.1 Analytik und Festlegung der Probenmenge für die Geröllanalyse

Nach ZEUNER (1933)[12] sind in einem weitgehend vermischten Schotter eines Flusses die Komponenten innerhalb einer Kornfraktion relativ konstant verteilt. Folgt man diesem Autor, ergibt die Auszählung von ca. 1000 Geröllen ein hinreichend sicheres Bild. Zur Analyse des sächsischen Randpleistozäns hält EISSMANN (1964)[13] die Bestimmung von 400–800 Geröllen pro Probe für ausreichend. Nach eher theoretischen Überlegungen genügt ein Probenumfang von nur 200–300 Geröllen, da der maximale Zufallsfehler bei 250 Geröllen nur 6,3 % betrage.

Abb. 12: Halbtechnische Siebanlage mit verschiedenen Aufsätzen (Maschenweite: 31.5, 16, 8; 4 u. 2 mm). Mit dieser Anlage wurde die gesamte Probenmenge entsprechend der o.g. Siebe in die Einzelfraktionen getrennt.

In der vorliegenden Arbeit betrug dagegen die Anzahl der untersuchten Gerölle im Durchschnitt ca. 5000 pro Probe. Der Grund für diesen sehr hohen Aufwand liegt in

(a) der großen Menge der zu bestimmenden Komponenten (zehn) und
(b) in dem äußerst niedrigen Grenzwert für die ungeeigneten Bestandteile,

deren statistisch gesicherte Bestimmung eines der Hauptziele dieser Arbeit war.

Laut DIN 4226-1 dürfen die ungeeigneten Bestandteile in zertifizierten Lieferkörnungen einen Grenzwert von 0,5 Masse-% nicht überschreiten (vergl. Tab. 2). Darüber hinaus wird im Folgenden der Nachweis geführt, dass bei hinreichend großer Probenmenge weitgehende Übereinstimmung zwischen Masse- und Kornprozent-Analysen besteht. Hieraus folgt, dass bei einer Korn-Analyse von 1000 Geröllen dieser Grenzwert 5 ungeeigneten Geröllen entspricht, die zugleich noch in sechs Komponenten zu differenzieren sind. Es liegt auf der Hand, dass für eine auch nur annähernd gesicherte Aussage eine Durchschnittsprobe mindestens ca. 5000 Gerölle enthalten sollte.

Eigene empirische Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Probenmenge von ca. 3 kg die o.g. Anforderungen erfüllt. Da zugleich die Analysenergebnisse auch repräsentativ für das Kornband der Gesamtprobe sein sollten, waren hierfür auch die prozentualen Anteile der Einzelfraktionen zu berechnen und getrennt zu analysieren. Die Mengen ergeben sich aus dem nach der Siebung eingewogenen prozentualen Anteil der Fraktionen 4/8 mm, 8/16 mm, 16/31,5 mm. Die Korngrößenfraktionen <4 und >31,5 mm wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt (s. Beispiel).

Beispiel:
Nach der Siebung und dem anschließenden Auswiegen ergibt sich für die Fraktionen 4/8 mm mit 10 kg, die 8/16 mm u. 16/31,5 mm mit je 5 kg, eine Gesamtmasse von 20 kg. Der daraus resultierende prozentuale Anteil der Fraktionen ist demzufolge 4/8 mm = 50 %, 8/16 mm = 25 % u. 16/31,5 mm = 25 %. Die so ermittelten Masse-% der Gesamtpro-

12 Zeuner (1933): Die Schotteranalyse. – Geol. Rdsch. 24, 65 bis 104, Stuttgart.
13 Eissmann (1964): Die alt- und frühpleistozänen Schotterterrassen der Leipziger Tieflandsbucht und des angrenzenden Gebietes. – Geologie, Beiheft. 46, 3–96, Berlin.

be (4/31,5 mm) werden auf die festgelegten 3 kg Gesamtanalysekörnung bezogen. Daraus ergibt sich für 4/8 mm = 50 % = 1,5 kg, 8/16 mm = 25 % = 0,75 kg, 16/31,5 mm = 25 % = 0,75 kg.

4.3.4.2 Ermittlung der petrographischen Geröllzusammensetzung: Unterteilung der darzustellenden Geröllanteile in „Hauptbestandteile“ und „ungeeignete Komponenten“

Die Unterteilung der Hauptbestandteile erfolgte weitgehend nach DIN 4226-1 in:
- Quarz,
- Quarzit,
- Kieselschiefer,
- paläozoische Sedimente,
- Grauwacke,
- mesozoische Sandsteine,
- Vulkanite (sauer bis basisch),
- Kristallin (keine Unterscheidung zwischen „einheimischem“ und nordischem Kristallin),
- Feuerstein und
- Kalkstein (hier wurden sowohl mesozoische und nordische Kalke zusammengefasst).

Besonderes Augenmerk wurde auf die Bestimmung und Ermittlung des Anteils der ungeeigneten Komponenten (Tab. 2) gelegt. Als „ungeeignete Komponenten“ gelten nach DIN 4226-1 folgende Bestandteile:
- poröse, weiche quellfähige Kalke,
- Kreidekrustenflint,
- Opalsandstein,
- quellfähige Ton- und Schluffsteine,
- Eisenverbindungen (Markasit, Pyrit bzw. Eisengeoden),
- organische Bestandteile (Kohle und Xylithe),
- als sonstige ungeeignete Komponenten wurden in dieser Arbeit u. a. stark verwitterte Kristallin- oder Vulkanitgerölle zusammengefasst.

An allen untersuchten Proben wurden nach der gleichen Methode die Korngrößenverteilung (DIN 18123) und die Geröllzusammensetzung (DIN 4226/V6) bestimmt. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte für die Ablagerungsräume – Elbe, Saale, Bode/Selke/Holtemme und Helme – gesondert.

Tab. 2: Zusätzliche Anforderungen an Gesteinskörnungen im Bereich des Landesamts für Straßenbau Sachsen-Anhalt (jetzt: Landesbetrieb Bau) bei Verwendung gemäß ZTV Beton-StB und ZTV-Ing*.

	Zulässige Anteile an ungeeigneten Bestandteilen im Betonzuschlag für Anwendungsbereiche (ab Prüfkorngröße >4 mm)	Gemäß		
		ZTV Beton-StB	ZTV-Ing	
		Beton für Deckschichten	Beton für Kappen	Beton für Sichtflächen
1	poröse Kalk- und Mergelsteine, Kieselkalke, Kieselkreiden, Opalsandstein, Kreide und kreidekrustenführende Flinte)[1]	< 0,5 Masse-%	< 0,5 Masse-%	< 0,5 Masse-%
2	gering verfestigte Sedimentgesteine (z. B. Ton-, Schluff- und Sandsteine) sowie quellfähige anorganische Bestandteile			
3	im alkalischen Milieu lösliche anorganische Bestandteile wie Pyrit/Markasit, Glaukonit, oxidische Eisenverbindungen	≤ 0,5 Masse-%	≤ 0,25 Masse-%	≤ 0,25 Masse-%
4	quellfähige organische Bestandteile (z. B. Kohle, Holz, Xylit)	≤ 0,02 Masse-%	≤ 0,02 Masse-%	≤ 0,02 Masse-%

)[1] Definition/Beschreibung (Auszug):
- poröse Kalk- u. Mergelsteine: Farbe hellgrau bis grau, relativ weich, Trockenrohdichte <2,5 g/cm³, Herkunft: Muschelkalk Thüringen, Subherzyn, südwestlicher Raum Sachsen-Anhalt
- Kreide bzw. Kreidekalk: Farbe weiß bis weißgrau, $CaCO_3$ -Gehalt >40 %; Opalgehalt <50 %, mitunter fossilführend, sofort stark brausend, weiß abreibend, Trockenrohdichte <2,0 g/cm³, Herkunft: Ostseeraum u. Subherzyn
- Kreidekrustenführende Flinte: Flintgerölle mit einer aus Kreide bestehenden Kruste. Sie gelten als ungeeignete Bestandteile, wenn die Kruste eine Dicke von ≥2 mm beträgt oder wenn Einschlüsse aus Kreide (oder Kieselkreide) vorhanden sind und deren Anteil am Geröll augenscheinlich über 25 Vol.-% beträgt.

* *Ergänzende Festlegungen zu Anforderungen, Prüfung und Güteüberwachung von Gesteinskörnungen (Lockergestein)nach DIN 4226-1:2001-07 und Beton; Anwendungsbereiche ZTV Beton-StB 01 und ZTV-Ing, Ausgabe März 2003*

Die Geröllbestimmung erfolgte makroskopisch und unter Verwendung eines Binokulars. Weiterhin wurden Ritzproben sowie Säuretests (zur Kalksteinbestimmung) durchgeführt. Die Abbildungen machen die starke Variabilität der zu bestimmenden Geröllkomponenten deutlich:

Geeignete Komponenten (Abb. 13–18):

Abb. 13: Quarzgerölle. Schon makroskopisch besticht die die starke Variabilität der „einfachen" Komponente Quarz. Die Übergänge zum Quarzit sind fließend. Mit einfachen „Feldmethoden" sind z. B. die als betonschädigend postulierten Stressquarze nicht bestimmbar.

Abb. 14: Grauwacke. Auffällig bei den hier gezeigten Geröllen sind die Farbunterschiede von hellgelblich bis dunkelgrau und die sehr unterschiedlichen Korngrößen innerhalb der Gerölle.

Abb. 15: Quarzitgerölle. Dieses Bild zeigt die schon optisch sehr verschiedenen Varietäten.

Abb. 16: Feuersteingerölle (Flint). Beispiele für Flintgerölle, z.T. mit schwach ausgebildeten und somit unbedenklichen Krusten.

Abb. 17: Kieselschiefergerölle. Diese meist aus dem Harz stammenden Komponenten können u. U. auch als Quarzit angesprochen werden.

Abb. 18: Nordischer Kalkstein (z.T. sehr fossilreich). Die abgebildeten Gerölle weisen meist eine höhere Härte als „einheimische" mesozoische Kalke auf.

Ungeeignete Geröllkomponenten (Abb. 19–23):

Abb. 19: Weiche z.T. poröse Kreidegerölle aus dem Subherzyn. Diese ungeeignete Komponente kann zu Treibreaktionen im Beton führen.

Abb. 20: Plänerkalkstein der Oberkreide.

Abb. 21: Kreidekrusten-Flint. Diese problematische Komponente wird in ursächlichem Zusammenhang mit Alkali-Kieselsäure-Reaktionen und Betonschäden gebracht.

Abb. 22: Weicher Ton- und Schluffstein. Diese „saugende“ Komponente kann die Festigkeit des Betons nachteilig beeinflussen.

Abb. 23: Oxidische Eisenverbindungen verursachen Schäden insbesondere bei Sichtbeton.

4.3.4.3 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

4.3.4.3.1 Geröllanalysen der einzelnen Gewinnungsstellen, geordnet nach Siebfraktionen

Die folgenden Tabellen (Tab. 3–5) zeigen alle Auszählergebnisse geordnet nach Gewinnungsstellen und Siebfraktionen. Diese Ergebnisse bilden den Kerndatenpool und die Arbeitsgrundlage der Diplomarbeit, auf ihnen beruhen alle Auswertungen und vergleichenden Betrachtungen.

Tab. 3: Auszählergebnisse der Korngröße 4/8 mm

Ort	Korn-größe	Korn-anzahl	Quarz	Kiesel-schiefer	Quarzit	Grauwacke	Paläoz. Sed.	Sand-stein	Kalk	Vulkanite	Kristallin	Feuer-stein	Krusten-flint	Ton-/Schluffstein	ungeeignet
I-2	4-8	5043	2867	113	491	17	45	34	0	362	1044	53	10	0	7
I-3	4-8	4832	2241	119	562	37	73	127	95	523	771	244	12	0	28
I-4	4-8	5990	2646	137	711	30	37	102	24	694	1408	162	12	3	24
I-7	4-8	6009	2698	148	623	0	104	48	204	518	1247	274	15	18	112
II-1	4-8	2988	335	54	827	66	202	59	864	323	206	0	0	0	52
II-2	4-8	4064	1311	48	720	13	67	160	655	515	384	2	0	5	184
II-3	4-8	2955	559	55	603	72	131	101	772	320	284	6	0	0	52
II-4	4-8	4743	1793	104	848	105	325	205	0	670	595	83	15	0	0
II-5	4-8	3649	1553	43	342	14	37	123	76	479	912	56	7	0	7
II-6	4-8	5591	2699	98	451	12	73	91	0	715	1342	99	6	3	2
II-8	4-8	3274	1378	86	600	0	154	73	146	464	301	57	0	4	11
III-1	4-8	4308	36	234	677	173	2018	88	55	394	573	7	0	26	27
III-2 (trocken)	4-8	3263	151	142	577	105	1198	85	0	237	650	15	0	3	100
III-3 (nass)	4-8	2388	71	173	427	169	832	78	1	131	475	10	0	15	6
III-4	4-8	5697	431	407	1260	314	1413	134	488	155	872	86	6	43	88
III-5	4-8	5529	1279	124	751	46	248	303	761	230	1326	211	39	50	161
III-6	4-8	3573	221	287	767	342	1196	98	51	87	499	4	0	5	16
III-7/NT	4-8	3677	69	348	441	321	1694	49	12	328	376	5	0	13	21
III-7/HT	4-8	5732	177	477	1568	572	2130	114	46	134	452	4	0	43	15
III-8	4-8	4808	356	229	603	80	1349	161	439	188	913	138	19	28	305
III-9	4-8	4660	141	550	1062	14	1461	161	16	149	1008	57	0	6	35
IV-1	4-8	2962	9	149	258	297	570	240	0	1277	161	0	0	0	1
IV-3	4-8	6352	35	167	785	478	2973	269	7	876	724	0	0	24	14
IV-4	4-8	5941	197	251	1029	155	1703	590	236	611	1118	0	0	24	27

NT – Niederterrasse
HT – Hauptterrasse

Tab. 4: Auszählergebnisse der Korngröße 8/16 mm

Ort	Korn-größe	Korn-anzahl	Quarz	Kiesel-schiefer	Quarzit	Grauwacke	Paläoz. Sed.	Sand-stein	Kalk	Vulkanite	Kristallin	Feuer-stein	Krusten-flint	Ton-/Schluffstein	ungeeignet
I-2	8-16	509	294	12	63	0	3	7	0	42	71	9	0	0	8
I-3	8-16	1027	465	38	163	12	15	22	23	129	116	36	5	0	3
I-4	8-16	588	277	17	51	2	4	12	4	64	115	31	7	2	2
I-7	8-16	552	192	11	71	0	18	10	19	55	95	47	0	3	31
II-1	8-16	563	47	12	136	12	48	16	197	59	25	0	0	0	11
II-2	8-16	658	158	7	99	2	6	23	164	67	54	1	0	0	77
II-3	8-16	539	70	5	103	12	22	24	175	53	69	0	0	0	6
II-4	8-16	601	187	11	113	18	52	31	0	110	67	10	2	0	0
II-5	8-16	593	251	5	76	1	3	13	11	70	139	20	2	0	2
II-6	8-16	520	262	10	44	2	4	3	0	65	115	14	1	0	0
II-8	8-16	522	249	21	85	0	9	21	17	88	19	10	0	3	0
III-1	8-16	435	3	24	75	32	187	12	8	40	50	0	0	0	4
III-2 (trocken	8-16	495	12	23	75	32	188	16	0	51	85	3	0	1	9
III-3 (nass)	8-16	279	8	21	57	38	73	0	0	21	59	2	0	0	0
III-4	8-16	679	55	51	165	46	161	14	36	33	65	16	0	0	37
III-5	8-16	621	114	16	62	0	5	53	95	26	181	38	4	5	22
III-6	8-16	619	31	46	86	109	221	11	9	15	87	1	0	2	1
III-7/NT	8-16	455	3	25	44	109	193	11	0	20	41	0	0	2	7
III-7/HT	8-16	556	22	50	112	104	180	7	6	18	44	0	0	13	0
III-8	8-16	473	21	33	59	15	147	13	45	9	63	11	6	1	50
III-9	8-16	445	19	57	69	25	177	12	2	22	53	4	0	0	5
IV-1	8-16	500	0	39	41	130	103	26	0	137	24	0	0	0	0
IV-3	8-16	768	2	21	76	137	348	25	3	53	101	0	0	0	2
IV-4	8-16	690	17	20	83	41	247	66	62	26	123	0	0	0	5

NT – Niederterrasse
HT – Hauptterrasse

Tab. 5: Auszählergebnisse der Korngröße 16/31,5 mm

Ort	Korn-größe	Korn-anzahl	Quarz	Kiesel-schiefer	Quarzit	Grauwacke	Paläoz. Sed.	Sand-stein	Kalk	Vulkanite	Kristallin	Feuer-stein	Krusten-flint	Ton-/Schluffstein	ungeeignet
I-2	16-31,5	53	27	5	8	0	0	3	0	0	6	4	0	0	0
I-3	16-31,5	7	3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
I-4	16-31,5	24	7	1	2	0	0	1	0	5	6	1	1	0	0
I-7	16-31,5	29	7	0	2	0	0	0	2	2	5	5	0	0	6
II-1	16-31,5	58	5	0	18	1	5	2	19	3	4	0	0	0	1
II-2	16-31,5	48	14	2	6	0	1	4	11	3	4	0	0	0	3
II-3	16-31,5	65	9	3	20	0	0	7	11	8	6	0	0	0	1
II-4	16-31,5	44	13	2	7	5	2	0	0	6	9	0	0	0	0
II-5	16-31,5	55	25	0	10	0	0	2	3	6	6	3	0	0	0
II-6	16-31,5	32	19	1	3	0	0	0	0	2	6	1	0	0	0
II-8	16-31,5	62	24	0	9	0	5	7	0	10	2	4	0	0	1
III-1	16-31,5	65	3	5	13	11	21	0	2	3	6	1	0	0	0
III-2 (trocken)	16-31,5	72	0	6	14	9	19	0	0	5	19	0	0	0	0
III-3 (nass)	16-31,5	80	2	8	7	19	24	0	0	5	14	1	0	0	0
III-4	16-31,5	39	2	6	12	3	5	1	1	2	3	3	0	0	1
III-5	16-31,5	51	10	3	6	0	0	4	10	0	8	4	0	0	6
III-6	16-31,5	62	1	9	8	21	12	3	2	0	5	0	0	0	1
III-7/NT	16-31,5	58	1	4	2	37	12	0		0	2	0	0	0	0
III-7/HT	16-31,5	43	0	4	6	13	11	2	1	2	4	0	0	0	0
III-8	16-31,5	36	3	0	3	9	10	1	2	0	4	1	0	0	3
III-9	16-31,5	47	3	6	3	10	24	0	0	1	0	0	0	0	0
IV-1	16-31,5	63	0	3	8	35	5	0	0	11	1	0	0	0	0
IV-3	16-31,5	47	0	1	5	10	17	1	0	6	7	0	0	0	0
IV-4	16-31,5	34	3	0	13	1	5	0	3	0	9	0	0	0	0

NT – Niederterrasse
HT – Hauptterrasse

4.3.4.3.2 Unabhängige Überprüfung der eigenen Analytik

Um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der eigenen Geröllanalysen zu gewährleisten, wurden für zehn ausgewählte Probenstandorte zehn Kontrollanalysen durchgeführt. Die Kontrollanalysen gab das LAGB in Auftrag. Dazu wurde das gleiche Probengut in den Körnungen 4/8 mm, 8/16 mm, 16/31,5 mm dem Kontrolllabor übergeben und durch dieses einer erneuten Geröllanalyse unterzogen.

Darüber hinaus erfolgte für den Standort III-5 ein Vergleich der eigenen Analysen und der des Kontrolllabors mit früheren Ergebnissen des LAGB (Rohstoffbericht 2002).

Als Resultat der Analysenvergleiche (eigene Analysen/Kontrollanalysen) muss festgestellt werden, dass sich größere Differenzen in der petrographischen Zuordnung der Geröllkornkomponenten Quarz und Kristallin ergaben. Nach Rücksprache mit dem Kontrolllabor wurde deutlich, dass dort z. B. alle Geröll-le mit mehr als 50 % Quarzanteil zu den Quarzen gezählt wurden. Quarze mit Anteilen von Glimmer oder Feldspat wurden in den eigenen Analysen aber dem Kristallin zugeordnet. Ebenfalls problematisch ist die Einordnung der Komponenten Quarzit, Kieselschiefer, und paläozoische Sedimente. Hier liegt es an der subjektiven Erfahrung der Prüfer, wie die Zuordnung erfolgt.
Fasst man einzelne Gesteinsgruppen zusammen (z. B. Quarzit, Kieselschiefer, paläozoische Sedimente) ergibt sich im Vergleich der eigenen Analysen mit den Kontrollanalysen eine relativ gute Übereinstimmung (Abb. 24).

Im Einzelnen lassen der Verlauf der Kurven bzw. die Schwankungsbereiche folgende Interpretation zu:

- *Der Vergleich der Ergebnisse von 16 Prüflaboren (schwarze Kurven) zeigt die größten Schwankungen bzw. Unsicherheiten der petrographischen Zuordnung für die Gesteinsgruppen Quarzit, Kieselschiefer und paläozoische Sedimente, gefolgt von den Vulkaniten und dem Kristallin (Abb. 25). Die Kontrollanalysen durch das LAGB (grün) konnten die Spannbreite deutlich einengen.*
- *Die eigene Analyse (rot) mit Material aus einem Abbaubereich, welcher 5 Jahre später beprobt wurde, liegt in etwa im petrographischen Mittel. Die eigenen Ergebnisse werden prinzipiell durch das Kontrolllabor (lila) bestätigt.*
- *Unklar bleiben dennoch die Differenzen bei den Kalksteinanteilen bei allen Prüfern, da diese Prüfung über den HCl-Test am sichersten ist.*
- *Schlussfolgernd macht auch dieses Diagramm die Gesamtproblematik der Reproduzierbarkeit der Geröllanalytik deutlich.*

4.3.4.3.3 Vergleich Korn- und Masseprozent

Die Prüfvorschriften nach DIN 4226 schreiben eine Geröllanalyse zur Bestimmung der Eignung als Betonzuschlagstoff in Masseprozent vor. In den meisten Fällen wird die zu analysierende Probe der Gesteinskörnung 8–16 mm entnommen. Im Zuge dieser Arbeit bestand die Gelegenheit, Geröllanalysen in Masse- und Kornprozent für die Fraktionen 4/8 mm, 8/16 mm und 16/31,5 mm auf der Grundlage großer Probenmengen (insgesamt wurden mehr als 120000 Einzelgerölle petrographisch bestimmt) durchzuführen. Anhand dieser umfangreichen Daten sollte untersucht werden, ob ein unmittelbarer Vergleich beider Angaben möglich und sinnvoll ist.

Im Wesentlichen zeigt sich zwischen Masse- und Kornprozentangaben eine relativ gute Übereinstimmung, welche zu den gröberen Fraktionen allerdings deutlich abnimmt. Dies kann durch die geringere Anzahl der untersuchten Gerölle und den damit größeren Einfluss von Dichteunterschieden erklärt werden. Im Vergleich der einzelnen Fraktionen ist, bedingt durch die größte Anzahl an Geröllen, die Fraktion 4–8 mm statistisch als die aussagefähigste anzusehen. Bei der Korngröße 16–31,5 mm beeinflussen nicht selten wenige aber große Gerölle mit geringem Korn- aber hohem Masse-Prozentanteil das Ergebnis. Diesen Sachverhalt bezeichnet man auch als Nuggeteffekt

4.3.4.3.4 Kartendarstellung mit Kreisdiagrammen

Zur Verdeutlichung der Geröllassoziation und deren Veränderung innerhalb des Ablagerungsraums wurden die Geröllanalysen in Form von Kreisdiagrammen dargestellt.
Weil ein schneller Überblick der geeigneten und ungeeigneten Komponenten möglich sein sollte, wur-

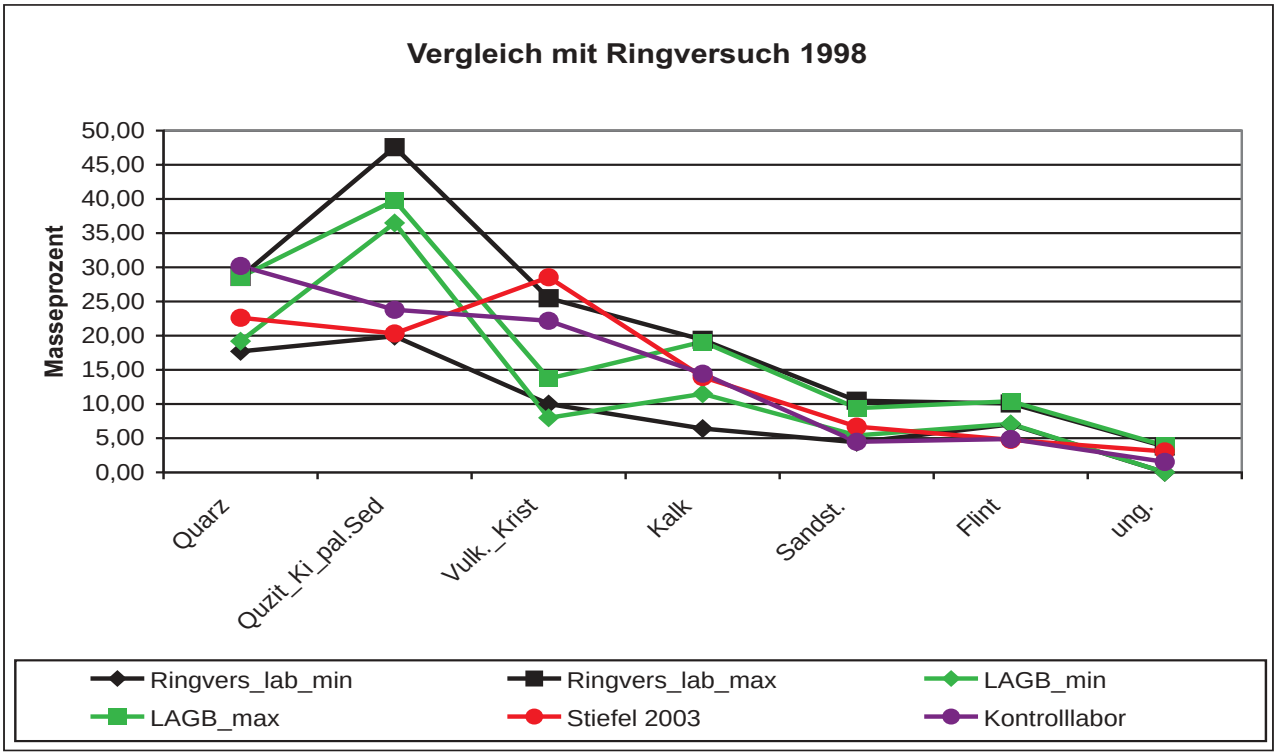


Abb. 24: Ergebnisvergleich der petrographischen Geröllanalysen 1998–2003. In diesem Diagramm sind die Ergebnisse eines durch das LAGB 1998 durchgeführten Ringversuchs dargestellt, an welchem sich 16 Prüflabore (schwarze Linien) beteiligten. Die grünen Linien stellen die Kontrollanalysen des LAGB dar. Im Vergleich dazu sind die eigenen Analysen (rote Linie) der Probe III-5 von 2003 und die entsprechende Analyse durch das Kontrolllabor (violette Linie) dargestellt. Die Auswertung lässt den Schluss zu, dass die eigenen Geröllanalysen insgesamt aussagesicher sind.

den doppelte Kreisdiagramme erzeugt (Karpe & Stedingk 2002[14]). Diese zeigen im Außenkreis alle Hauptbestandteile und die zusammengefassten ungeeigneten Geröllbestandteile (100 %). Der Innenkreis zeigt ausschließlich die Zusammensetzung der ungeeigneten Bestandteile auf 100 % normiert. Aus praktischen Gründen findet sich außerhalb des Diagramms numerisch die Summe der ungeeigneten Komponenten.

4.3.4.4 Die Ablagerungsräume (Flusssysteme)

Für die folgende Auswertung wurden Diagramme auf Grundlage der prozentualen Masseverteilung der Komponenten erzeugt.

Die vergleichende Übersicht zeigt spezifische Geröllassoziationen für die verschiedenen Flusssysteme.

4.3.4.4.1 Elbe (I-1 bis I-7 in Abb. 27)

Im Elbtalbereich sind von Südosten nach Norden 7 Gewinnungsstellen (davon 6 geröllanalytisch) untersucht worden. Sie erfassen nahezu den gesamten Sedimentationsraum der Elbe in Sachsen-Anhalt mit einem Flussbereich von rd. 200 km Länge (Abb. 7). In dem so beschriebenen Raum der Elbtalwanne sind Quarz und Kristallin die Hauptkomponenten der Geröllzusammensetzung, gefolgt von Vulkaniten und Quarziten. Während normalerweise der Quarzanteil mit zunehmender Lauflänge zunimmt, ist hier eine leichte Verringerung von Süd nach Nord festzustellen. Dieser Befund lässt sich auf den Eintrag nordischer Geschiebe (i. W. Kristallin) zurückführen. Bemerkenswert konstant bleibt die Zusammensetzung der Geröllassoziationen über 200 Flusskilometer. Entsprechend dem Ziel der Arbeit galt der Bestimmung und Ermittlung des Anteils der ungeeigneten Komponenten besondere Aufmerksamkeit.

14 Karpe, P. & Stedingk, K. (2002): Petrographische Zusammensetzung von ausgewählten Kiessandlagerstätten und Gesteinskörnungen in Sachsen-Anhalt. – in: Rohstoffbericht 2002 – Verbreitung, Gewinnung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. – Mitt. z. Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft **5**, 31–46, Hrsg.: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).

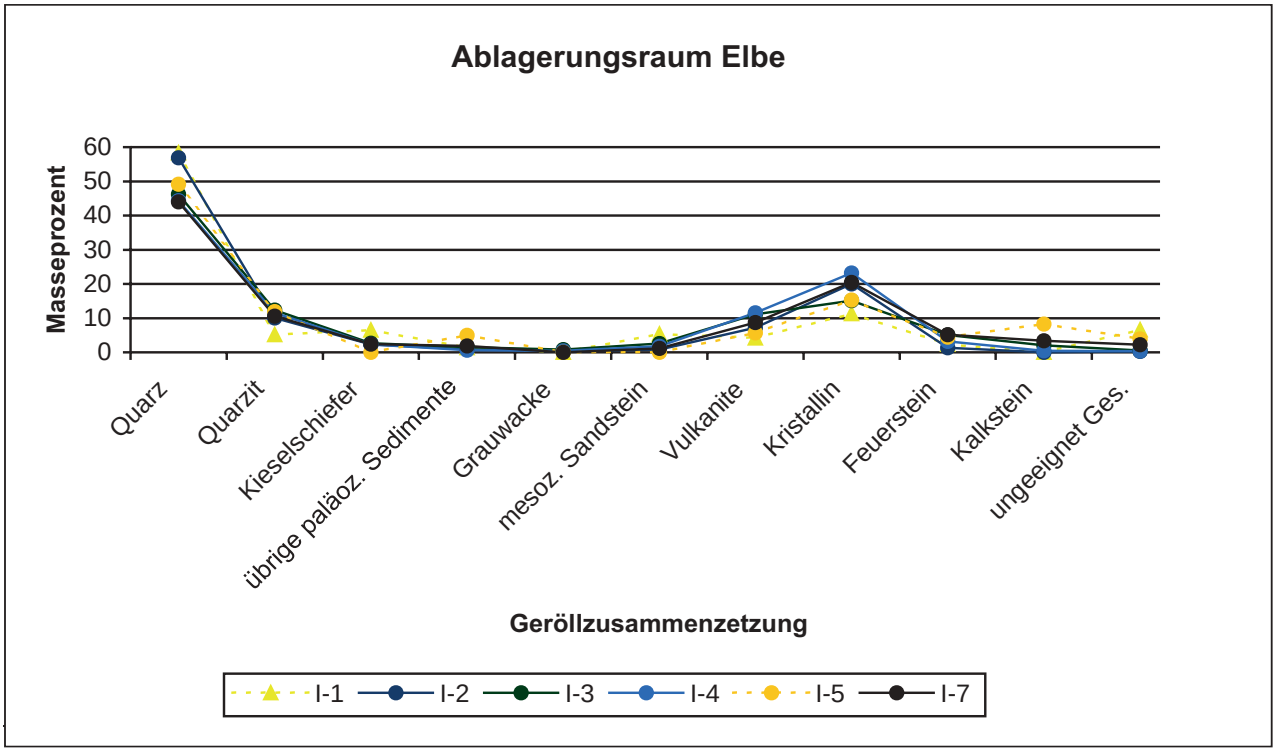


Abb. 25: Verlauf der Geröllzusammensetzung im Ablagerungsraum der Elbe zwischen Annaburger Heide und Raum Stendal. Über mehr als 200 Flusskilometer zeigen die Geröllassoziationen von sechs Abbaustellen eine überraschend geringe Differenzierung in ihrer Petrographie. Erklärung für die Dominanz der Komponenten Quarz/Quarzit und Kristallin dürfte das Liefergebiet Erzgebirge und der Eintrag nordischen Kristallins sein.

In der Abb. 27 sind die für die petrographische Auswertung genutzten Standorte des untersuchten Elbtalbereichs abgebildet. Die einzelnen in den Kreisdiagrammen farblich dargestellten Gesteinskomponenten veranschaulichen die Veränderungen der Kornzusammensetzung in diesem Sedimentationsraum. Die Kreisdiagramme spiegeln die petrographische Zusammensetzung der Rohkiessande der beprobten Gewinnungsstellen im Kornband 4–32 mm wider.

In der Gewinnungsstelle I-2 (Abb. 26) sind Quarz/Quarzit und Kristallin die Hauptgeröllbestandteile. Die Korngrößen 4/8 mm und 8/16 mm zeigen eine sehr gute Übereinstimmung. Bei der Korngröße 16/32 mm treten, bedingt durch den Nugget-Effekt, Verschiebungen, vor allem bei den Kieselschiefern und Feuersteinen auf. Ein wesentliches Liefergebiet ist das Granulitgebirge.

Wie zu erwarten, ist auch im mittleren Elbebereich (Gewinnungsstelle I-3) der Quarzanteil mit fast 50 % bestimmend. Die größten Differenzen zwischen den Kornfraktionen treten hier bei den mesozoischen Sandsteinen, Vulkaniten und ungeeigneten Geröllbestandteilen auf.

In der Gewinnungsstelle I-7 ist ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung der Korngrößen 4/8 mm und 8/16 mm zu beobachten. Der Nugget-Effekt der Korngröße 16/32 mm wird hier besonders in den Geröllarten Quarz, Feuerstein und Ungeeignete deutlich. Als ungeeignete Geröllbestandteile sind hier fast

Abb. 26: Schwimmgreiferabbau in der Gewinnungsstelle I-2.

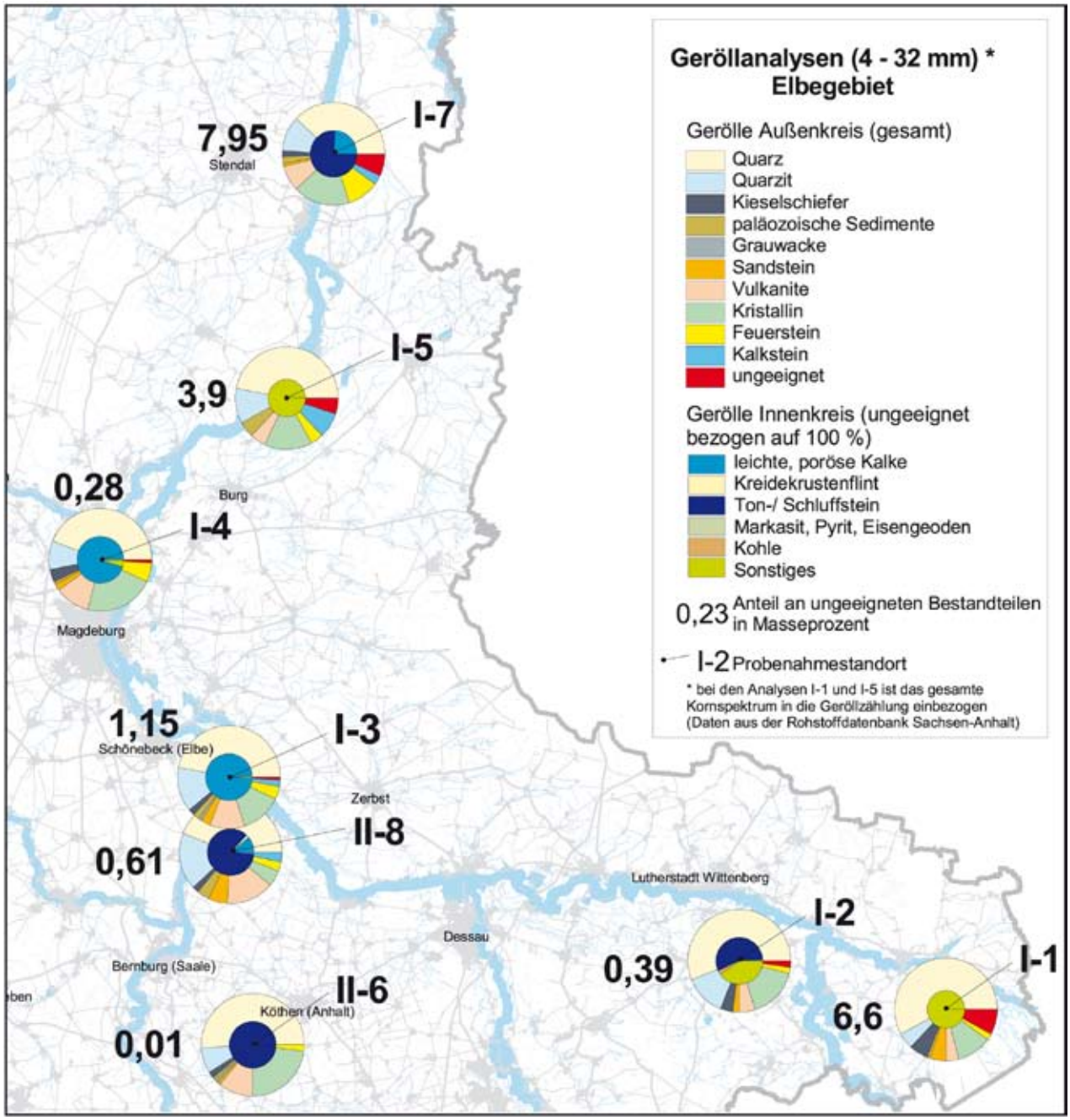


Abb. 27: Darstellung der Ergebnisse der Geröllanalysen im Ablagerungsraum der Elbe. Die doppelten Kreisdiagramme zeigen die natürliche Geröllzusammensetzung (für den Kornbereich 4–32 mm) im Außenkreis aller ermittelten Geröllbestandteile. Im Innenkreis ist die Zusammensetzung der ungeeigneten Bestandteile dargestellt. Für die Probenahmepunkte der Elbe zeigt sich deutlich eine Quarzab- bzw. Kristallinzunahme von Süd nach Nord. Die Analysenwerte für die Diagramme I-1 und I-5 sind aus der Datenbank des LAGB übernommen worden. Die relativ hohen Anteile an „ungeeigneten Bestandteilen" basieren auf der Zuordnung von „unbestimmbaren" zu den ungeeigneten Komponenten.

ausschließlich sehr weiche „Ton- und Schluffsteine" anzutreffen, welche als „Tonklumpen" aus dem Liegenden (Geschiebemergel) mit gefördert werden. Ungeeignete Bestandteile dieser Art finden sich nur im Rohkies, da sie nach einer Aufbereitung (z. B. Schwertwäsche) zu fast 100 % eliminiert werden.

Die relativ hohen Anteile der ungeeigneten Komponenten in den Gewinnungsstellen I-1 und I-5 (Analysen aus der Datenbank des LAGB), sind darauf zurückzuführen, dass alle in der Einzelanalyse als „sonstige Unbestimmbare" ausgewiesene Kornanteile dieser Kategorie zugeordnet wurden.

4.3.4.4.2 Saale (II-1 bis II-8 in Abb. 29)

Der Betrachtungsraum umfasst den Flussbereich der Saale zwischen Naumburg im Süden und der Saalemündung in die Elbe bei Trabitz im Norden. In diesem Gebiet liegen in den saalezeitlichen Hauptterrassenschottern sowie den weichselzeitlichen Niederterrassenschottern die wichtigsten Kiessandlagerstätten des mittleren und südlichen Sachsen-Anhalts. In diese Untersuchung wurden die Gewinnungsstellen II-1 bis II-8. einbezogen.

Die Geröllzusammensetzung der Hauptterrassenschotter in den Lagerstätten untereinander und die Zusammensetzung der Niederterrasse im Elbe-Saale-Dreieck sind zwar prinzipiell ähnlich, weisen aber in den Komponenten Quarz/Quarzit, Kristallin und Kalkstein Unterschiede auf. Deutlich ist in der Übersicht zu sehen, dass der Quarzanteil tendenziell von Süd nach Nord zunimmt. Der deutlich erhöhte Kristallinanteil in der Gewinnungsstelle II-6 ist auf die Zweiteilung des Rohstoffkörpers zurückzuführen (oberer Abschnitt nordisch geprägte, saalezeitlichen Schmelzwassersande; unterer Abschnitt reine Hauptterrassenschotter). Die erhöhten Kalksteingehalte in der Gewinnungsstelle II-2 gegenüber der Gewinnungsstelle II-4 sind in diesem Raum für die elsterzeitliche Terrrasse signifikant (Abb. 28).

Die Lagerstätte II-1 ist gekennzeichnet durch einen vergleichsweise hohen Kalksteinanteil, bedingt durch den Eintrag über die Unstrut aus dem Thüringer Becken und die räumliche Nähe zur Freyburg-Naumburger Muschelkalkmulde. Dadurch lässt sich auch der prozentual relativ niedrige Quarzanteil erklären. Die im Liegenden anstehenden Buntsandsteine spielen in der Geröllverteilung eher eine untergeordnete Rolle. Als Liefergebiete der Vulkanite kommen hauptsächlich der Thüringer Wald, aber auch die nördlich gelegenen Rotliegend-Vulkanitgebiete (z. B. um Halle) in Betracht (Materialtransport durch das Elstereis). Ähnlich verhält es sich bei den Quarziten und dem Kristallin.

Die Liefergebiete der Lagerstätte II-2 entsprechen denen der Lagerstätte II-1. Das beweist die hohe Kalksteinführung der Kiessande der Lagerstätte II-2, die als elsterzeitliche Schotter eingestuft sind.

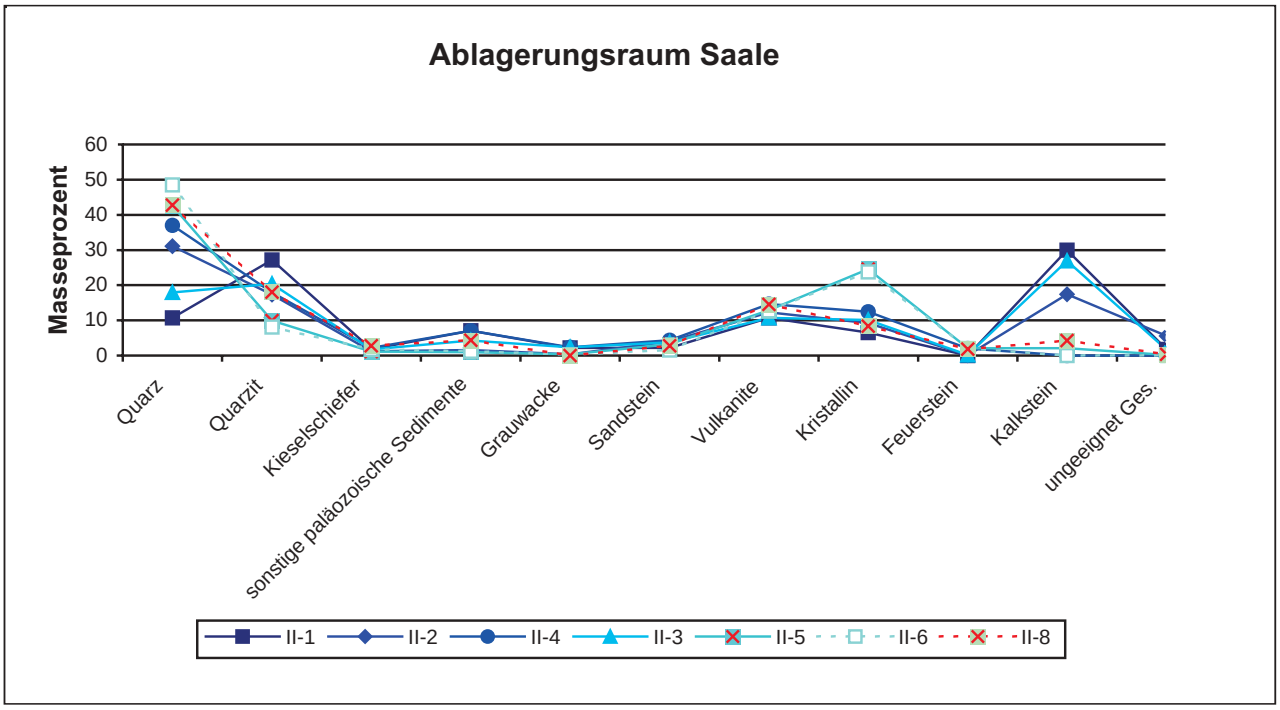


Abb. 28: Verlauf der Geröllzusammensetzung im Ablagerungsraum der Saale zwischen Naumburg und Trabitz. Ein deutlich differenzierteres Bild gegenüber dem Sedimentationsraum der Elbe (Abb. 25) lässt die Geröllverteilung des Sedimentationsraums der Saale erkennen. Besonders breite Streuungen weisen die Komponenten Quarz/Quarzit, Kristallin und Kalkstein auf. Ursache hierfür sind die komplexe Geologie der durchflossenen Liefergebiete (z. B. Thüringer Becken, Freyburg-Naumburger Muschelkalkmulde) sowie der indirekte Eintrag von Gesteinen aus dem Subherzyn oder von nordischem Material.

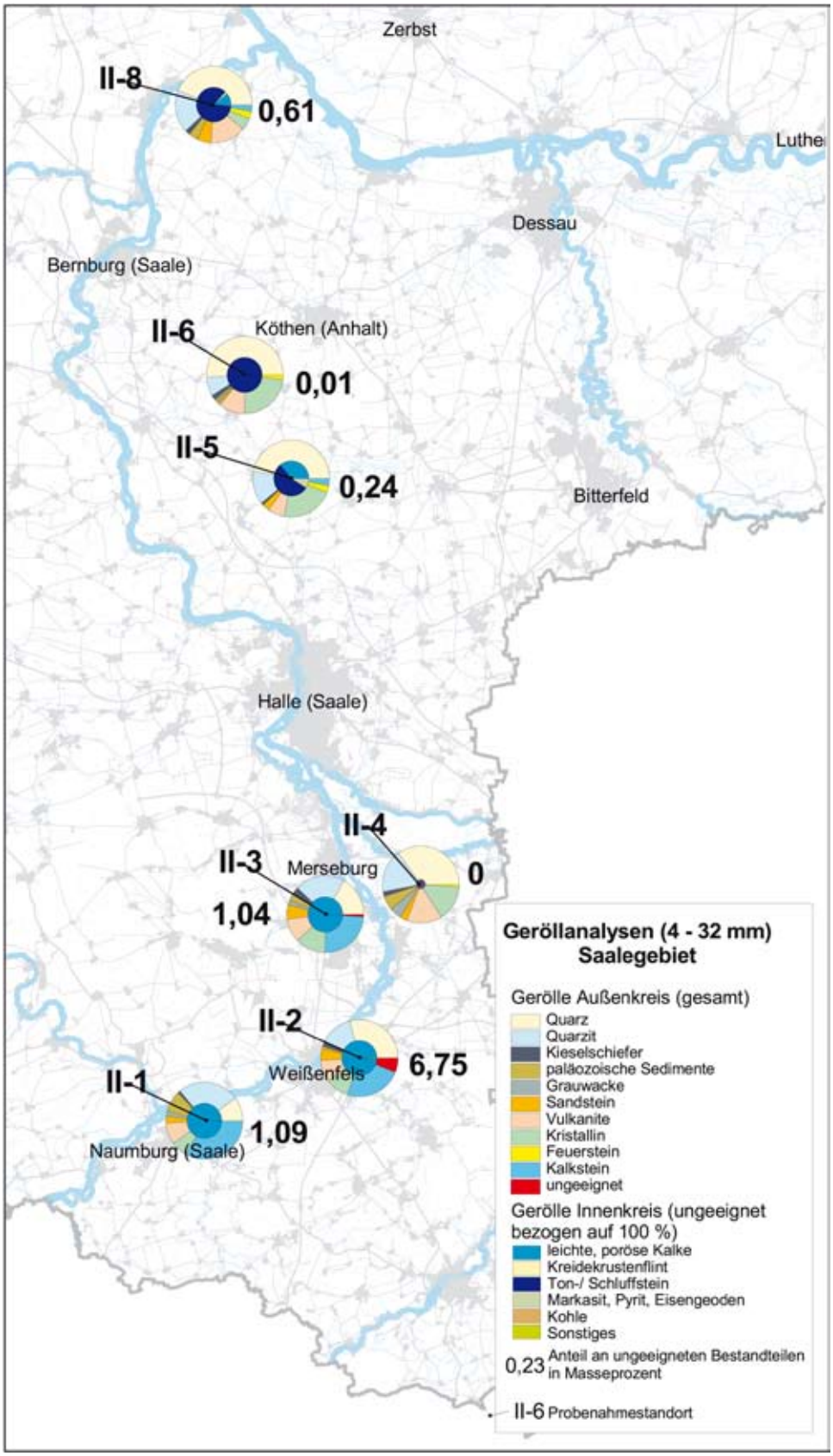


Abb. 29: Darstellung der Ergebnisse der Geröllanalysen im Ablagerungsraum der Saale. In den Kreisdiagrammen, welche die natürliche Geröllzusammensetzung im Kornband 4–32 mm widerspiegeln, ist eine deutliche Zunahme des Quarz- sowie Kristallinanteils von Süd nach Nord erkennbar, wohingegen der Kalksteinanteil in gleicher Richtung abnimmt. Auffallend ist das völlige Fehlen von Kalkstein in der Gewinnungsstelle II-4, das Fehlen des Innenkreises bei dieser Abbaustelle ist darauf zurückzuführen, dass keine ungeeigneten Bestandteile gefunden wurden.

Hauptgeröllbestandteile der Lagerstätte II-4 sind Quarz/Quarzit, Vulkanite und Kristallin. Das völlige Fehlen von Kalksteinen lässt für den gegenwärtigen Lagerstättenbereich auf eine stärkere lokale begrenzte Verwitterungsphase (insbesondere der Karbonatgesteine) sowie eine verstärkte Sedimentschüttung aus SE-Richtung, d.h. über die Weiße Elster, schließen. Ältere Analysen aus der Erkundung der Lagerstätte (1972) weisen Kalksteinanteile von 6–26 Masse-% auf. Mit fortschreitendem Abbau von Nord nach Süd lässt sich jedoch eine kontinuierliche Abnahme der Kalksteinanteile erkennen. Die Analysen aus der Qualitätsüberwachung, welche seit 1996 regelmäßig durchgeführt werden (Abbaufeld IV) weisen nur noch Kalkgehalte von 1–2 Masse-% auf, sodass die Ergebnisse der eigenen Analysen mit fehlendem Kalkstein als zuverlässig einzuordnen sind.

Der dominierende Quarzanteil der Lagerstätte II-5 ist durch die zunehmende Lauflänge und der damit verbundenen Abnahme der weicheren Geröllbestandteile (z.B. paläoz./mesoz. Sedimente oder Kalke) begründet. Der relativ hohe Kristallinanteil ergibt sich durch den Eintrag nordischen Kristallins durch Saale- bzw. Elstereis. Der überdurchschnittliche Kristallinanteil in II-6 stammt aus den glazifluviatilen Schmelzwassersanden im oberen Teil des Lagerstättenkörpers – s. oben.

In der Lagerstätte II-8 zeigt der hohe Quarzanteil die weitere Entfernung zu den Liefergebieten. Die relativ gleichmäßige Verteilung der anderen Geröllbestandteile lässt auf Einflüsse aus dem Ablagerungsraum der Elbe schließen. Die mesozoischen Sandsteine stammen vermutlich aus dem im Liegenden anstehenden Buntsandstein. Abb. 29 gibt einen Überblick über die Standorte der beprobten Lagerstätten im Ablagerungsraum der Saale.

4.3.4.4.3 Bode/Selke/Holtemme (III-1 bis III-9 in Abb. 32)

Bode, Selke und Holtemme entwässern den Nordrand des Harzes (Abb. 31) und das Subherzyn, was sich im Wesentlichen auch in den relativ einheitlichen

Abb. 30: Gewinnungsstelle II-4. Unter einer Abraumbedeckung von ca. einem Meter lagern hier saalezeitliche Hauptterrassenschotter in Mächtigkeiten von 5–9 m. Im Hintergrund Abraumverwallung als Zwischenablage zur Rekultivierung.

Abb. 31: Gewinnungsstelle III-1 – Blick von der Rohkieshalde zum Gewinnungsbereich der Abbaustelle, im Hintergrund als wichtigstes Liefergebiet der Harz. Auf der Wasserfläche sieht man das Gewinnungsgerät und die schwimmenden Bandübergabestationen zur landgestützten Bandanlage.

Geröllzusammensetzungen widerspiegelt (Abb. 32). Es dominieren in allen drei Flussgebieten die paläozoischen Sedimente vor den kristallinen Gesteinen, wobei im Raum Oschersleben das Kristallin durch den glazifluviatilen Einfluss deutlich zunimmt und nordisch dominiert wird.

4.3.4.4.31 Bode

Bei den Ablagerungen der Bode sind paläozoische Sedimente und Grauwacken des Harzes die Hauptbestandteile. Im Unterschied zu den anderen Lagerstätten im Bodeflussgebiet treten in der Gewinnungsstelle III-5 die paläozoischen Sedimente deutlich in den Hintergrund. Der Anteil nordischen Kristallins verstärkt sich durch den glazifluviatilen Einfluss. Kalksteine des Subherzyns – einschließlich der ungeeigneten Plänerkalke – nehmen zu und die Schmelzwasserablagerungen erbringen den vergleichsweise hohen Quarzanteil (Abb. 32 und 33).

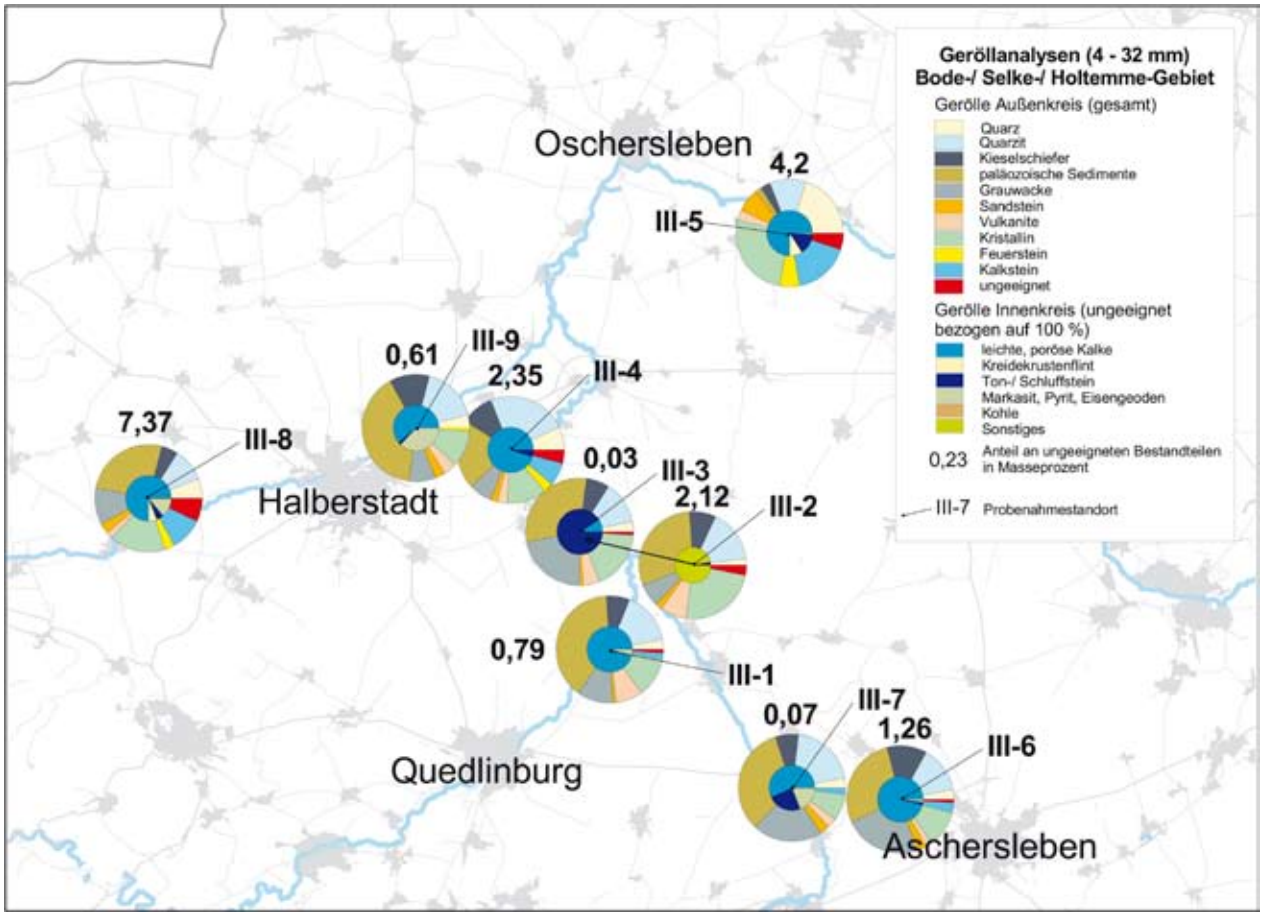


Abb. 32: Darstellung der Ergebnisse der Geröllanalysen im Ablagerungsraum von Bode, Selke und Holtemme. Die höchsten Anteile an ungeeigneten Bestandteilen (vor allem weiche Kreidekalke) weisen die Standorte III-8 (7,37 %) und III-5 (4,2 %) auf. Die Kreisdiagramme zeigen die Geröllzusammensetzung des Rohkiessandes im Kornband 4–32 mm.

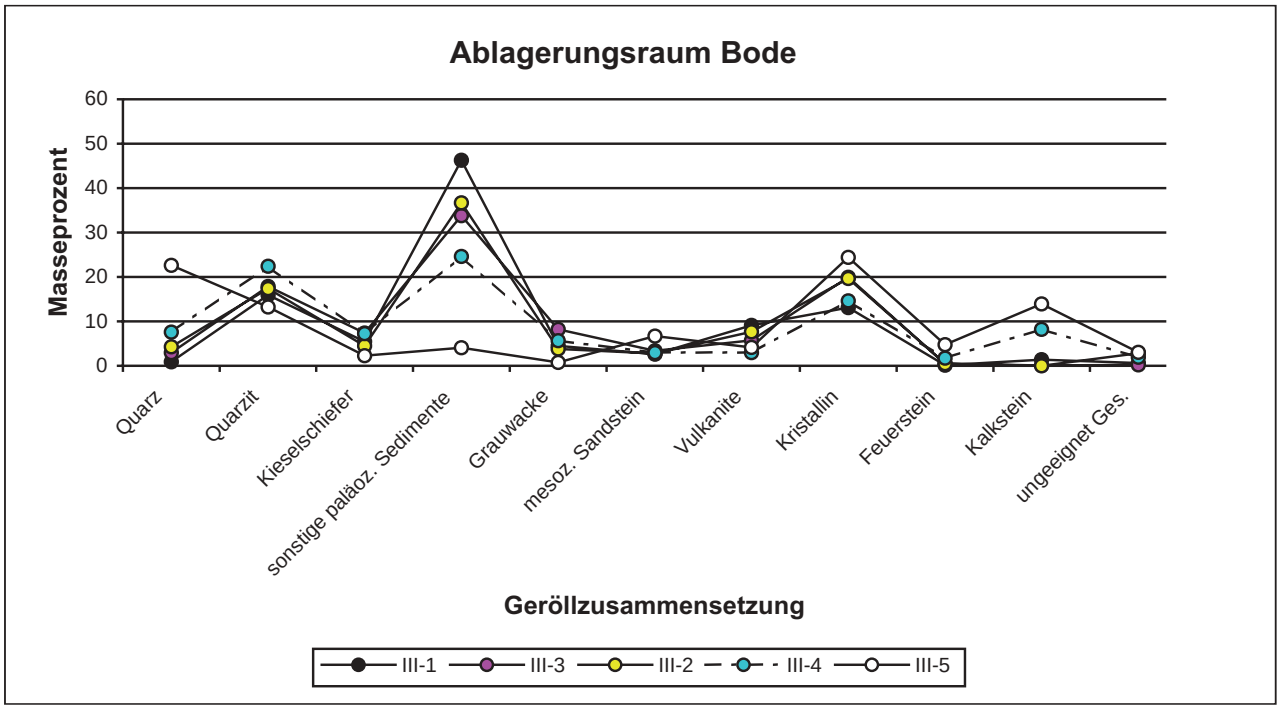


Abb. 33: Verlauf der Geröllzusammensetzung im Ablagerungsraum der Bode. Die petrographische Zusammensetzung der fünf untersuchten Gewinnungsstellen sind, bis auf die Ausnahme III-5, relativ ähnlich.

Die Gewinnungsstelle III-1 weist, bedingt durch die räumliche Nähe zum Harz, einen sehr hohen Geröllanteil an paläozoischen Sedimenten auf, der Grauwackenanteil ist vergleichsweise gering. Kristallin und Vulkanite stammen hier ebenfalls aus dem Grundgebirge des Harzes. Bei den Kalkgeröllen handelt es sich um Kalksteine der Kreide (Pläner), des Muschelkalks sowie vereinzelt um devonische Massenkalke aus dem Elbingeröder Raum. Jüngere Sedimente sind in dieser Lagerstätte eher untergeordnet vertreten.

Poröse, weiche Kalksteine repräsentieren die ungeeigneten Komponenten.

Die Geröllzusammensetzung der beiden Abbauebenen in der Gewinnungsstelle III-2/3 weisen keine nennenswerten Unterschiede auf.

4.3.4.4.3.2 Selke

Auch im Ablagerungsraum der Selke dominieren Harzgerölle. Wie schon bei der Bode überwiegen paläozoische Sedimente, Quarzite und Harzkristallin. Hinzuweisen ist auf die Unterschiede der in der Gewinnungsstelle III-7 aufgeschlossenen Haupt- und Niederterrassenschotter (Abb. 34). Obwohl beide Terrassen das gleiche Einzugsgebiet haben, liegt der Anteil an paläozischen Sedimenten in der Hauptterrasse rd. 10 % höher als in der Niederterrasse bei gleichem Grauwackenanteil. Ähnlich verhalten sich die Vulkanite. In der Hauptterrasse liegt ihr Anteil mit rd. 8 % deutlich über den rd. 3 % der Niederterrasse.

Die Geröllzusammensetzung der Kiessande der Gewinnungsstelle III-6 ist III-7 ähnlich. Auffällig sind der etwas höhere Kristallin- und der sehr geringe Vulkanitanteil (Abb. 35).

Abb. 34: Gewinnungsstelle III-7 – Blick auf die Abbauwand (hier Niederterrassenschotter). Zum Hangenden hin wird der Kiessandkörper von Löss begrenzt.

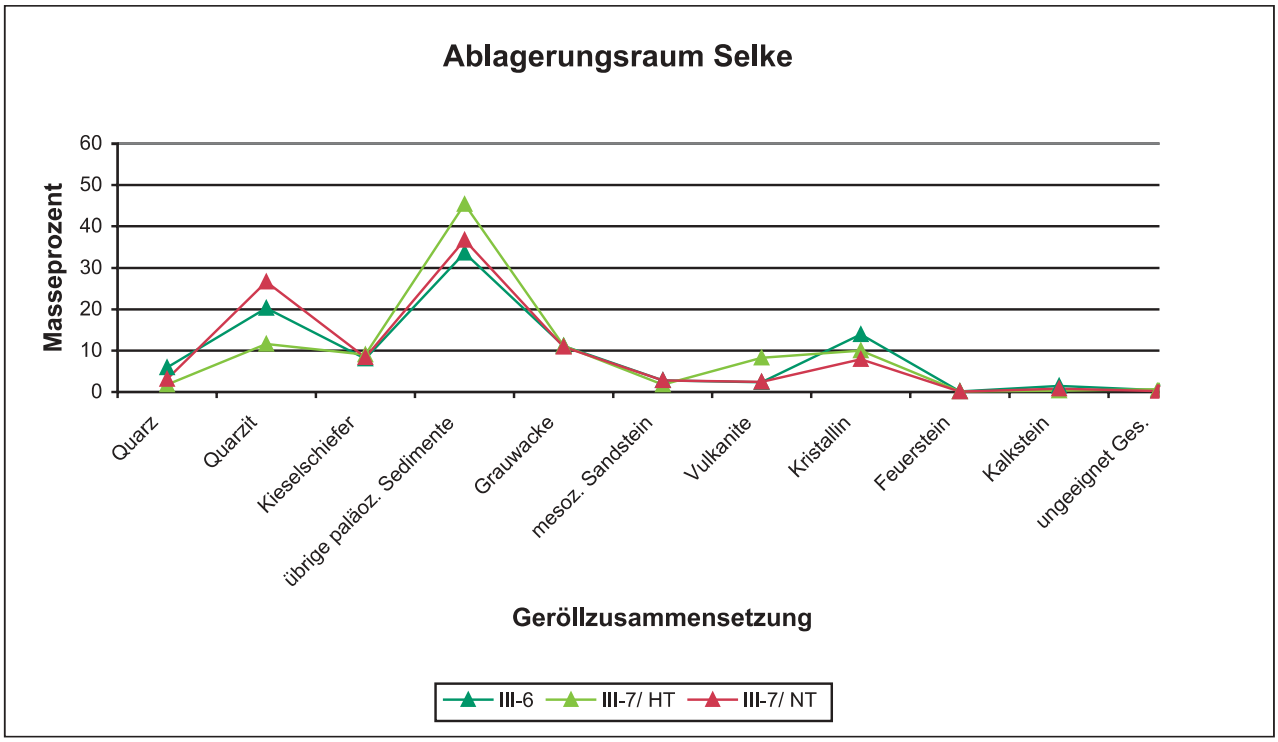


Abb. 35: Verlauf der Geröllzusammensetzung im Ablagerungsraum der Selke. Bei den drei Proben im Sedimentationsgebiet der Selke sind überwiegend paläozoische Sedimente vorhanden, wobei die Differenzen in der Petrographie zwischen Haupt- und Niederterrasse zum Teil deutlicher ausfallen als im Vergleich zum Standort III-6.

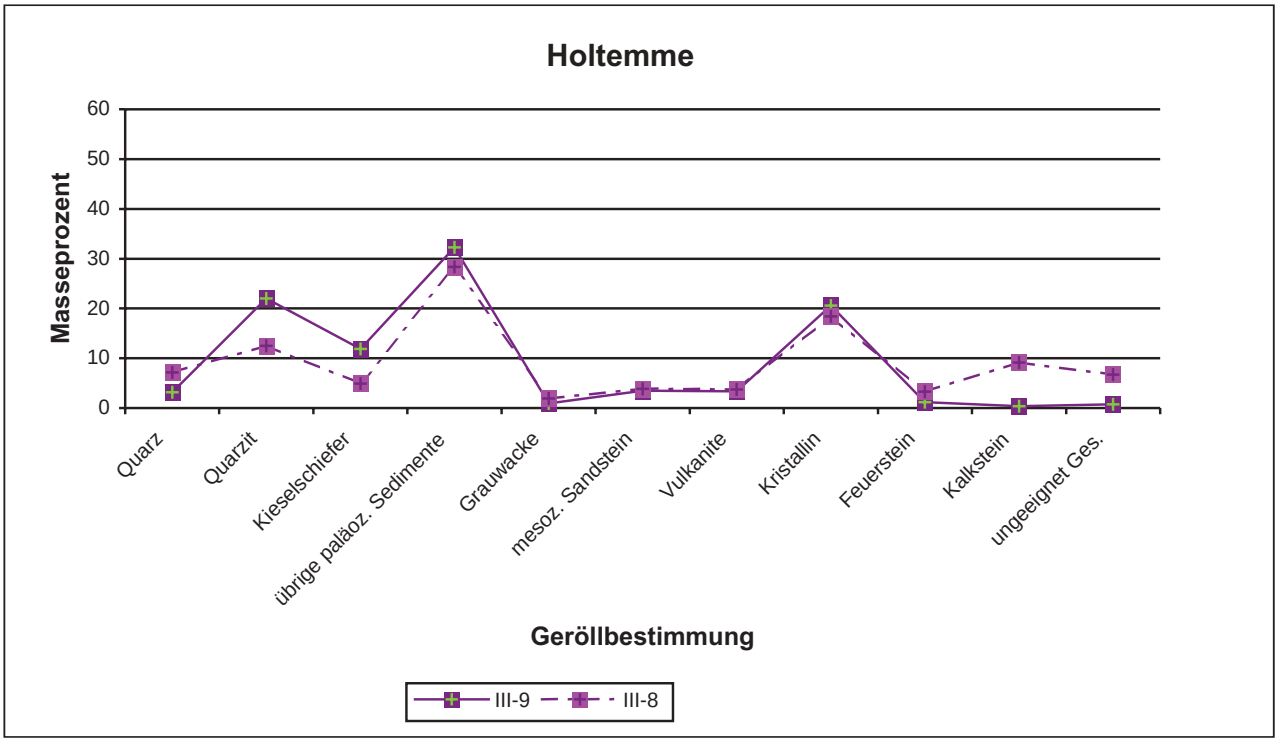


Abb. 36: Verlauf der Geröllzusammensetzung im Ablagerungsraum der Holtemme. Die beiden Probenahmeorte an der Holtemme unterscheiden sich im Wesentlichen nur in den Quarzit- und Kieselschieferanteilen, sowie bei den Kalken und ungeeigneten Bestandteilen (bei III-8 überwiegend weiche Kreidekalke).

4.3.4.4.3.3 Holtemme

Die Lagerstätten im Ablagerungsraum der Holtemme sind geprägt von Harzgeröllen, überwiegend paläozoischen Sedimenten und Harzkristallin. Beide Probenahmeorte zeigen bezüglich ihrer Geröllzusammensetzung bis auf Quarzite und Kieselschiefer eine sehr gute Übereinstimmung.
Auffällige Abweichungen sind hauptsächlich bei Kalksteinen und ungeeigneten Komponenten vorhanden. Bei den letztgenannten handelt es sich stratigraphisch hauptsächlich um kreidezeitliche Sedimente (Abb. 36).

Abb. 37: Der Nassabbau IV-1 erfolgt mit einem Schwimmgreifer. Im Bild erkennbar, der gerade hoch gezogene, mit Kiessand gefüllte Greifer, aus dem das Restwasser abfließt. Zur Entleerung des Fördergreifers wird der Greifer nach rechts über den Aufgabetrichter gefahren.

4.3.4.4.4 Helme (IV-1, IV-2, IV-4 in Abb. 42)

Die Helme verläuft im Untersuchungsgebiet im Bereich der Goldenen Aue, die durch Harz und Kyffhäuser begrenzt wird. Beide geologischen Einheiten haben einen starken Einfluss auf die Geröllzusammensetzung der Kiessandlagerstätten in diesem Raum. Abb. 38 unterstreicht diese Feststellung. Die auf den ersten Blick chaotische Geröllzusammenset-

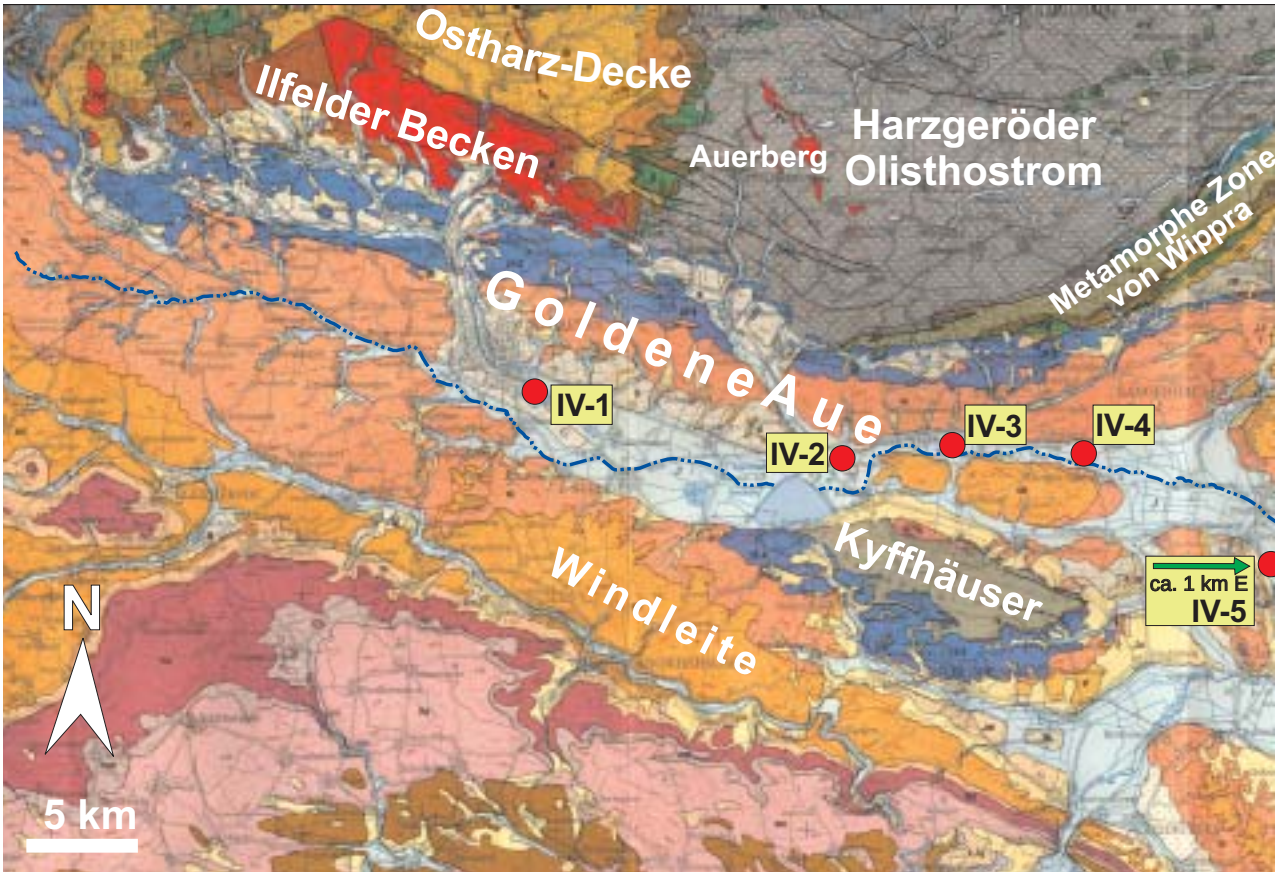


Abb. 38: Einzugsgebiet der Helme (Verlauf strichpunktiert dunkelblau) und beprobte Gewinnungsstellen. Der Kartenausschnitt[15] zeigt die bunte Geologie der von der Helme entwässerten Südharz-Region (Goldene Aue). Durch Seiteneinträge aus sehr unterschiedlichen Gesteinskomplexen ändert sich die Geröllzusammensetzung auf engstem Raum.

15 Zitzmann A. (1986): Geologische Übersichtskarte 1:200000, CC 4726 Goslar, Hannover.

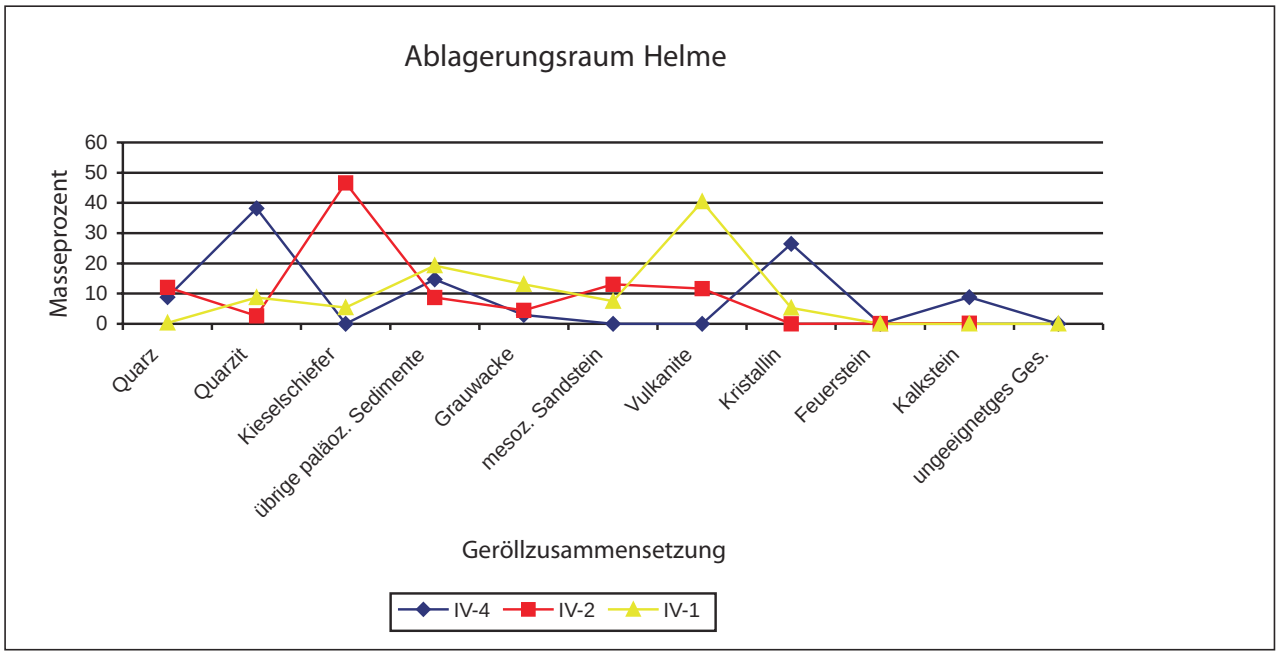


Abb. 39: Verlauf der Geröllzusammensetzung im Ablagerungsraum der Helme. Das relativ „chaotische“ Bild im Bereich der Helme ist auf ständig neue Zuflüsse (Zorge, Thyra, Gonna) und die damit verbundenen Querschüttungen von Harz und Kyffhäuser zurückzuführen.

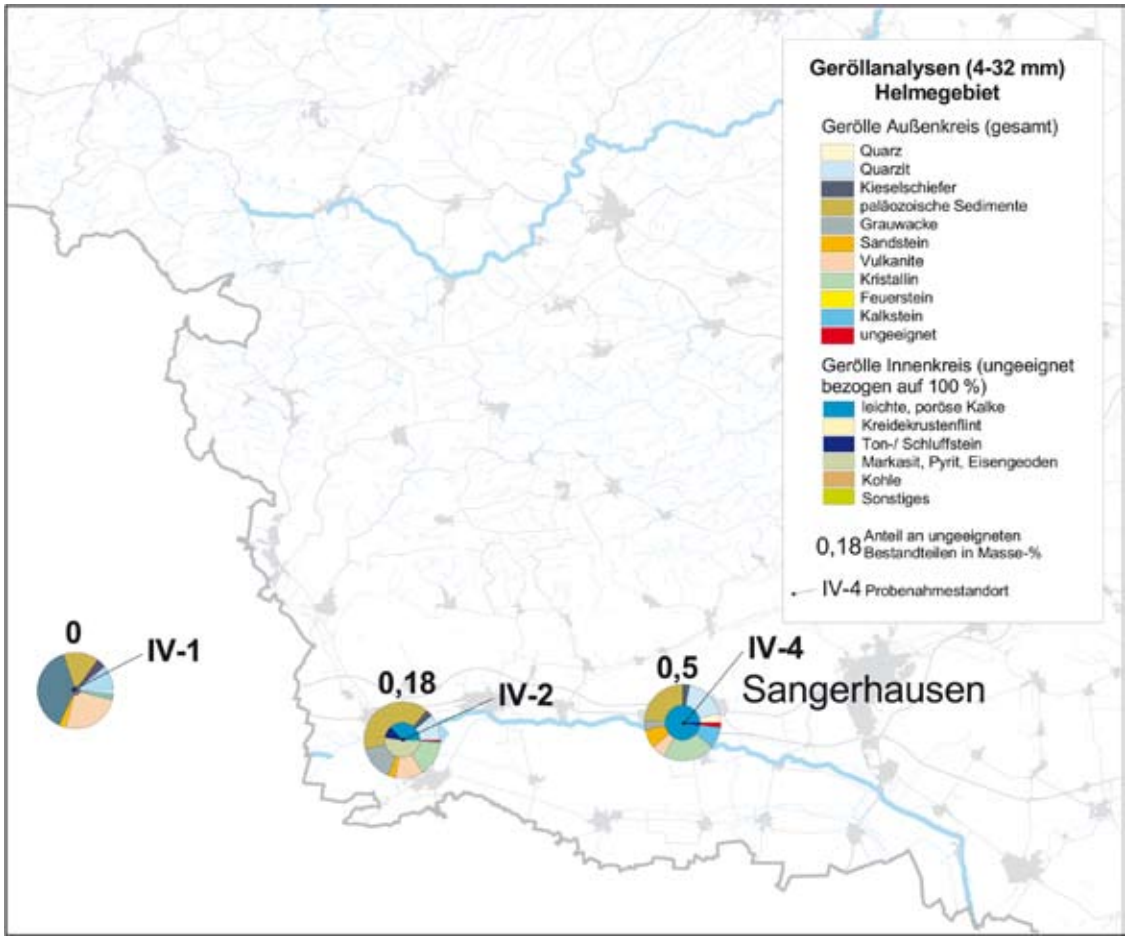


Abb. 40: Darstellung der Ergebnisse der Geröllanalysen im Ablagerungsraum der Helme. In den Kreisdiagrammen wird die wechselnde Petrographie der Geröllzusammensetzungen der Rohkiessande im Kornband 4–32 mm deutlich. Das Fehlen des Innenkreises bei der Abbaustelle IV-1 zeigt, dass dort keine ungeeigneten Bestandteile gefunden wurden.

Abb. 41: Gewinnungsstelle IV-4. Blick auf die Aufbereitung des Rohkieses (hier Waschrad). Rechts daneben Rohkiesförderband mit anschließendem Aufgabetrichter und Fertigprodukthalden.

zung im Ablagerungsraum der Helme ist auf Querschüttungen aus dem Harz bzw. vom Kyffhäuser zurückzuführen. Dies wird sehr deutlich, wenn man die Probenahmepunkte in Bezug zur geologischen Karte (Abb. 38) dieses Gebietes betrachtet. Die in der Abb. 38 weiß beschrifteten Gebiete stellen die Liefergebiete bzw. naturräumlichen Einheiten dar. Die permokarbonen Ablagerungen des Ilfelder Beckens bestehen hauptsächlich aus porphyrischen Vulkaniten, sowie Rotliegendsedimenten. Die mesozoischen Sandsteine der Windleite bilden den nördlichen Rand des Thüringer Beckens.

Der hohe Vulkanitanteil in der Gewinnungsstelle IV-1 (Abb. 39, 40 und 41), steht in unmittelbarem Zusammenhang durch die räumliche Nähe zum Ilfelder Becken. Paläozoische Sedimente sowie mesozoische Sandsteine bestimmen das Geröllspektrum der Gewinnungsstelle IV-2. Bei den Vulkaniten hingegen ist im Vergleich zur Gewinnungsstelle IV-1 eine prozentuale Abnahme erkennbar. In der Gewinnungsstelle IV-4 (Abb. 41) sind die Vulkanite des Ilfelder Beckens völlig aufgearbeitet. Hier sind Quarzite und Kristallin die prozentual häufigsten Gerölle.

Die ungeeigneten Komponenten liegen in allen drei Gewinnungsstellen im Unbedenklichkeitsbereich, nehmen aber in Fließrichtung der Helme geringfügig zu.

4.3.5 Ergebnisse

Die Einzelergebnisse der in dem vorliegenden Beitrag beschriebenen petrographischen Geröllanalysen und deren Auswertung sowie die daraus abzuleitenden Schlussfolgerungen können wie folgt zusammengefasst werden:

Kornverhalten

Das Kornverhalten wurde ebenfalls untersucht, es kann aber aus Raumgründen in diesem Beitrag nur zuammengefasst mitgeteilt werden:

- In allen Proben nimmt der Sandanteil (0–2 mm) gleichmäßig zu, wobei der jeweilige prozentuale Gesamtanteil unterschiedlich ist.
- Fast alle Proben zeigen deutliche Unregelmäßigkeiten im Fein- und Mittelkiesbereich (2–20 mm), wobei das Verhalten dieses Kornbereichs in den jeweiligen Ablagerungsräumen ähnlich ist.
- Für alle Proben typisch sind die geringen Anteile im Grobkornbereich (20–31,5 mm). Es ist jedoch erkennbar, dass die Anteile in den Ablagerungsräumen mit geringer Entfernung zum Liefergebiet (Bode, Selke, Holtemme und Helme) höher sind als für die Einzugsgebiete von Elbe und Saale, wo die untersuchten Proben deutlich größere Entfernungen zu den Hauptabtragungsgebieten aufweisen.
- Eine generell zu erwartende Tendenz der Kornverfeinerung mit dem Flusslauf (d. h. mit der Entfernung vom Liefergebiet) ist nur an den Proben im Ablagerungsraum der Helme erkennbar.
- Für die Ablagerungsräume von Bode, Selke und Holtemme spiegelt sich die geringe Transportentfernung zum Liefergebiet in der unregelmäßigen Kornentwicklung wider. Das zeigt sich besonders deutlich in den stark unterschiedlichen Anteilen im Fein- und Mittelkieskorn (2–20 mm).

Geröllzusammensetzung

Die Ergebnisse der geröllanalytischen Zusammensetzungen zeigen für die einzelnen Ablagerungsräume typische Besonderheiten:

- Jeder Ablagerungsraum weist für sich ein spezifisches Spektrum an Geröllkomponenten auf, das sich jedoch innerhalb des Ablagerungsraums in seinen prozentualen Anteilen verändert. So ist für die Vorkommen im Elbegebiet eine deutliche Do-

minanz der Quarze erkennbar. Im Harzvorland/ Subherzyn (Bode, Selke, Holtemme) dagegen dominieren die paläozoischen Sedimente und Kalksteine verschiedener stratigraphischer Zuordnung. Für den Sedimentationsraum der Saale ist eine beinahe gesetzmäßige Abnahme der Kalksteine mit dem Flusslauf unübersehbar. Gleichzeitig nimmt in diesen Proben der Quarz- und Kristallinanteil stromabwärts zu. Im Bereich der Helmeniederung spiegeln die stark wechselnden Geröllzusammensetzungen die Nähe der unterschiedlichen Liefergebiete wider (Harz, Kyffhäuser, Thüringer Becken).

- Von besonderer Bedeutung für die Bauindustrie sind die Anteile an ungeeigneten Geröllkomponenten im Rohstoff. Dabei handelt es sich vorrangig um leicht poröse Kalke (vorherrschend in den Ablagerungsräumen von Bode, Selke, Holtemme sowie im Oberlauf der Saale), partiell Kreidekrustenflinte (nachgewiesen in den Vorkommen III-8 und III-5) sowie Ton-/Schluffsteine (hauptsächlich im Mittel- und Unterlauf der Saale). Der hohe Anteil an Ton- und Schluffsteinen im Vorkommen I-7 beruht auf dem Vorhandensein von Geschiebemergel- und Tongeröllen (Verbackungen) innerhalb der Lagerstätte.

- Eine generelle Tendenz im Verhalten der prozentualen Anteile an ungeeigneten Komponenten ist nicht gegeben. Deutlich erhöhte Anteile an ungeeigneten Bestandteilen sind in folgenden Vorkommen nachgewiesen:

Gewinnungs-stelle	Masse-%	Ungeeignete Bestandteile
I-7	7,95	Verbackungen von Geschiebemergel und Tonen
I-1	6,60	unbestimmbarer Anteil
III-8	7,37	vorwiegend leichte, poröse Kalke
II-2	6,75	ausschließlich leichte, poröse Kalke

- Markasite, Pyrite, Eisengeoden sowie Kohle und Holz spielen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Die in den Geröllanalysen ausgewiesene Kategorie „Sonstiges“ beinhaltet den unbestimmbaren Rest einer Geröllanalyse, in der Regel verwittertes Kristallin, der in der Auswertung zur Sicherheit den ungeeigneten Bestandteilen zugeordnet ist.

- Die Untersuchungen haben gezeigt, dass der Grenzwert von 0,5 Masse-% an ungeeigneten Komponenten nur in 10 von 25 Analysen des jeweils untersuchten Rohkieskornbands 4–31,5 mm unterschritten wird. Daraus ergibt sich, dass eine Aufbereitung des Rohstoffs vor dem Einsatz in der Betonindustrie zwingend erforderlich ist. Die einzusetzende Technik hängt dabei von Art und Menge der ungeeigneten Bestandteile ab.

4.3.6 Schlussfolgerungen

- Die Kornklasse 8–16 mm ist optimal und mit vergleichsweise geringstem Aufwand zu bestimmen.

- Für repräsentative Aussagen bezüglich der ungeeigneten Komponenten ist eine Anzahl von mehr als 1000 Geröllen je Probe unerlässlich.

- Die Ermittlung von Masse- und Korn-% zeigt bei hinreichend großer Probenmenge sehr gute Übereinstimmung.

- Die Analysenvergleiche mit der äußeren Kontrolle und einem LAGB-Ringversuch 1998 zeigen eine gute Übereinstimmung bei den zusammengefassten Komponenten. Probleme bei der Differenzierung z. B. Grauwacke-paläozoische Sedimente, Quarzit-Kieselschiefer oder Kristallin-Vulkanit bestehen weiterhin.

- Die in den Übersichtskarten (Abb. 27, 30, 32 und 40) dargestellten Geröllzusammensetzungen der wichtigsten Sedimentationsräume geben den Prüflabors eine Orientierung, welche Komponenten in den zu prüfenden Gesteinskörnungen zu erwarten sind, insbesondere für ungeeignete Komponenten.

- Bei der qualitativen Untersuchung von Kiessandlagerstätten sollte in Zukunft der petrographischen Geröllanalyse im Rahmen der geologischen Erkundung mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Je nach Lagerstättentyp sind an mehreren Proben über die Geröllanalyse der Kornklassen 4–8 mm/8–16 mm die natürliche Kornzusammensetzung der Rohkiese zu bestimmen. Die möglichst frühzeitige Kenntnis über die petrographische Zusammensetzung der Lagerstättenkörper ermöglicht den Unternehmen geeignete Maßnahmen zur Qualitätssicherung für die Produktion der späteren oder laufenden Produktpalette einzuleiten (Schweretrennung, optische Trennungs- bzw. Sortieranlagen).

- Die erzielten Ergebnisse stellen bei allen genannten Einschränkungen wichtige Anhaltspunkte für die zu erwartenden Geröllzusammensetzungen in den einzelnen Ablagerungsräumen dar. Die Kenntnis um die petrographische Beschaffenheit des Rohstoffs ist hilfreich für die geologische Erkundung neuer Lagerstätten. Potenzielle Lagerstättennutzer können bereits zu einem frühen Zeitpunkt Maßnahmen zu erforderlichen Aufbereitungstechnologien abschätzen.

- Vor dem Hintergrund der neuen EU-Normen ist die Kenntnis der petrographischen Zusammensetzung einer Lagerstätte und deren Gesteinskörnungen unumgänglich. In der Praxis auftretende Schwankungen in der Zuordnung der Gesteine und Gesteinsgruppen erfordert eine Kontinuität in der Analytik (siehe Karpe & Stedingk 2002)[5].

- Dieser Beitrag kann bei der begrenzten Anzahl der ausgewerteten Analysen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Er ist ein weiterer Schritt, Analysendaten und Ergebnisse möglichst landesweit flächendeckend darzustellen und für die Praxis verfügbar zu machen. Es wird empfohlen, diese Arbeiten für die untersuchten Flusssysteme zu intensivieren sowie diese auf die noch nicht erfassten Sedimentationsräume auszuweiten und auch ihre Ablagerungsbedingungen in die Bewertung mit einzubeziehen.

4.3.7 Kurzzusammenfassung

Mit der vorliegenden Arbeit werden erstmals Vollanalysen der natürlichen Geröllzusammensetzungen von in Abbau stehendenr Kiessandlagerstätten und Lagerstättenfeldern in den wichtigsten Flusssystemen Sachsen-Anhalts vorgestellt. Weiterhin werden einzelne vorhandene lagerstättengeologisch-petrographische Daten vergleichend herangezogen und in die Auswertung integriert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich in den Geröllzusammensetzungen die Liefergebiete und Sedimentationsräume widerspiegeln. Ein praktisches Ziel dieser Arbeit ist die zuverlässige und reproduzierbare Erfassung der ungeeigneten Komponenten. In diesem Zusammenhang erfolgte auch ein direkter Vergleich der Geröllzusammensetzungen der verschiedenen Kornfraktionen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden von unmittelbarem Interesse für die Erkundung von Lagerstätten und die weitere Güteüberwachung von Gesteinskörnungen sein.

Dank

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. Karl-Heinz Schmidt (Institut für Geographie der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg) für die Vergabe und Mitbetreuung der Diplomarbeit, die die Grundlage dieses Beitrags bildet. Frau Christel Büchner und Herr Dr. Klaus Stedingk (Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt) unterstützten den Fortgang der Arbeiten jederzeit mit Rat und Tat. Den beteiligten Betrieben sei für die aktive Unterstützung bei der Probenahme herzlich gedankt.

5. Die Grundsatzentscheidung des Bundesverwaltungsgerichts zur Zahlung einer Förderabgabe bei der Gewinnung bergfreier Bodenschätze

Liane Radespiel[1]

Kurzfassung

Am Fallbeispiel einer Kiessandlagerstätte im Norden des Landes Sachsen-Anhalt wird die höchstrichterliche Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts zum Bestehen einer Förderabgabepflicht für den Inhaber einer bergrechtlichen Bewilligung erläutert.

Im Rahmen dieses sich über drei Gerichtsinstanzen erstreckenden Verwaltungsstreitverfahrens hat das Bundesverwaltungsgericht in einer grundsätzlichen Entscheidung die Frage des Anknüpfungspunktes der Förderabgabepflicht dahingehend geklärt, dass zur Erhebung der Förderabgabe allein die Inhaberschaft einer Bewilligung und der Umstand der Gewinnung aus einem Bewilligungsfeld ausreicht. Als Leitsatz der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts ist demzufolge zu konstatieren, dass die Heranziehung zu einer bergrechtlichen Förderabgabe schon dann rechtmäßig ist, wenn der Abgabepflichtige von einer ihm erteilten bestandskräftigen bergrechtlichen Bewilligung Gebrauch gemacht hat und den dort bezeichneten Bodenschatz aus dem Bewilligungsfeld gewonnen hat. Ob der bezeichnete Bodenschatz tatsächlich bergfrei ist, ist wegen der Bestandskraft der Bewilligung für die Heranziehung zu einer Förderabgabe nicht mehr nachzuprüfen.

Mit dieser Bejahung einer Tatbestandswirkung der bergrechtlichen Bewilligung ist das Bundesverwaltungsgericht der vom Verwaltungsgericht und vom Oberverwaltungsgericht vertretenen Rechtsauffassung entschieden entgegengetreten.

Das erstinstanzlich zuständige Verwaltungsgericht hat die Auffassung vertreten, dass der aus einer Teilfläche des Bewilligungsfeldes konkret geförderte Bodenschatz die Voraussetzungen eines bergfreien Bodenschatzes erfüllen muss, um eine Förderabgabepflicht des Bergbautreibenden bejahen zu können.

Das Oberverwaltungsgericht begründete in der zweiten Instanz die Förderabgabeverpflichtung dahingehend, dass bezogen auf das gesamte Bewilligungsfeld anhand einer Durchschnittsermittlung die Voraussetzungen für die Einstufung als bergfreier Bodenschatz gegeben sein müssen, um die Verpflichtung zur Zahlung einer Förderabgabe zu begründen.[2]

Um das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts in den juristischen Kontext zum Bestehen der Förderabgabepflicht einzubinden, wird einleitend auf die eigentumsrechtliche Situation von Kiessandlagerstätten in den neuen Bundesländern eingegangen (1), bevor über eine Darstellung des Sachverhalts (2) eine Erläuterung des bundesverwaltungsgerichtlichen Urteils in Abgrenzung der Urteile des Verwaltungsgerichts und des Oberverwaltungsgerichts (3) und eine Zusammenfassung (4) erfolgt.

5.1 Gesetzliche Grundlagen der Förderabgabepflicht für bergfreie Bodenschätze in den neuen Bundesländern

Durch die Verordnung über die Verleihung von Bergwerkseigentum (BergwEigVO) wurden die nach § 3 BergG-DDR volkswirtschaftlich bedeutsamen Bodenschätze bestimmt. Nach Nr. 9.23 der Anlage zu § 1 Abs. 2 BergwEigVO gehören dazu auch Kiese und Kiessande zur Herstellung von Betonzuschlag-

1 Liane Radespiel, Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt, Hasselbachstr. 4, 30104 Magdeburg.

2 Eine ausführliche Darstellung und Erläuterung des Verwaltungsverfahrens sowie der gerichtlichen Verfahren am Verwaltungs- und Oberverwaltungsgericht ist abgedruckt im Rohstoffbericht 2002, S. 137–145.

stoffen (Kiesanteil größer 2 mm; mehr als 10 %; geologische Vorratsmenge: größer 1,0 Mio. t) einschließlich darin enthaltener Quarzkiese zur Herstellung von Ferro-, Chemie- und Filterkies.

Abs. 2 der Anlage zur BergwEigVO verweist hinsichtlich der Zuordnung der mineralischen Rohstoffe auf die jeweiligen Standards, Normen und Prüfvorschriften für Rohstoffe bzw. Fertigerzeugnisse.

Nach Maßgabe der Anlage I Kapitel V Sachgebiet D Abschnitt III Nr. 1 Buchstabe a S. 1 zu Art. 8 des Einigungsvertrages vom 31.08.1990 wurden diese Bodenschätze mit Stichtag 03.10.1990 zu bergfreien Bodenschätzen im Beitrittsgebiet. Damit wurde Kiessand in den neuen Bundesländern ein bergfreier Bodenschatz. Kiessandlagerstätten im Altbundesgebiet können hingegen – bei Erfüllung der Eignungskriterien als Quarzsand – lediglich als grundeigene Bodenschätze nach dem BBergG abgebaut werden, soweit sie nicht als sog. Grundeigentümerbodenschätze nach den Regeln des Abgrabungsrechts, Baurechts, Naturschutzrechts oder Wasserrechts außerhalb der bergrechtlichen Regelungen stehen.
Für diese innerhalb des jeweiligen Jahres aus dem Bewilligungsfeld gewonnenen oder mitgewonnenen bergfreien Bodenschätze hat ein bergbautreibender Unternehmer, welcher nach § 8 BBergG Inhaber einer bergrechtlichen Bewilligung zur Bodenschatzgewinnung ist, gemäß § 31 BBergG jährlich eine Förderabgabe zu entrichten. Auf der Ermächtigungsgrundlage des § 32 BBergG beruhend, enthält die von der Landesregierung erlassene Verordnung über Feldes- und Förderabgabe (Förder AVO) die zur Durchführung des § 31 BBergG erforderlichen Vorschriften über die Feststellung des Marktwertes sowie über die Erhebung und Bezahlung der Feldes- und Förderabgabe.
Nach dem in Kraft treten des Gesetzes zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen (GVRB) gilt seit dem 23.04.1996 sowohl in den alten als auch in den neuen Bundesländern die gleiche Bodenschatzeinteilung in bergfreie und grundeigene Rohstoffe. Die Frage, wie ein Bodenschatz in den neuen Bundesländern einzustufen ist, ergibt sich damit seitdem wieder unmittelbar aus dem BBergG. Eine Ausnahme besteht allerdings insoweit, als Rohstoffe, auf die sich eine Bergbauberechtigung i.S.d. § 2 Abs. 1 S. 1 GVRB bezieht, bis zum Erlöschen der Bergbauberechtigung bergfreie Bodenschätze bleiben. Damit hat es der Berechtigungsinhaber in der Hand, den Bodenschatz als bergfreien und damit nicht zum Grundeigentum gehörenden Bodenschatz abzubauen oder durch Aufgabe der Bewilligung den bergfreien Bodenschatz in einen grundeigenen oder Grundeigentümerbodenschatz umzuwandeln.

5.2 Sachverhaltsdarstellung

Das Bergamt S. erteilte dem klägerischen Unternehmen im Jahr 1994 eine Bewilligung für den bergfreien Bodenschatz Kiese und Kiessande zur Herstellung von Betonzuschlagstoffen im Bewilligungsfeld Z. II. Das nördlich der Stadt G. gelegene Bewilligungsfeld umfasst eine Fläche von ca. 5135 ha. Es umschließt das Bewilligungsfeld Z. I, für das diesem Unternehmen bereits im Jahre 1991 eine Bergbauberechtigung erteilt worden war (Abb. 1). Die Bergbauberechtigungen für die Bewilligungsfelder Z. I und Z. II wurden auf Antrag des Bergbautreibenden im Jahr 1999 aufgehoben.
In der engeren und weiteren Umgebung der Bewilligungsfelder dokumentieren eine Vielzahl von Erkundungsbohrungen einen häufigen horizontalen und vertikalen Wechsel der Kornzusammensetzung zum Teil auf engstem Raum, so dass stark kiesige Horizonte mit schwach kiesigen bis kiesfreien Bereichen wechseln. Die Kiesgehalte bewegen sich zwischen 0,4 % und 40,7 %, wobei Gehalte unter 10 % bei etwa 50 % der Aufschlusspunkte festgestellt wurden. Die durchschnittlichen analytisch ermittelten Kiesgehalte in den benachbarten Bewilligungsfeldern liegen bei 16,6 % bzw. 9,4 %.

Unter Beachtung geringfügiger Differenzierungen bei der Ableitung der Kiesgehalte aus den Schichtenverzeichnissen wurde deutlich, dass innerhalb des ausgegrenzten Bewilligungsfeldes Z. I Bereiche mit einem Kiesgehalt über und unter 10 % auftreten. Der Lagerstättendurchschnitt der Kieskornfraktion (> 2 mm) beträgt ca. 12,5 %.
Auch im Bewilligungsfeld Z. II liegen die Kiesgehalte nach der Ableitung aus den Schichtenverzeich-

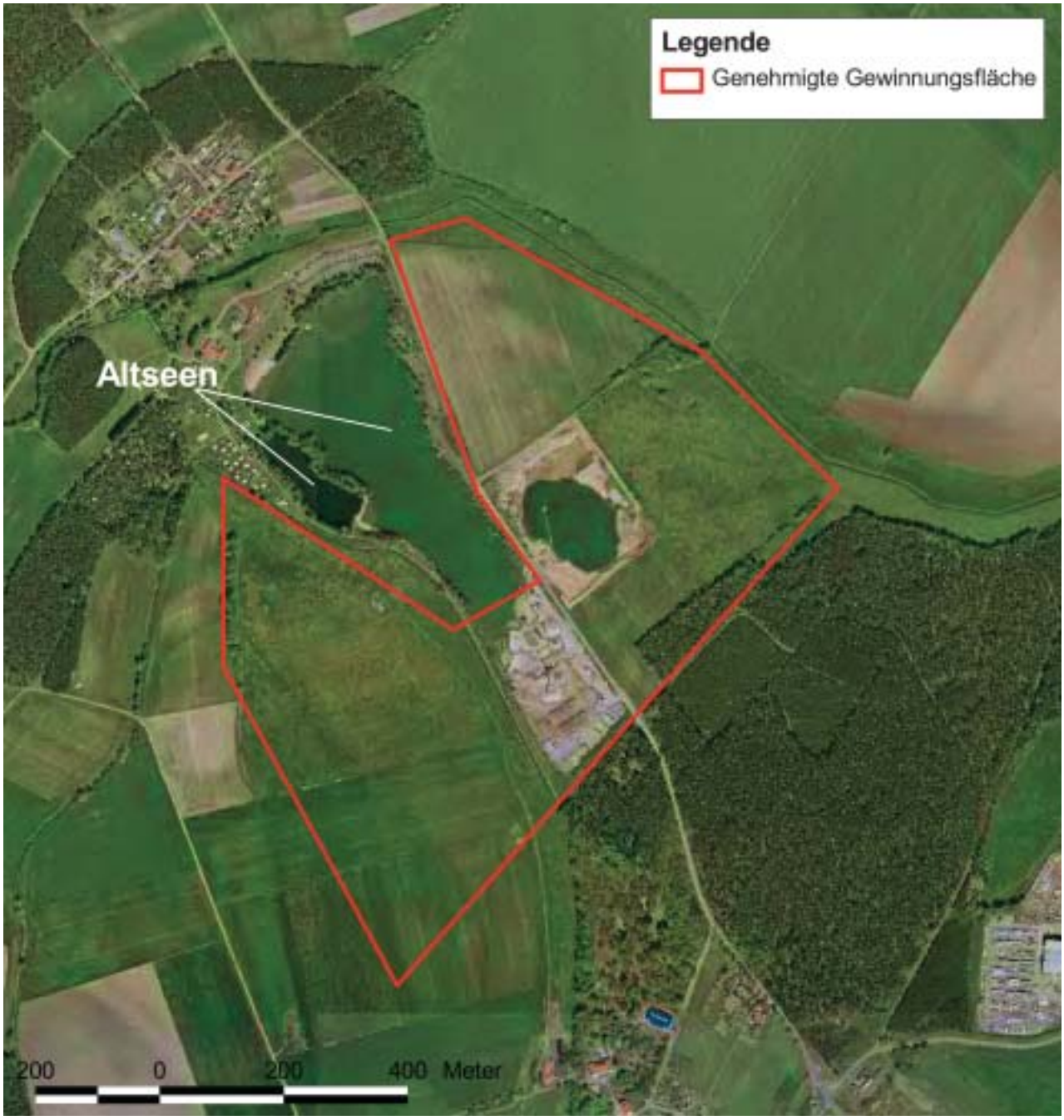


Abb. 1: Die Gewinnungsstelle (rot umrissen die Kontur des Bewilligungsfeldes Z.I). Der Abbau geht hier in einem Teilbereich eines ausgedehnten Sandergebietes um, das während der Maximalausdehnung des sog. „Brandenburger Stadiums der Weichselvereisung" gebildet wurde.

nissen im Lagerstättendurchschnitt des Gesamtfeldes mit 17,4% deutlich über 10%. Einzelne Bereiche wiesen aber auch hier im Aufschlusspunkt Werte unter 10% auf.

Bis 1998 hat das Unternehmen innerhalb des Bewilligungsfeldes Z. II ausschließlich aus einem Teilbereich, dem sog. Altsee, Kiese und Kiessande ohne wesentliche flächenhafte Erweiterung gewonnen (Abb. 2). Der bis 1990 entstandene Kiessee ist auf Gewinnungsarbeiten in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts zurückzuführen. Die Abbautiefe wurde damals auf die kiesigen Bereiche ausgerichtet und betrug etwa 5–6 m. Die Kiesgehalte bewegen sich in den oberen Bereichen zwischen 5 und 40%, in den unteren Abschnitten dagegen zwischen 0 und <10%. Diese geologischen Ergebnisse sind durch 4 Bohrungen aus dem Jahre 1980 belegt, die sich in dem Bereich des heutigen Kiessees befinden. Die aus den tieferen Hori-

zonten im Kiessee geförderten streitgegenständlichen Rohstoffe von insgesamt ca. 750 kt sind mit einem Kiesgehalt von 8 % – ermittelt durch ein Gutachten des Geologischen Landesamtes aus dem Jahr 1998 – als schwach kiesige Sande einzustufen.

Auf der Grundlage der vom Gewinnungsunternehmen für den Zeitraum von 1994 bis 1998 angegeben Mengen geförderter Kiese und Sande setzte das beklagte Bergamt die Förderabgabe durch Bescheide im Jahr 1997 bzw. durch Änderungsbescheide im Jahr 2000 fest. Nach erfolglosen Widersprüchen hat das bergbautreibende Unternehmen gegen die Bescheide jeweils Klage erhoben. Zur Klagebegründung wurde in allen Verfahren unter anderem geltend gemacht, dass die tatsächlich geförderten Bodenschätze nicht die Einstufung als förderabgabepflichtigen bergfreien Bodenschatz rechtfertigen, da die ausschließlich aus dem Altsee geförderten Kiese und Kiessande keinen Kiesanteil größer 2 mm von mehr als 10 % aufweisen und somit die Voraussetzungen der Nr. 9.23 der Anlage zu § 1 Abs. 2 BerwEigVO nicht erfüllt sind.

Das Verwaltungsgericht hat in dem erstinstanzlichen Gerichtsverfahren die Auffassung vertreten, dass zur Einstufung eines Rohstoffes als bergfreier Bodenschatz maßgeblich sei, ob die tatsächlichen Fördermengen diese Qualität erfüllten. Da für das Gericht aufgrund der o. g. geologischen Stellungnahme aus dem Jahr 1998 erhebliche Zweifel am Vorliegen der erforderlichen Rohstoffqualität bestanden, hat es ein Sachverständigengutachten zur Problematik der Rohstoffqualität eingeholt. Diesem Gutachten war zu entnehmen, dass aus dem Kiessee mit hoher Wahrscheinlichkeit kiesarme Sande mit einem Kiesanteil < 10 % und einer Vorratsmenge unter 1 Mio. t gefördert worden sind. Da somit die vom Verwaltungsgericht definierten Voraussetzungen der Nr. 9.23 der Anlage zur BergwEigVO hinsichtlich der Förderung aus dem Altsee nicht gegeben waren, hat das Gericht den Klagen mit Urteilen vom 06. 12. 2001 stattgegeben und die angefochtenen Abgabebescheide aufgehoben.

Abb. 2: Kiessandgewinnung mit Saugbagger in der Abbaustelle.

Auf die Berufung des beklagten Bergamtes S. hat das Oberverwaltungsgericht durch Urteil vom 26.06.2002 die erstinstanzlichen Urteile aufgehoben und die Klagen abgewiesen. Das Berufungsgericht hat für die Einstufung der geförderten Kiese und Kiessande im Gegensatz zum Verwaltungsgericht nicht darauf abgestellt, ob das Vorkommen isoliert betrachtet auch in einzelnen Teilbereichen des Bewilligungsfeldes die Anforderungen eines bergfreien Bodenschatzes erfülle. Bei der Betrachtung der Qualität des Kieses müsse der 10-prozentige Mindestanteil an hochwertigen Kiesen nach Auffassung des Oberverwaltungsgerichts nicht stets und bezogen auf jede Förderteilmenge, sondern nur im Durchschnitt bezogen auf das gesamte Bewilligungsfeld vorliegen. Dass es damit im Umkehrschluss quasi unerheblich ist, ob in dem von der Klägerin ausgekiesten Teil des Bewilligungsfeldes unter Umständen nur kiesarme Sande und damit keine bergfreien Bodenschätze gewonnen wurden, hat das Gericht entsprechend der Argumentation des Beklagten damit begründet, dass dem Bergbauberechtigten mit der Erteilung der Bewilligung das von den Grundstückseigentumsverhältnissen unabhängige Recht verliehen werde, sich die im Bewilligungsfeld vorkommenden Bodenschätze gemäß § 8 Abs. 1 Nr. 1 BBergG anzueignen. Diese vom Gesetzgeber im Interesse der Rechtssicherheit geschaffene Regelung würde in Frage gestellt, wenn man bei der Bewertung als bergfreier Bodenschatz i. S. d. Nr. 9.23 der Anlage zur BergwEigVO nicht entsprechend dem Wortlaut auf die geologische Vorratsmenge im gesamten Bewilligungsfeld, sondern auf einzelne Teile des Feldes abstelle.

Die Frage der Auslegung des § 31 Abs. 1 BBerGG in der Hinsicht, ob bereits der antragsgemäß erteilten Bewilligung und der Förderung aus einem Bewilligungsfeld eine Tatbestandswirkung zur Bejahung eines förderabgabepflichtigen bergfreien Bodenschatzes zukommt, wurde durch das Oberverwaltungsgericht in den Verfahren des einstweiligen Rechtsschutzes zwar verneint, in den Urteilen zum Hauptsacheverfahren hat das Gericht diese Problematik hingegen nicht angesprochen.

Im Ergebnis haben damit das Verwaltungsgericht und das Oberverwaltungsgericht eine unterschiedliche Auslegung der Vorschriften des § 31 Abs. 1 S. 1 BBergG und der Nr. 9.23 der Anlage der BergwEigVO vorgenommen. Als grundsätzlich klärungsbedürftig und mit einer über den Einzelfall hinausgehenden Bedeutung stellte sich somit im Revisionsverfahren die Frage, wie das Qualitätskriterium > 2 mm mehr als 10 % in der Nr. 9.23 der Anlage der BergwEigVO auszulegen ist bzw. unter welchen Voraussetzungen ein bergfreier Bodenschatz vorliegt. Ergibt die Interpretation, dass zur Bergfreiheit von Kiesen auf die tatsächliche Fördermenge, auf das Bewilligungsfeld an sich oder aber auf die gesamte Lagerstätte abzustellen ist und wie ist letztere abzugrenzen?

5.3 Analyse des Grundsatzurteils des Bundesverwaltungsgerichts in Abgrenzung zur Rechtsprechung des Verwaltungs- und Oberverwaltungsgerichts

Das Bundesverwaltungsgericht hat in seiner Entscheidung vom 19.02.2004[3] keine abschließende Entscheidung zur Auslegung der Regelung der Nr. 9.23 der Anlage zur BergwEigVO getroffen und ist demzufolge dem insoweit einheitlichen Ansatz der Vorinstanzen nicht gefolgt. Es hat allerdings die Entscheidung des Oberverwaltungsgerichts im Ergebnis bestätigt.

Das Bundesverwaltungsgericht hat zunächst in Übereinstimmung mit der Argumentation des beklagten Bergamtes festgestellt, dass keinesfalls auf den jeweils geförderten Kies und Sand abgestellt werden kann, weil so erst im Nachhinein festgestellt werden kann, ob auf die Abbautätigkeit während des zurückliegenden Jahres das Bundesberggesetz Anwendung findet oder nicht. Während der Kiesgewinnung im laufenden Jahr bliebe dann unklar, nach welchem Rechtsregime sich die Gewinnung richtet. Weiterhin hat das Gericht auch die Argumentation des Bergamtes dahingehend aufgegriffen, dass mit der Einstufung eines Bodenschatzes als bergfrei gleichzeitig die Eigentumsverhältnisse an diesem Bodenschatz geregelt werden. Diese Eigentumszu-

3 Leitsatz und Gründe sind abgedruckt in der Zeitschrift für Bergrecht 2004, 126–128.

ordnung wäre dann ständigen Veränderungen unterworfen und würde zu beträchtlichen Rechtsunsicherheiten beim Grundstückseigentümer führen, wenn die Prüfung der Voraussetzungen des § 31 Abs. 1 S. 1 BBergG von momentanen Qualitätseinstufungen abhängig gemacht werden könnte.

Das Bundesverwaltungsgericht hat die Revision der Klägerin bereits deshalb für unbegründet und die Abgabebescheide für rechtmäßig erachtet, weil die Klägerin von der ihr erteilten Bewilligung Gebrauch gemacht und den dort bezeichneten Bodenschatz aus dem Bewilligungsfeld gewonnen hat.
Das Gericht ist der vom Beklagten vertretenen Rechtsauffassung der sachlichen Legitimation des Anknüpfungspunktes der Bewilligungsinhaberschaft und dem Tatbestand der Bewilligung mit dem Argument der Einordnung der Förderabgabe als Vorteilsabgabe gefolgt. Folgerichtig gelangt das Gericht somit zu dem Ergebnis, dass der Umstand, ob der bezeichnete Bodenschatz tatsächlich bergfrei ist, die Bewilligung also zu Recht erteilt worden ist, wegen der Bestandskraft der Bewilligung für die Heranziehung zu einer Förderabgabe nicht mehr zu überprüfen ist. Die in § 31 Abs. 1 S. 1 BBergG verwendete Begrifflichkeit des „bergfreien Bodenschatzes" hat deshalb nur klarstellende Funktion, da diese Eigenschaft einer Bewilligungserteilung bereits immanent ist. Nachdem gegen die antragsgemäße Erteilung der Bewilligung keine Rechtsmittel eingelegt worden sind, ist somit bestandskräftig festgestellt worden, dass es sich bei den innerhalb der Bewilligungsfläche befindlichen und in der Bewilligungsurkunde aufgeführten Bodenschätzen um bergfreie Bodenschätze handelt.
In seiner lediglich 1,5-seitigen sehr kurz gefassten Urteilsbegründung stellt das Gericht zunächst darauf ab, dass die Erhebung der Förderabgabe für die Gewinnung von Kiesen und Sanden eine gesetzliche Folge der Bergfreiheit dieser Bodenschätze ist und dass mit der Bergfreiheit der Bodenschätze folgende Vorteile verbunden sind:

Aufgrund der Qualifizierung als bergfrei ist das Recht auf Gewinnung der Bodenschätze nicht Bestandteil des Eigentums am Grundstück mit der Folge, dass der Oberflächeneigentümer über das Recht der Gewinnung auch nicht verfügen kann. Er kann es insbesondere nicht gegen Entgelt einem Dritten übertragen oder zur Ausübung überlassen. Das Recht wird vielmehr vom Staat verliehen. Mit anderen Worten, die auf der Bergfreiheit beruhende Bergbauberechtigung gewährt dem Inhaber ein Aneignungsrecht am Bodenschatz, das jeden weiteren Interessenten, insbesondere aber den Grundeigentümer, von der Aneignungsbefugnis ausschließt, da es sich um ein ausschließliches Recht handelt. Die Förderabgabe stellt damit den Ausgleich für den marktfähigen und vermögenswerten Vorteil dar, den der Gewinnungsberechtigte damit erlangt. Wer als Dritter nicht bergfreie, d. h. im Eigentum des Grundstückseigentümers stehende Bodenschätze abbauen will, muss erst – in der Regel gegen Entgelt – vom Grundstückseigentümer ein entsprechendes Recht erwerben. Darauf ist der Inhaber einer Bewilligung nicht angewiesen.[4] Wird somit Einzelnen die Nutzung einer dem staatlichen Vorbehalt unterliegenden Ressource eröffnet, erhalten diese einen Sondervorteil gegenüber all denen, die dieses Gut nicht oder nicht in gleichem Umfang nutzen können.

Die Argumentation der Förderabgabe als Vorteilsabschöpfungsabgabe lässt sich weiterhin auch damit belegen, dass der Bewilligungsinhaber die für den Abbau benötigten Grundstücke, notfalls im Enteignungswege (Grundabtretung) erwerben kann. Eine solche Möglichkeit besteht nur bei den unter das BBergG fallenden Bodenschätzen. Sie scheidet weitgehend aus, wenn der Abbau nach Wasser-, Bau- oder Abgrabungsrecht geführt werden muss. Der Grundeigentümer muss sich im Enteignungsfall mit einem Preis zufrieden geben, der dem einer land- oder forstwirtschaftlich genutzten Fläche entspricht. Dies ist seit dem BGH-Beschluss vom 19. 12. 2002[5] abschließend geklärt.

4 So bereits entschieden vom Bundesverwaltungsgericht durch Beschluss vom 01. 02. 1999, Az.: 4 BN 53.98.
5 Leitsätze und Gründe dieser Entscheidung sind abgedruckt in der Zeitschrift für Bergrecht 2003, 234–236.

5.4 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts ist nunmehr auch für andere streitige Fälle abschließend entschieden, dass derjenige, der im Rahmen einer bergrechtlichen Bewilligung einen Bodenschatz gewinnt, sich nicht der Förderabgabeverpflichtung mit dem Nachweis entziehen kann, dass die Voraussetzungen für einen bergfreien Bodenschatz nicht vorgelegen haben. Er muss sich somit kraft Bewilligung die Bergfreiheit des Bodenschatzes zurechnen lassen. Eine Änderung kann er nur im Verfahren über die Aufhebung der Bewilligung, nicht jedoch im Verfahren zur Erhebung der Förderabgabe herbeiführen. Denn mit der Zielsetzung der Förderabgabe als Vorteilsabschöpfungsabgabe ist es unvereinbar, wenn dem Bergbautreibenden die Vorteile nur anknüpfend an das verliehene Recht gewährt würden, die Nachteile hingegen von im Nachhinein nicht mehr überprüfbaren Qualitätskriterien abhängig gemacht werden könnten.

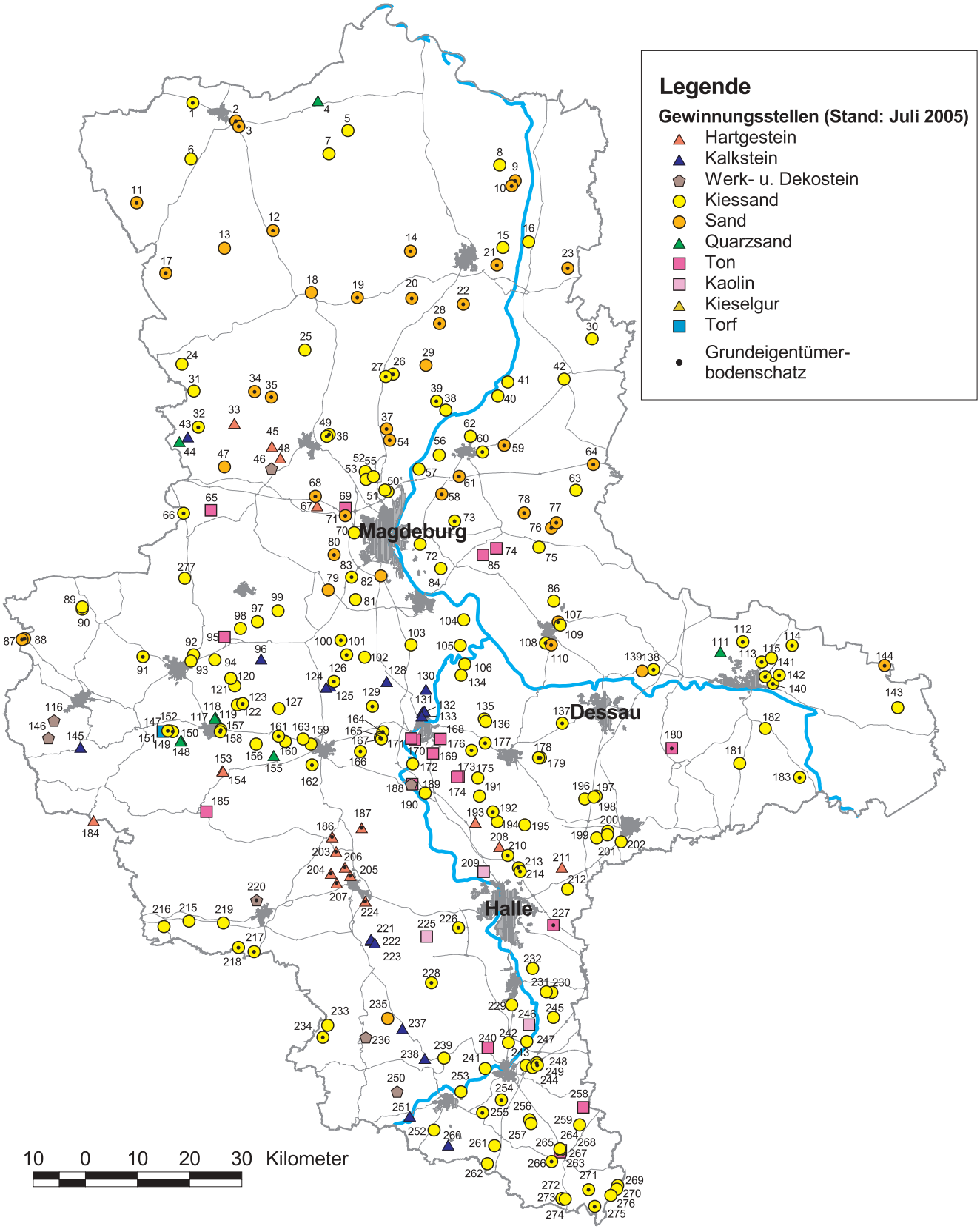
Anhang I:

Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt
Verzeichnis der in Gewinnung stehenden Abbaustellen und Betriebe
(Steine und Erden, Industrieminerale)

Die Übersichtskarte auf Seite 178 und das Verzeichnis der in Gewinnung stehenden Abbaustellen und Betriebe oberflächennaher Steine- und Erden-Rohstoffe sowie der Industrieminerale spiegeln den Kenntnisstand vom Juli 2005 wider (vgl. auch Abbildung 6 in Kapitel 2).

Die nachstehende Liste (Seite 179–193) ermöglicht einen schnellen Überblick über die Gewinnungsstellen nach Rohstoffarten und dem verantwortlichen Betreiber. Gleichzeitig gibt sie allen an diesem wichtigen Industriezweig Interessierten die Möglichkeit, 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.



Übersichtskarte der in Gewinnung stehenden Abbaustellen (Steine- und Erden, Industrieminerale) in Sachsen-Anhalt. Die Ziffern neben den Symbolen entsprechen dem verantwortlichen Betreiber in nachfolgender Liste.

Lfd.-Nr.	Gewinnungsstelle	Firma	Adresse
1	Kiessand Cheine	Friedrich Schlademann Kies-, Mörtel- und Baggerbetrieb, Abbruchunternehmen	Alt-Prielip 16 29571 Rosche (0 58 03) 3 81
2	Sand Salzwedel Käthe-Kollwitz-Straße	Containerdienst Werner GmbH Co.KG	Salzwiesen 2 29410 Salzwedel (0 39 01) 2 75 55
3	Sand Salzwedel-Fuchsberg	Containerdienst Werner GmbH Co.KG	Salzwiesen 2 29410 Salzwedel (0 39 01) 2 75 55
4	Quarzsand Kläden	Klädener Sandvermarktung Altmark GmbH	Dorfstraße 40 39619 Kläden
5	Kiessand Heiligenfelde	Martin Ahle	Quellenstraße 27 32791 Lage-Lippe (0 52 32) 82 17
6	Kiessand Heidberg-Leetze	Kieswerk Heidberg GmbH & Co.KG	Audorfer Weg 2a 38489 Beetzendorf (03 90 00) 3 00
7	Kiessand Lohne	Fuhrbetrieb Eckerhardt Beindorf	An der Flora 29419 Salzwedel
8	Kiessand Klein Hindenburg	Hindenburger Sand und Kies GmbH	Klein Hindenburg 39596 Hindenburg (Altmark) (03 93 94) 8 12 72
9	Sand Schwarzholz-Polkritz I	G. Papenburg & Co. KG Straßen- und Tiefbau Hannover NL Stendal	Hook 2a 39576 Stendal (0 39 31) 6 41 40
10	Sand Schwarzholz-Polkritz II	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH & Co.KG	Erkenthierfeld 1 39288 Burg (0 39 21) 91 23 11
11	Sand Jübar	Heinrich Wiesensee KG Hoch-, Tief- und Stahlbetonbau	Dorfstraße 5 29378 Wittingen-Radenbeck (0 58 36) 97 70
12	Sand Faulenhorst	Mildena GmbH Kalbe (M)	Am Gardelegener Tor 1 39624 Kalbe (Milde) (03 90 80) 97 20
13	Sand Klötze-Lerchenberg	Klaus Schönherr Straßen- und Tiefbau	Poppauer Straße 37 38486 Klötze (0 39 09) 20 44
14	Sand Steinfeld	Steinfelder Kies und Sand GmbH	Dorfstraße 1 39599 Steinfeld (03 93 24) 4 50
15	Kiessand Wischer	Kieswerk Wischer GmbH	Tangermünder Straße 3 39517 Tangerhütte (0 39 35) 95 53 55
16	Kiessand Hohengöhren	Kieswerk Hohengöhren GmbH & Co.KG	Parchauer Chaussee 39288 Burg (0 39 21) 91 43 00
17	Sand Kunrau	Hermann Witzke	Benzstraße 7 38446 Wolfsburg (0 53 61) 8 27 20
18	Sand Gardelegen-Großer Gotteskasten	Transport- und Baustoffhandels-Gesellschaft mbH Lüderitz	Kellerweg 1 39517 Lüderitz (03 93 61) 9 00 24
19	Sand Hottendorf-N	Altmark-Bau GmbH & Co.KG	Beeseweger Straße 39606 Hohenwulsch (03 90 89) 9 72 13

20	Sand Wittenmoor	Kolodzig Hoch- und Tiefbau GmbH	Tangermünder Str. 1 39517 Groß Schwarz-losen (03 93 61) 96 60
21	Sand Langensalzwedel	G. Papenburg GmbH & Co. KG Straßen- und Tiefbau Hannover NL Stendal	Hook 2a 39576 Stendal (0 39 31) 6 41 40
22	Sand Demker	Kolodzig Hoch- und Tiefbau GmbH	Tangermünder Str. 1 39517 Groß Schwarz-losen (03 93 61) 96 60
23	Sand Schönhauser Damm	Lothar & Rene Wustrau GbR	Genthiner Straße 46 14715 Vieritz (03 38 70) 9 42 17
24	Kiessand Bösdorf -I	Container-Dienst Lutz Müller	Salzwedeler Straße 4 39646 Oebisfelde (0 53 63) 7 10 09
25	Kiessand Roxförde	Georg Eckervogt OHG	Berliner Wall 20 33378 Rheda-Wiedenbrück (0 52 42) 9 20 60
26	Kiessand Burgstall-Dolle	Macadam GmbH & Co.KG Sandgrube Dolle	Hansastraße 83 49134 Wallenhorst (0 54 07) 50 12 45
27	Kiessand Dolle-Süd	Transport- und Baustoff-Gesellschaft mbH Lüderitz	Kellerweg 1 39517 Lüderitz (03 93 61) 9 00 24
28	Sand Lüderitz-Stegelitz	Transport- und Baustoff-Gesellschaft mbH Lüderitz	Kellerweg 1 39517 Lüderitz (03 93 61) 9 00 24
29	Sand Uchtdorf-Steinberg	Cont-Trans Entsorgungs GmbH	Tangermünderstraße 3 39517 Tangerhütte (0 39 35) 9 34 50
30	Kiessand Zabakuck	Georg Eckervogt OHG	Berliner Wall 20 33378 Rheda-Wiedenbrück (0 52 42) 9 20 60
31	Kiessand Everingen	Baustoffe Flechtingen GmbH & Co.KG	Behnsdorfer Straße 28 39345 Flechtingen (03 90 54) 22 07
32	Kiessand Hödingen-Nord	Fuchs-Containerdienst	Hörsinger Straße 16 39343 Erxleben (03 90 52) 99 59 61
33	Hartgestein Flechtingen-Holzmühlental	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Straße 41 39345 Flechtingen (03 90 54) 9 00
34	Sand Calvörde-Bergkabeln	Horst Herrmann GmbH	Behnsdorfer Straße 45 39345 Flechtingen (03 90 54) 29 38
35	Sand Wieglitz-Neukrug	Manfred Zach Sand- und Kiesgrubenbetriebe GmbH Wieglitz	Dorfstraße 32 a 39345 Wieglitz (01 61) 1 51 41 05
36	Kiessand Neuenhofe-Sandbreite N	Lüddecke Haldensleben GmbH & Co.KG	Jacob-Uffrecht-Str. 22 39040 Haldensleben (0 39 04) 4 13 93
37	Sand Colbitz 1	Hoch-, Tief- und Denkmalpflegebau Dipl.-Ing. R. Groß	Lindstedter Weg 13b 39326 Wolmirstedt (03 92 01) 56 30
38	Kiessand Kehnert-Treuel/Auwiesen	RM Kieswerke Rogätz-Parey GmbH	Sandkrug 39326 Rogätz (03 93 63) 93 00

39	Kiessand Angern-Ost	Kurt Rudnick Baubetrieb Tief-, Straßen- und Hochbau	Bruchstraße 12 39326 Angern (03 93 63) 2 61
40	Kiessand Zerben	WSG Walter Spannbeton-GmbH Güsen	Pareyer Straße 4a 39317 Güsen (03 93 44) 9 21 79
41	Kiessand Parey	RM Kieswerke Rogätz-Parey GmbH	An der Alten Elbe 39317 Derben (03 93 49) 5 00 21
42	Kiessand Genthin-West	BEBO Kieswerk und Baustoffe Genthin GmbH & Co.KG	An der B1/ Magdeburger Straße 39307 Genthin (0 39 33) 8 22 93
43	Kalkstein Walbeck-NW	Wegener Kalkstein GmbH & Co. KG Walbeck	Am Kalkwerk 39356 Weferlingen (0 39 30 61) 22 24
44	Quarzsand Walbeck- Weferlingen	Quarzwerke GmbH Quarzsand- und Mahlwerk Weferlingen	Schwarzer Weg 39356 Weferlingen (0 53 57) 97 20
45	Hartgestein Bodendorf	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Str. 41 39345 Flechtingen (03 90 54) 9 00
46	Werk- u. Dekostein Emden	Baustoffe Flechtingen GmbH & Co.KG	Behnsdorfer Straße 28 39345 Flechtingen (03 90 54) 22 07
47	Sand Erxleben-Riesengrund	Haldenslebener Recycling- und Umweltdienst GmbH	Oesterbornbreite 6 39343 Erxleben (03 90 52) 96 20
48	Hartgestein Dönstedt/Eiche	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Straße 41 39345 Flechtingen (03 90 54) 9 00
49	Kiessand Neuenhofe-Süd	Georg Eckervogt OHG	Berliner Wall 20 33378 Rheda- Wiedenbrück (0 52 42) 9 20 60
50	Kiessand Barleben-O	Kies- und Baustoffwerke GmbH & Co.KG	Wiedersdorfer Straße 3 39126 Magdeburg (03 91) 30 02 50
51	Kiessand Barleben-W	Kies- und Baustoffwerke GmbH & Co.KG	Wiedersdorfer Straße 3 39126 Magdeburg (03 91) 30 02 50
52	Kiessand Jersleben	Baustoffe Flechtingen GmbH & Co.KG	Behnsdorfer Straße 28 39345 Flechtingen (03 90 54) 22 07
53	Kiessand Meitzendorf	RB Baustoffwerke GmbH & Co.KG Geschäftsstelle Loitsch	Werkstraße 1 07570 Steinsdorf- Loitsch (03 66 03) 4 70
54	Sand Farsleben-Nordwest	G. Papenburg GmbH & Co. KG Straßen- und Tiefbau Hannover NL Stendal	Hook 2a 39576 Stendal (03931) 64140
55	Kiessand Wolmirstedt-Flur 31	BUNTE-BAU GmbH Genthin	Berliner Chaussee 50 39307 Genthin (03933) 93220
56	Kiessand Niegripp	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Straße 41 39345 Flechtingen (03 90 54) 9 00
57	Kiessand Hohenwarthe	STRABAG Straßen- und Tiefbau GmbH HNL Magdeburg Kieswerk Hohenwarthe GmbH	Seestraße 12 39114 Magdeburg (03 91) 8 50 40

58	Sand Körbelitz	MAS Maschinenvermietung & Agrarservice GmbH	Dorfstraße 53 39175 Körbelitz (03 92 22) 25 29
59	Sand Reesen Scheuselberge/ Sandmathen	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH & Co.KG	Erkenthierfeld 1 39288 Burg (03 93 21) 91 23 11
60	Kiessand Burg-Gütter	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH & Co.KG	Erkenthierfeld 1 39288 Burg (0 39 21) 91 23 11
61	Sand Schermen-Ost	Gilde-Beton GmbH & Co.KG	Parchauer Chaussee 39288 Burg (0 39 21) 91 43 00
62	Kiessand Burg-Sachsenkamm	Gilde-Beton GmbH & Co.KG	Parchauer Chaussee 39288 Burg (0 39 21) 91 43 00
63	Kiessand Drewitz-Süd	ELBO Kiesgesellschaft mbH	Glindenberger Weg 5 39126 Magdeburg (03 91) 5 07 72 43
64	Sand Paplitz	Fiener Sand GmbH Paplitz	Hauptstraße 20 39307 Paplitz (03 93 46) 4 02 71
65	Ton Wefensleben 1	Wienerberger Ziegelindustrie GmbH & Co.KG Werk Wefensleben	Zechenhäuser Weg 39365 Wefensleben (03 94 00) 9 61 20
66	Kiessand Sommersdorf-Süd	Baustoffhandel und Fuhrbetrieb Henning Springmann	Meisterreihe 6 39393 Badeleben (03 94 02) 3 72
67	Hartgestein Mammendorf	Cronenberger Steinindustrie Franz Triches GmbH & Co. KG Hartsteinwerk Mammendorf	Thomas-Müntzer-Str. 39167 Eichenbarleben (03 92 06) 68 50
68	Sand Groß Santersleben	Kieswerk Neuwegersleben AG	Schüttestraße 27 38364 Schöningen (0 53 52) 20 81
69	Ton Hohenwarsleben-Ost	Baustoffe Flechtingen GmbH & Co.KG	Behnsdorfer Straße 28 39345 Flechtingen (03 90 54) 22 07
70	Sand Hohenwarsleben-Süd	Baustoffe Flechtingen GmbH & Co.KG	Behnsdorfer Straße 28 39345 Flechtingen (03 90 54) 22 07
71	Kiessand Magdeburg-Diesdorf	BRC - Baustoffe, Recycling und Containerdienst GmbH	Niederndodelebener Straße 14 39110 Magdeburg (03 91) 7 31 33 33
72	Kiessand Gübs-I	Gilde Kieswerk Gübs GmbH & Co.KG	Parchauer Caussee 39288 Burg (0 39 21) 91 43 00
73	Kiessand Büden	RTK – Kies und Partner GmbH	Dorfstraße 39291 Büden (03 92 24) 6 80 61
74	Ton Möckern	Sporkenbach Ziegelei GmbH	Ziegelei 39291 Möckern (03 92 22) 21 09
75	Kiessand Loburg Tf I+II	Terra Sand- und Kiesgewinnungs GmbH	Neuer Weg 8 39261 Zerbst (0 39 23) 78 00 53
76	Sand Loburg-Weinberge	Firma Armin Schneeberger Heizungs- Sanitär- Klempnerei-Tiefbau	Dammstraße 55 39279 Loburg (03 92 45) 23 41
77	Sand Lübars	Schilling Sandgruben GmbH	Str. der Freundschaft 19 39291 Lübars (03 92 25) 5 10

78	Sand Hohenziatz	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH & Co.KG	Erkenthierfeld 1 39288 Burg (0 39 21) 91 23 11
79	Sand Blumenberg-Henneberg	Schmidt & Bormann Sand- und Kiesförderung, Transport und Bauschuttrecycling	Schulstraße 5 39164 Blumenberg (03 92 09) 23 50
80	Sand Hohendodeleben-Fuchsberg	G. Papenburg GmbH & Co. KG Straßen- und Tiefbau Hannover NL Stendal	Hook 2a 39576 Stendal (0 39 31) 6 41 40
81	Kiessand Sülldorf	Bahrendorfer Kiesgesellschaft mbH	Dorfstraße 29 39171 Osterweddingen (03 92 05) 6 97 34
82	Sand Beyendorf-Jägerheim	Sandgrube und Einlagerungsstätte Beyendorf GmbH	Am Deichwall 28 39126 Magdeburg (03 91) 3 00 40 80
83	Kiessand Langenweddingen-Seerennengraben	Gölzer & Beymann GmbH Sand- und Kieswerk Langenweddingen, Erdbau und Baustoffhandel	Neinstedter Straße 23 39118 Magdeburg (01 61) 6 31 13 50
84	Kiessand Plötzky-Hahnenberge 1	Bernd Schumann Kies-, Sand- und Transport-GmbH	Kieferngrund 5 39245 Gommern (03 92 00) 5 19 51
85	Ton Vehlitz	Sprokenbach Ziegelei GmbH	Ziegelei 39291 Möckern (03 92 22) 32 09
86	Kiessand Kuhberge 2	Kieswerk Kuhberge GmbH & Co.KG	Industriestraße 9 49492 Westerkappeln (0 54 56) 8 10
87	Sand Abbenrode I	Recycling Park Wernigerode OHG	Harzstraße 2 38855 Heudeber (03 94 58) 8 69 90
88	Sand Abbenrode II	Köhrich-Bau GmbH	Bachstraße 40 38729 Lutter am Barrenberge (0 53 83) 9 60 60
89	Kiessand Deersheim- Tf. Süd	Landboden Osterwieck Agrodienste GmbH & Co. Gewerbe KG	Osterwiecker Straße 178 38835 Berßel (03 94 21) 7 40 58
90	Kiessand Deersheim- Tf. Nord	Landboden Osterwieck Agrodienste GmbH & Co. Gewerbe KG	Osterwiecker Straße 178 38835 Berßel (03 94 21) 7 40 58
91	Kiessand Ströbeck-Kreuzberg	STRATIE Straßen- und Tiefbaugesellschaft mbH	Neue Halberstädter Straße 58 38889 Blankenburg (0 39 44) 92 70
92	Kiessand Halberstadt-Holtemmeaue II	BEFER Betonfertigteilbau und Betonwaren GmbH	In den langen Stücken 10 38820 Halberstadt (0 39 41) 67 24 00
93	Kiessand Halberstadt- B81	BEFER Betonfertigteilbau und Betonwaren GmbH	In den langen Stücken 10 38820 Halberstadt (0 39 41) 67 24 00
94	Kiessand Wegeleben	Kieswerk Bodetal GmbH & Co. Betriebs KG	Wedderstedter Weg 38828 Wegeleben (03 94 23) 68 10
95	Ton Gröningen	Beton- und Recycling-GmbH & Co.KG Emersleben	Am Bahnhof 1 38822 Emersleben (03 94 24) 95 30

96	Kalkstein Kroppenstedt-Süd	Endert-Gesellschaft für Sand- und Kiesgewinnung mbH	Dorfstraße 43a 39291 Rietzel (03 92 23) 4 95
97	Kiessand Kleinalsleben 2	Specht Kiesgrubenbetrieb	Dorfstraße 75 39398 Kleinalsleben (03 94 08) 55 99
98	Kiessand Gröningen-N	TAG Kieswerk Trockenabbau Gröningen GmbH & Co.KG	Arensburger Straße 4 31737 Rinteln
99	Kiessand Hadmersleben	Kieswerk Bodetal GmbH & Co. Betriebs KG	Wedderstedter Weg 38828 Wegeleben (03 94 23) 68 10
100	Kiessand Wolmirsleben	Schmidt & Bormann Sand- und Kiesförderung, Transport und Bauschuttrecycling	Schulstraße 5 39164 Blumenberg (03 92 09) 23 50
101	Kiessand Unseburg	Bode-Kies-Unseburg GbR	Walter-Husemann-Straße 8a 39435 Unseburg (03 92 63) 98 09 60
102	Kiessand Atzendorf- Marbe Kies N	MARBE Kies- und Baustoff-GmbH & Co. KG	Am Marbeschacht 39443 Atzendorf (0 39 25) 62 41 49
103	Kiessand Groß Mühlingen, An der Marke	ASS Kieswerke GmbH & Co.KG Groß Mühlingen KG	Rosenburger Weg 51 39240 Trabitz (03 92 91) 43 60
104	Kiessand Barby 1	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Straße 41 39345 Flechtingen (03 90 54) 9 00
105	Kiessand Tornitz	Saale-Kies+Baustoff GmbH	Am Kieswerk 1 39249 Tornitz (03 92 98) 68 00
106	Kiessand Trabitz	Kies- und Steinwerk Börner GmbH & Co.KG	Am Saale-Dreieck 3 39240 Schwarz (03 92 95) 2 57 24
107	Sand Zerbst-Pulspforder Str.	Terra – Kies – Rackith GmbH	Am Bahnhof 1 06901 Rackith (03 49 21) 60 10
108	Kiessand Zerbst-Waldfrieden	Terra Sand-u.Kiesgewinnungs GmbH, Isterbies	Lindenstraße 2 39279 Isterbies (03 92 45) 9 42 20
109	Kiessand Zerbst-Ost	KieSa GmbH	Neuer Weg 35 39264 Bone (0 39 23) 6 17 26
110	Sand Bias-Lusower Weg	Udo Schöne	Dorfstraße 21 39264 Leps
111	Quarzsand Möllensdorf	Quarzsand GmbH Nudersdorf	Kirchstraße 8 06896 Nudersdorf (03 49 29) 2 02 44
112	Kiessand Grabo	Gerhard Korges	Dorfstraße 24 06897 Reinsdorf (0 34 91) 66 22 80
113	Kiessand Wittenberg-Trajuhn	Fuhrunternehmer Wolfgang Lehmann & Fa. Eckhard Schulze	Kolonieweg 77 06888 Mochau (bei Wittenberg) (0 34 91) 80 80 25
114	Kiessand Zahna-Wüstemark	Fläminger Kies- u. Sandvertrieb Keller u. Reule	Fischermühlenweg 2 06895 Rahnsdorf (03 49 24) 2 24 21
115	Kiessand Euper	Fuhrunternehmer Eckhard Schulze	Am Luthersbrunnen 38 06886 Wittenberg (0 34 91) 40 30 20

116	Werk- u. Dekostein Wernigerode-Thumkuhlental Tf. 1	Naturstein GmbH Hildebrandt	Am Park 1 38855 Minsleben (0 39 43) 2 28 84
117	Quarzsand Quedlinburg- Am Lehof	Wolf & Müller GmbH	Am Weinberg 2 04910 Haida (0 35 33) 6 04 45
118	Quarzsand Quedlinburg- Am Lehof-Süd	Wolf & Müller GmbH	Am Weinberg 2 04910 Haida (0 35 33) 6 04 45
119	Quarzsand Quedlinburg-Westlicher Lehof	Wolf & Müller GmbH	Am Weinberg 2 04910 Haida (0 35 33) 6 04 45
120	Kiessand Rodersdorf-Trockenabbau (Werk 1)	Kieswerk Bodetal GmbH & Co. Betriebs KG	Wedderstedter Weg 38828 Wegeleben (03 94 23) 68 10
121	Kiessand Rodersdorf-Nassabbau (Werk 2)	Kieswerk Bodetal GmbH & Co. Betriebs KG	Wedderstedter Weg 38828 Wegeleben (03 94 23) 68 10
122	Kiessand Ditfurt I	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
123	Kiessand Wedderstedt-West	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
124	Kalkstein Groß Börnecke-Süd	Basalt AG Norddeutsche Hartsteinwerke	Werkstraße 1 39435 Groß Börnecke (03 92 67) 93 20
125	Kalkstein Groß Börnecke-Süd 1	Basalt AG Norddeutsche Hartsteinwerke	Werkstraße 1 39435 Groß Börnecke (03 92 67) 93 20
126	Kiessand Groß Börnecke II	Börkies Groß Börnecke GmbH Sand-Kies-Abraum-Umweltschutz	Brunnenweg 15 39444 Hecklingen (0 39 25) 28 08 76
127	Kiessand Schadeleben	Joseph Rädlinger GmbH – Bauunternehmen –	93413 Cham-Windischbergerdorf (0 99 71) 4 00 30
128	Kalkstein Förderstedt 1	Sodawerk Staßfurt GmbH	An der Löderburger Bahn 4a 39418 Staßfurt (03 92 66) 9 68 01
129	Kiessand Staßfurt-Knüppelsberg	Tylicki Transporte GmbH	Berlepschstraße 13 39418 Staßfurt (0 39 25) 62 52 61
130	Kalkstein Nienburg	Schwenk Zement Bernburg GmbH & Co.KG	Altenburger Chaussee 3 06406 Bernburg (0 34 71) 35 80
131	Kalkstein Bernburg-Nord	Schwenk Zement Bernburg GmbH & Co.KG	Altenburger Chaussee 3 06406 Bernburg (0 34 71) 35 80
132	Kalkstein Bernburg-Nord Tf. Atenburg	Schwenk Zement Bernburg GmbH & Co.KG	Altenburger Chaussee 3 06406 Bernburg (0 34 71) 35 80
133	Kalkstein Bernburg-Süd	Solvay Soda Deutschland GmbH	Köthensche Straße 1–3 06406 Bernburg (0 34 71) 32 30
134	Kiessand Sachsendorf	Kies- und Steinwerk Börner GmbH & Co. KG	Am Saale-Dreieck 3 39240 Schwarz (03 92 95) 2 57 24
135	Kiessand Drosa	Kieswerk Drosa GmbH	Am Brandweinsweg 92 06369 Drosa (03 49 79) 2 22 17

136	Kiessand Drosa-Süd	Kieswerk Drosa GmbH	Am Brandweins- weg 92 06369 Drosa (03 49 79) 2 22 17
137	Kiessand Mosigkau-Rößling	Horst Rumpf GmbH & Co.KG	Hinter dem Rößling 7 06847 Dessau/ Mosigkau (0340) 5 40 75 90
138	Kiessand Klieken-Nord	Dessauer Abbruch und Recycling GmbH	Kreuzbergstraße 37 06841 Dessau (03 40) 21 81 80
139	Sand Klieken	Röder Kieselgur Klieken	Markt 89 06786 Wörlitz (03 49 05) 2 02 36
140	Kiessand Wittenberg-Lutherbrunnen	Fuhrunternehmer Eckhard Schulze	Am Luthersbrunnen 38 06886 Wittenberg (0 34 91) 40 30 20
141	Kiessand Wittenberg-Friedrichstadt, Flur 21	Fuhrunternehmer Wolfgang Lehmann & Fa. Eckhard Schulze	Kolonieweg 77 06888 Mochau (bei Wittenberg) (0 34 91) 80 80 25
142	Kiessand Wittenberg-Heideplan	Fuhrunternehmer Eckhard Schulze	Am Luthersbrunnen 38 06886 Wittenberg (0 34 91) 40 30 20
143	Kiessand Dixförda II	Elster-Kies GmbH & Co. KG	Dixfördaer Weg 1 06928 Lindwerder (03 53 84) 30 10
144	Sand Mügeln	Proßmann Rohstoff- Recycling GmbH & Co.KG	Str. der Jugend 5 04916 Schadewalde (03 53 62) 60 40
145	Kalkstein Elbingerode-Kleiner und Großer Hornberg	FELS-WERKE GmbH Harz - Kalk GmbH	Hornberg 38875 Elbingerode (03 94 54) 5 83 21
146	Werk- u. Dekostein Schierke-Knaupsholz	HARZ-GRANIT GmbH Wernigerode Natursteinwerke	Ilsenburger Straße 42 38855 Wernigerode (0 39 43) 60 10 32
147	Torf Blankenburg/ Helsunger Bruch	Fachklinik „Teufelsbad“ Blankenburg GmbH	Michaelstein 18 38889 Blankenburg (Harz) (0 39 44) 94 40
148	Quarzsand Warnstedt-Eckberg	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Straße 41 39345 Flechtingen (03 90 54) 9 00
149	Quarzsand Warnstedt-Eckberg-West	Helbraer Schlackenverwertung Norddeutsche Naturstein GmbH	An der Hütte 2 06311 Helbra (03 47 72) 2 05 90
150	Kiessand Warnstedt-Timmenrode	Hoch- Tief- u. Sonderbau GmbH Ostharz	Bicklingsbach 12 06427 Quedlinburg (0 39 46) 7 73 50
151	Kiessand Warnstedt-Timmenrode (S-Erweiterung)	Hoch- Tief- u. Sonderbau GmbH Ostharz	Bicklingsbach 12 06427 Quedlinburg (0 39 46) 7 73 50
152	Kiessand Timmenrode-Der Steinberg	Hoch- Tief- u. Sonderbau GmbH Ostharz	Bicklingsbach 12 06427 Quedlinburg (0 39 46) 7 73 50
153	Hartgestein Rieder-Eulenbachtal	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
154	Hartgestein Rieder-Eulenbachtal-Ost	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70

155	Quarzsand Ermsleben-Sinsleben	Norddeutsche Naturstein GmbH	Altenhäuser Straße 41 39345 Flechtingen (03 90 54) 9 00
156	Kiessand Badeborn	Fa. Engel Baustoffhandel-Transport u. Baggerbetrieb	Große Gasse 366a 06493 Badeborn (03 94 83) 87 74
157	Kiessand Quedlinburg-Badeborner Weg (HTS)	GUG Grundstücks- u. Verwaltungsgesellschaft mbH	Hambrocker Str. 45–57 29525 Uelzen (05 81) 8 84 00
158	Kiessand Quedlinburg-Badeborner Weg (GUG)	GUG Grundstücks- u. Verwaltungsgesellschaft mbH	Hambrocker Str. 45–57 29525 Uelzen (05 81) 8 84 00
159	Kiessand Aschersleben-Froser Weg	Beton- u. Kieswerk GmbH Aschersleben	Fallerslebener Weg 9 06449 Aschersleben (0 34 73) 81 64 63
160	Kiessand Reinstedt	RKW Reinstedter Kieswerk GmbH	Froser Straße 06463 Reinstedt (03 47 41) 2 98
161	Kiessand Hoym-Flur 11	Neumann Transporte & Sandgruben GmbH	Erkenthierfeld 1 39288 Burg (0 39 21) 94 48 85
162	Kiessand Westdorf	Kiestagebau Westdorf GmbH	Am Quellgrund 14 06449 Aschersleben (0 34 73) 80 82 30
163	Kiessand Frose-Aschersleben II	Aschersleben – Frose – Baustoffe GmbH	Köthener Straße 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
164	Kiessand Güsten-Ost	Andreas Backhaus Containerdienst	Hauptstraße 26/27 06425 Plötzkau (03 46 92) 3 11 42
165	Kiessand Amesdorf-Sandbergsfeld	Kies- und Sandwerke GmbH	Rathmannsdorfer Straße 9 39439 Güsten (03 92 62) 6 27 30
166	Kiessand Klein Schierstedt	Heinrich Kunkel GmbH & Co.	Im Winkel 06449 Klein Schierstedt (03 47 46) 9 39 20
167	Kiessand Güsten-Osmarsleben	Stemmler GmbH	Neue Anlage 1 39262 Güsten
168	Ton Baalberge-Lettebruch	Ziegelwerk Baalberge 06408 Baalberge	Bernburger Straße 43 06408 Baalberge (0 34 71) 32 60
169	Ton Peißen-Süd	Peißener Tonprodukte GmbH + Co. 06408 Peißen	Hallesche Straße 78 06408 Peißen (0 34 71) 31 22 03
170	Ton Bernburg-Neuborna	DAP Klinkerwerke GmbH	Robert Koch Straße 37 22851 Norderstedt (0 40) 5 29 60 20
171	Ton Bernburg-Neuborna West	DAP Klinkerwerke GmbH	Robert Koch Straße 37 22851 Norderstedt (0 40) 5 29 60 20
172	Kiessand Beesenlaublingen-Beesedau	HTB Hoch- u.Tiefbaustoffe GmbH & Co. KG Könnern	An der Georgsburg 06420 Könnern (03 46 91) 33 00
173	Ton Gerlebogk	Bernd Esser Tonabbau-Entsorgung-Rekultivierung-Kompostierung GmbH	Lindenstraße 5 06420 Gerlebogk (03 46 91) 2 87 87
174	Ton Gerlebogk-Südwest	Bernd Esser Tonabbau-Entsorgung-Rekulti-vierung-Kompostierung GmbH	Lindenstraße 5 06420 Gerlebogk (03 46 91) 2 87 87

175	Kiessand Wörbzig	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
176	Kiessand Wohlsdorf	OTW – Troschke Kieshandel Lehmwerder/Ochtum Wohlsdorf	Dorfstraße 28 06408 Wohlsdorf (0 34 96) 21 48 42
177	Kiessand Trinum	Kies- und Sandwerke GmbH	Rathmannsdorfer Straße 9 39439 Güsten (03 92 62) 6 27 30
178	Kiessand Breesen 1	BWK Sand- u. Kieswerk Reupzig GmbH	Dorfstraße 59a 06369 Reupzig (0 34 97) 7 21 49
179	Kiessand Bressen 2	BWK Sand- u. Kieswerk Reupzig GmbH	Dorfstraße 59a 06369 Reupzig (0 34 97) 7 21 49
180	Ton Golpa-Nord/ Halde	Günter Papenburg Tonrohstoffe GmbH	Berliner Straße 239 06112 Halle (03 45) 5 11 31 02
181	Kiessand Köplitz-Ateritz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Str. 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
182	Kiessand Rackith	Terra – Kies – Rackith GmbH	Am Bahnhof 06901 Rackith (03 49 21) 60 10
183	Kiessand Pretzsch-Splau	Betonwerk E. Winkler GmbH Pretzsch	Schmiedeberger Straße 27 06989 Pretzsch (03 49 26) 5 73 29
184	Hartgestein Unterberg 1	Hartsteinwerk Unterberg GmbH & Co. Telge & Eppers GmbH	An der B 81 99768 Ilfeld (03 63 31) 37 80
185	Ton Harzgerode-Neue Tongrube	DAP Klinkerwerke GmbH	Robert Koch Straße 37 22851 Norderstedt (0 40) 5 29 60 20
186	Hartgestein Halde Freiesleben Großörner	Martin Wurzel Baugesellschaft mbH NL Mansfeld	Vatteröder Straße 13 06343 Mansfeld (03 47 82) 87 20
187	Hartgestein Halde Glückhilf-Schacht Welfesholz	BAUREC Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht (An der L160) 06295 Lutherstadt Eisleben (03 47 72) 3 21 32
188	Ton Beesenlaublingen	Schwenk Zement Bernburg GmbH & Co.KG	Altenburger Chaussee 3 06406 Bernburg (0 34 71) 35 80
189	Kiessand Trebnitz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
190	Werk- u. Dekostein Beesenlaublingen-Rogenstein	Schwenk Zement Bernburg GmbH & Co.KG	Altenburger Chaussee 3 06406 Bernburg (0 34 71) 35 80
191	Kiessand Gröbzig-Werdershausen	KLEBL-GmbH	Köthener Straße 48 06388 Gröbzig (03 49 76) 2 90
192	Kiessand Plötz 2	Betonwerk Plötz GmbH & Co. KG	Kreisstraße 16 06193 Plötz (03 46 03) 74 00
193	Hartgestein Löbejün	SH Natursteine GmbH & Co. KG	Bahnhofstraße 7 06193 Löbejün (03 46 03) 7 50

194	Kiessand Wieskau	Rebo Umwelttechnik GmbH	Gewerbegeb. Nr. 1 14822 Niederwerbig/ OT Jersig (03 38 43) 45 70
195	Kiessand Ostrau-Mösthinsdorf	GP Günter Papenburg AG	Berliner Straße 239 06112 Halle (03 45) 5 11 31 02
196	Kiessand Löberitz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
197	Kiessand Reuden-West	Oeko - Baustoffe GmbH	Kieswerkstraße 1 06793 Sandersdorf (0 34 93) 8 08 50
198	Kiessand Reuden-Südwest	Oeko - Baustoffe GmbH	Kieswerkstraße 1 06793 Sandersdorf (0 34 93) 8 08 50
199	Kiessand Ramsin	Erd- u. Tiefbau Bitterfeld GmbH	Holzweißiger Str. 14 06749 Bitterfeld (0 34 93) 60 71 82
200	Kiessand Zscherndorf-Ramsin	Oeko – Baustoffe GmbH	Kieswerkstraße 1 06793 Sandersdorf (0 34 93) 8 08 50
201	Kiessand Ramsin-Ost	Oeko – Baustoffe GmbH	Kieswerkstraße 1 06793 Sandersdorf (0 34 93) 8 08 50
202	Kiessand Halde Holzweißig	Oeko – Baustoffe GmbH	Kieswerkstraße 1 06793 Sandersdorf (0 34 93) 8 08 50
203	Hartgestein Halde Lichtloch 81, Klostermansfeld	Helbraer Schlackenverwertung	An der Hütte 2 06311 Helbra (03 47 72) 2 05 90
204	Hartgestein Halde August-Bebel-Hütte Helbra (Schlacke)	Helbraer Schlackenverwertung	An der Hütte 2 06311 Helbra (03 47 72) 2 05 90
205	Hartgestein Halde Max-Lademann-Schacht	BAUREC Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht 06295 Lutherstadt Eisleben (03 47 72) 3 21 32
206	Hartgestein Halde Seidel-Schacht	BAUREC Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht 06295 Lutherstadt Eisleben (03 47 72) 3 21 32
207	Hartgestein Halde Martinschacht	BAUREC Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht 06295 Lutherstadt Eisleben (03 47 72) 3 21 32
208	Hartgestein Petersberg	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
209	Kaolin Morl-Fuchsberg Süd	Kaolin- u. Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 06198 Salzmünde (03 46 09) 2 02 67
210	Kiessand Nehlitz-Heideberge	Fr. Vorwerk GmbH & Co.KG Rohrleitungsbau	Magdeburger Chaus. 44 06118 Halle (03 45) 5 22 70 18
211	Hartgestein Schwerz	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
212	Kiessand Landsberg	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70

213	Kiessand Oppin	Sand und Kies Oppin GmbH	Köthener Straße 34 06118 Halle (03 45) 5 25 78 14
214	Kiessand Oppin-Sandberg	Tief- u. Straßenbau GmbH Halle	Reideburger Straße 29 06112 Halle (03 45) 5 60 06 55
215	Kiessand Roßla	Kieswerk Müller GmbH & Co. KG	Fußstieg 06536 Roßla (03 46 51) 37 30 17
216	Kiessand Berga-Bewilligung	Kieswerke Berga GmbH	Uthleber Weg 49 99734 Nordhausen (0 36 31) 42 50
217	Kiessand Edersleben-Flur 2	Hoch- u. Tiefbau Sangerhausen GmbH	Bonifazius Platz 16 06526 Sangerhausen (0 34 64) 2 74 10
218	Kiessand Riethnordhausen	HSK – UT Umweltschutz-Tiefbaugeselschaft mbH	Am Brühl 5 06526 Sangerhausen (0 34 64) 58 98 41
219	Kiessand Wallhausen	SKW Kieswerke Sangerhausen	Wiesenweg 15 06528 Oberröblingen (0 34 64) 51 76 85
220	Werk- u. Dekostein Lengefeld	Natursteinbetrieb Lengefeld	Pfaffenberg 121 06528 Lengefeld (0 34 64) 58 78 01
221	Kalkstein Unterfarnstädt-Kuhberg	Kerstin Pfeifer und Rudolf Köhler	Holzmarkenstraße 6a 06295 Wolferode (0 34 64) 58 98 41
222	Kalkstein Unterfarnstädt-Kuhberg-Nord	HSK – UT Umweltschutz-Tiefbaugeselschaft mbH	Am Brühl 5 06526 Sangerhausen (0 34 64) 58 98 41
223	Kalkstein Farnstädt-Süd	D – B – F Bauststoff GmbH	Chaussee-Straße 1 06317 Amsdorf (03 46 01) 4 00
224	Hartgestein Halde Hermannschacht	BAUREC Baustoffrecycling Eisleben GmbH	Seidelschacht 06295 Lutherst. Eisleben (03 47 72) 3 21 32
225	Kaolin Stedten-Etzdorfer Feld	Kaolin- u. Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 06198 Salzmünde (03 46 09) 2 02 67
226	Kiessand Teutschenthal-Eisdorf	Gesellschaft für Baustoffe und Recycling mbH	Köthener Straße 34 06118 Halle (03 45) 5 25 78 14
227	Ton Gröbers	Deponie für Erdaushub Gröbers GmbH	Schulweg 5 06184 Gröbers/ OT Schwoitzsch (03 46 02) 2 10 89
228	Kiessand Langeneichstädt-Drösig	PBL Sand und Kiesgewinnungs GmbH	Döcklitzer Tor 36 06268 Querfurt (03 47 71) 2 22 11
229	Kiessand Merseburg-An der B 91	Hanson Germany GmbH & Co.KG	Ilse Schneider Haus 99880 Gospiteroda (0 36 22) 4 02 40
230	Kiessand Wallendorf	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
231	Kiessand Wallendorf-West	Mitteldeutsche Baustoffe GmbH	Köthener Straße 13 06193 Sennewitz (03 46 06) 25 70
232	Kiessand Merseburg-Ost/ BF 1a	GP Papenburg AG – Rohstoffbetrieb Mitte	Plaut Straße 56 04179 Leipzig (03 45) 51 13-1 02

233	Kiessand Wendelstein	Kieswerke Etzrodt GmbH & Co. Betriebs KG	Am Mühlberg 06556 Borxleben (0 34 66) 3 25 90
234	Kiessand Memleben-Röstbach	Mütze & Rätzel GmbH	Am Bauerngraben 06642 Wohlmirstedt (03 46 72) 64 80
235	Sand Karsdorf-Steigra	Karsdorfer Zement GmbH	Straße der Einheit 25 06638 Karsdorf (03 44 61) 7 41 45
236	Werk- u. Dekostein Nebra-Im Kriebsholz	TRACO – Deutsche Travertinwerke GmbH	Poststraße 17 99947 Bad Langensalza (0 36 03) 85 20
237	Kalkstein Karsdorf-Lohholz	Karsdorfer Zement GmbH	Straße der Einheit 25 06638 Karsdorf (03 44 61) 7 41 45
238	Kalkstein Mücheroda-Reußen	Naumburger Bauunion GmbH u.Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet-Süd 06618 Görschen (03 44 45) 7 00
239	Kiessand Freyburg-Zeuchfeld	Naumburger Bauunion GmbH u.Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet-Süd 06618 Görschen (03 44 45) 7 00
240	Ton Roßbach	Kaolin- u. Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 06198 Salzmünde (03 46 09) 2 02 67
241	Kiessand Uichteritz	Fa. Heinz und Reinhardt Antons GbR	Mühlberg 28 06667 Uichteritz (03 44 3) 80 41 26
242	Kiessand Tagewerben-An der B 91	Fa. Heinz und Reinhardt Antons GbR	Mühlberg 28 06667 Uichteritz (0 34 43) 80 41 26
243	Kiessand Borau-Lösau	Klaus GmbH & Co.KG	Schwangau Straße 29 86163 Augsburg (08 21) 2 61 71 04
244	Kiessand Nellschütz	Hohenwarter Baustoffgesellschaft mbH	Lösauer Weg 06679 Nellschütz (03 44 41) 9 20 60
245	Kiessand Tollwitz	Tollwitzer Kieswerke &. Baustoff GmbH	Teuditzer Str. 1 06231 Tollwitz (0 34 62) 9 98 50
246	Kaolin Spergau-Nordfeld	Kaolin- u. Tonwerke Salzmünde GmbH	Ziegelei 13 06198 Salzmünde (03 46 09) 2 02 67
247	Kiessand Großkorbetha	Klaus GmbH & Co.KG	Schwangau Straße 29 86163 Augsburg (08 21) 2 61 71 04
248	Kiessand Pörsten 1	CGG Beteiligungen GmbH	Knappenstr. 10 59071 Hamm/Westf. (0 23 81) 87 07 79
249	Kiessand Pörsten 2	Histro Bau GmbH	Pegauer Str. 50 06682 Nessa (03 44 43) 60 00
250	Werk- u. Dekostein Obermöllern	Naumburger Bauunion GmbH u.Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet-Süd 06618 Görschen (03 44 45) 7 00
251	Kalkstein Bad Kösen	Kalkwerk Bad Kösen GmbH	Thüringer Straße 1 06628 Bad Kösen (03 44 63) 34 30
252	Kiessand Prießnitz	Mitteldeutsche Hartstein- Kies- u. Mischwerke GmbH	Weimarer Straße 29 06618 Naumburg (0 34 45) 7 06 68 00

253	Kiessand Naumburg-Eulau	Mitteldeutsche Hartstein- Kies- u. Mischwerke GmbH	Weimarer Straße 29 06618 Naumburg (0 34 45) 7 06 68 00
254	Kiessand Prittitz	Naumburger Bauunion GmbH u.Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet-Süd 06618 Görschen (03 44 45) 7 00
255	Kiessand Schmerdorf	Naumburger Bauunion GmbH u.Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet-Süd 06618 Görschen (03 44 45) 7 00
256	Kiessand Teuchern-Gröben	Naumburger Bauunion GmbH u.Co. Bauunternehmung KG	Gewerbegebiet-Süd 06618 Görschen (03 44 45) 7 00
257	Kiessand Teuchern-Krähenberg	Sand- u. Kieswerk D. Todte	Idsteiner Straße 13 65193 Wiesbaden (03 44 43) 2 17 77
258	Ton Profen-Süd	MIBRAG , Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH	Wiesenstraße 20 06727 Theißen (0 34 41) 68 40
259	Kiessand Profen-Schwerzau	MIBRAG , Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH	Wiesenstraße 20 06727 Theißen (0 34 41) 68 40
260	Kalkstein Meyhen	KKW Kalkstein u. Kieswerke GmbH	Dorfstraße 8 06618 Görschen (03 44 45) 2 08 50
261	Kiessand Osterfeld	Kaspar Röckelein KG Kies- u. Betonwerke	Meineweher Weg 9 06721 Osterfeld (03 44 22) 5 00
262	Kiessand Kleinhelmsdorf	Fritz Herrmann GmbH &Co. KG Kies & Beton/Hoch - & Tiefbau	Saasaer Str. 8 07607 Eisenberg (03 66 94) 4 00
263	Ton Grana BWE	Grana – Ton GmbH	Hauptstraße 14 06712 Grana (0 34 41) 21 26 77
264	Ton Grana II	Grana – Ton GmbH	Hauptstraße 14 06712 Grana (0 34 41) 21 26 77
265	Ton Grana III	Grana – Ton GmbH	Hauptstraße 14 06712 Grana (0 34 41) 21 26 77
266	Kiessand Grana-Süd	Fecke Tiefbau GmbH & Co. KG	Altes Werk 06712 Kretzschau (0 34 41) 8 62 00
267	Kiessand Grana-Liegendkies	Grana – Ton GmbH	Hauptstraße 14 06712 Grana (0 34 41) 21 26 77
268	Kiessand Grana-Decksande	Grana – Ton GmbH	Hauptstraße 14 06712 Grana (0 34 41) 21 26 77
269	Kiessand Zettweil-Nord	Wesser – Beton GmbH Pölzig	Hauptstraße 106–112 07554 Pölzig (03 66 95) 8 00
270	Kiessand Zettweil-Eichberg/Erweiterung	Wesser – Beton GmbH Pölzig	Hauptstraße 106–112 07554 Pölzig (03 66 95) 8 00
271	Kiessand Lindenberg	Kiesgrube Lindenberg	Kiesgrube 06712 Geußnitz/ OT Wildenborn (03 44 26 21) 3 18
272	Kiessand Schellbach BF 2	Wesser – Beton GmbH Pölzig	Hauptstraße 106–112 07554 Pölzig (03 66 95) 8 00

273	Kiessand Schellbach -Nord	Wesser – Beton GmbH Pölzig	Hauptstraße 106–112 07554 Pölzig (03 66 95) 8 00
274	Kiessand Schellbach-Gutenborn	LZR – Baur – Beton GmbH & Co.KG	Mühlenstr. 50 06712 Schellbach (03 44 23) 26 10
275	Kiessand Bröckau	Firma Bernd Gentzsch	Hauptstraße 28 06724 Bröckau (03 44 23) 2 11 71
276	Kiessand Kayna-Starkenberg	Starkenberger Baustoffwerke GmbH	Gewerbegebiet Kraasa Nr. 1 04617 Naundorf (03 44 95) 7 60
277	Kiessand Neuwegersleben	Kieswerk Neuwegerleben AG	Straße der Freundschaft 39387 Neuwegersleben (0 39) 40 12 08

Anhang II:

Fachberatungs- und Zulassungsstellen für den Steine- und Erden-Bergbau in Sachsen-Anhalt

(I) Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB)

Dezernat 31 Lagerstättengeologie und Rohstoffe
Dezernatsleiter: Dr. Klaus Stedingk, Stellvertreter: Dipl.-Ing. (FH) Peter Karpe

Das Dezernat Lagerstättengeologie und Rohstoffe ist Dienstleister für die wirtschaftsgeologische Erfassung und Nutzung der Bodenschätze des gesamten Landes gemäß Lagerstättengesetz und Bundesberggesetz (BBergG) und berät öffentliche Verwaltungen, Rohstoff-Wirtschaft, Industrie- und Unternehmerverbände, sowie Privatpersonen bei lagerstättengeologischen Fragen.

Aufgaben des Dezernats:
- rohstoffgeologische Landesaufnahme (landesweite Erfassung des wirtschaftlich gewinnbaren Ressourcenpotenzials),
- Mitwirkung bei landesplanerischen Entscheidungen (z. B. LEP, REP, ROK) unter den Aspekten der Rohstoffsicherung und des Lagerstättenschutzes,
- Einrichtung und Laufendhaltung eines Fachinformationssystems (FIS Rohstoffe),
- Erstellung von rohstoffgeologischen Kartenwerken,
- Mitarbeit bei der Nutzbarmachung der mineralischen Rohstoffe in Sachsen-Anhalt,
- Fachberatung für Behörden aller Ebenen einschl. fachbehördliche Begleitung landesbedeutsamer Vorhaben von erheblicher und/oder nachhaltiger Auswirkung auf die Geosphäre,
- Beratung von Industrie- und Unternehmerverbänden, der Wirtschaft und Privatpersonen zu Fragen der Rohstoffgeologie und Lagerstättennutzung,
- Untersuchung und Bewertung von Qualitätsmerkmalen von Rohstoffen (insbesondere Kiessande, Sande, Hartgesteine und tonige Gesteine),
- Stellungnahmen als Träger öffentlicher Belange in Zusammenarbeit mit dem Dezernat 33,
- Publikationen z. B. Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt mit Förderstatistik und Lagerstättenmonographien.

Dezernat 41 Steine- und Erden-Bergbau
Dezernatsleiter: Dr. Michael Brandt, Stellvertreter: Dipl.-Ing. Uwe Berthold

Das Dezernat 41 übt die Aufsicht gemäß § 69 BBergG über den Steine und Erden-Bergbau im Land Sachsen-Anhalt für Bodenschätze gemäß § 3 BBergG aus.

Aufgaben des Dezernats:
- Entscheidung über die Zulassung von Haupt-, Sonder-, Abschluss- und fakultativen Rahmenbetriebsplänen,
- Wahrnehmung der Bergaufsicht vor Ort in den Betrieben, die dem BBergG unterliegen,
- Umsetzung der einschlägigen Bergverordnungen,
- Entscheidung über Anordnungen nach BBergG,
- Entscheidungen über die Genehmigung nach weiteren in die Zuständigkeit des LAGB fallenden Rechtsvorschriften, wie technischer und sozialer Arbeitsschutz, Sprengstoffrecht, Gefahrstoffrecht, Chemiekalienrecht, usw.,

- Überwachung der Einhaltung der sonstigen in die Zuständigkeit des LAGB fallenden gesetzlichen Bestimmungen in den Betrieben des Aufsichtsbereiches,
- Entscheidung über die Erteilung wasserrechtlicher Erlaubnisse für Gewässerbenutzungen und Registrierung und Beantwortung von Anzeigen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Betrieben die dem BBergG unterliegen,
- Entscheidung über die Erteilung naturschutzrechtlicher Eingriffsgenehmigungen,
- Untersuchung von Unfällen und Betriebsereignissen.

Dezernat 43 Besondere Verfahrensarten
Dezernatsleiter: Dipl.-Ing. Ulf Desselberger, Stellvertreterin: Dipl.-Ing. Silvia Laqua

Aufgaben des Dezernats:
- Durchführung von bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung und Öffentlichkeitsbeteiligung,
- Durchführung von förmlichen Verwaltungsverfahren nach Umweltrecht einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung und Öffentlichkeitsbeteiligung,
- Führung von Grundabtretungsverfahren,
- Beratung von Industrieverbänden, der Wirtschaft und Privatpersonen zu Fragen des Bergrechts,
- Bearbeitung Förderabgabenverordnung LSA sowie
- bergbauliche Statistik nach Unterlagen Berg-Verordnung,
- Teilnahme an fachspezifischen Arbeitskreisen.

Dezernat 53 Markscheide- und Berechtsamswesen, Altbergbau
Dezernatsleiter: Dipl.-Ing. Gerhard Jost, Stellvertreter: N.N.

Das Dezernat Markscheide- und Berechtsamswesen, Altbergbau ist Dienstleister im Hinblick auf raumbezogene Fragen bergbaulicher Art und zuständig für die Genehmigungsverfahren im Zusammenhang mit den Bergbauberechtigungen nach den §§ 6 ff. des 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. d. § 125 BBergG. Das Dezernat 53 berät Behörden, Planungsingenieure und Bürger bei geotechnisch-bergbaulichen Fragestellungen.

Aufgaben des Dezernats:
- Anerkennung und Aufsicht über die Markscheider und andere anerkannte Personen,
- Entgegennahme, Auswertung und Verwaltung von Risswerken und Datenträgern zur risswerksgestützten Betriebs- und Bergaufsicht,
- Veranlassung, Überwachung und Erfassung von Messungen zu Oberflächenbewegungen, Bergschadensfragen und Hohlraumkonvergenzen,
- Durchführung von Verwaltungsverfahren in Zusammenhang mit Bergbauberechtigungen
- Feststellung über die Zuordnung von Bodenschätzen zum Bundesberggesetz,
- Aufbau sowie Pflege und Wartung des bergbehördlichen Informationssystems, Auskunftserteilung,
- Kontrollen, Gefahrenanalyse und Gefahrenabwehr bei Altbergbauobjekten,
- Stellungnahmen als Träger öffentlicher Belange in Zusammenarbeit mit dem Dezernat 33,
- Betrieb einer ortungsseismischen Überwachungsanlage für das Bergschadengebiet der Stadt Staßfurt.

Die Leistungen des LAGB stehen allen öffentlichen Verwaltungen, Industrie- und Unternehmerverbänden, der Wirtschaft sowie Privatpersonen zur Verfügung.

(II) Rohstoffgewinnung außerhalb des BBergG (Grundeigentümer-Bodenschätze)

Genehmigungen zur Gewinnung von Bodenschätzen, die nicht gemäß § 3 BBergG eingestuft sind (Bodenschatz im Besitz des Eigentümers der Fläche, unter der sich der abzubauende mineralische Rohstoff befindet), erteilen die zuständigen Kreisverwaltungen auf der Grundlage von Naturschutz-, Wasser- und/oder Immissionsrecht.

Anschriften der für Genehmigungen zur Gewinnung von Grundeigentümer-Bodenschätzen zuständigen Stadt- und Kreisverwaltungen in Sachsen-Anhalt
(für die Richtigkeit der Daten keine Gewähr, Stand: November 2005):

Landeshauptstadt Magdeburg
Umweltamt
Bei der Hauptwache 4–6
39104 Magdeburg
Tel.: 0391 540 0
Fax: 0391 540 2111

Stadt Dessau
Amt für Umwelt und Naturschutz/Grünplanung
Zerbster Straße 4
06844 Dessau
Tel.: (03 40) 20 40
Fax: (03 40) 2 04 12 01

Stadt Halle (Saale)
Umweltamt
Marktplatz 1
06108 Halle (Saale)
Tel.: (03 45) 22 10
Fax: (03 45) 2 21 42 50

Altmarkkreis Salzwedel
Umweltamt
Karl-Marx-Straße 32
29410 Salzwedel
Tel.: (0 39 01) 84 00
Fax: (0 39 01) 2 50 79

Landkreis Anhalt-Zerbst
Umweltamt
Fritz-Brandt-Straße 16
39261 Zerbst
Tel.: (0 39 23) 7 00
Fax: (0 39 23) 33 52

Landkreis Aschersleben-Staßfurt
Umweltamt
Ermslebener Straße 77
06449 Aschersleben
Tel.: (0 34 73) 95 50
Fax: (0 34 73) 13 23

Landkreis Bernburg
Umwelt- und Straßenbauamt
Karlsplatz 37
06406 Bernburg (Saale)
Tel.: (0 34 71) 32 40
Fax: (0 34 71) 32 43 24

Landkreis Bitterfeld
Umweltamt
Mittelstraße 20
06749 Bitterfeld
Tel.: (0 34 93) 34 10
Fax: (0 34 93) 34 14 28

Bördekreis
Umweltamt
Triftstraße 9–10
39387 Oschersleben (Bode)
Tel.: (0 39 49) 91 80
Fax: (0 39 49) 91 86 00

Burgenlandkreis
Umweltamt
Schönburger Straße 41
06618 Naumburg (Saale)
Tel.: (0 34 45) 7 30
Fax: (0 34 45) 73 14 58

Landkreis Halberstadt
Umweltamt
Friedrich-Ebert-Straße 42
38820 Halberstadt
Tel.: (0 39 41) 57 70
Fax: (0 39 41) 57 73 33

Landkreis Jerichower Land
Amt für Umwelt, Naturschutz und Wasserwirtschaft
In der Alten Kaserne 4
39288 Burg
Tel.: (0 39 21) 94 90
Fax: (0 39 21) 9 49 90 00

Landkreis Köthen
Umweltamt
Am Flugplatz 1
06366 Köthen (Anhalt)
Tel.: (0 34 96) 6 00
Fax: (0 34 96) 60 12 82

Landkreis Mansfelder Land
Umweltamt
Lindenallee 55–58
06295 Lutherstadt Eisleben
Tel.: (0 34 75) 6 60
Fax: (0 34 75) 66 12 99

Landkreis Merseburg-Querfurt
Umweltamt
Domplatz 9
06217 Merseburg
Tel.: (0 34 61) 4 00
Fax: (0 34 61) 40 11 55

Ohrekreis
Umweltamt
Farslebener Straße 19
39326 Wolmirstedt
Tel.: (0 39 04) 4 80 43 50
Fax: (0 39 04) 4 80 41 50

Landkreis Quedlinburg
Umweltamt
Heiligegeiststraße 7
06484 Quedlinburg
Tel.: (0 39 46) 7 61 43
Fax: (0 39 46) 7 61 20

Landkreis Saalkreis
Umweltamt
Wilhelm-Külz-Straße 10
06108 Halle (Saale)
Tel.: (03 45) 2 04 30
Fax: (03 45) 2 02 82 30

Landkreis Sangerhausen
Umweltamt
Rudolf-Breitscheid-Straße 20–22
06526 Sangerhausen
Tel.: (0 34 64) 53 50
Fax: (0 34 64) 53 54 45

Landkreis Schönebeck
Umweltamt
Cokturhof
39218 Schönebeck (Elbe)
Tel.: (0 39 28) 78 00
Fax: (0 39 28) 78 01 49

Landkreis Stendal
Umweltamt
Hospitalstraße 1–2
39576 Stendal
Tel.: (0 39 31) 6 06
Fax: (0 39 31) 21 30 60

Landkreis Weißenfels
Genehmigungsamt
Am Stadtpark 6
06667 Weißenfels
Tel.: (0 34 43) 37 20
Fax: (0 34 43) 37 22 54

Landkreis Wernigerode
Umweltamt
Rudolf-Breitscheid-Straße 10
38855 Wernigerode
Tel.: (0 39 43) 5 80
Fax: (0 39 43) 2 11 23

Landkreis Wittenberg
Umweltamt
Breitscheidstraße 3
06886 Lutherstadt Wittenberg
Tel.: (0 34 91) 47 90
Fax: (0 34 91) 47 93 00

Die Autoren

Dipl.-Geol. Armin FORKER

Geboren 1947 in Neudörfel bei Dresden. Von 1966 bis 1971 Geologiestudium an der Bergakademie Freiberg. 1971 bis 1975 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsinstitut für die Erkundung und Förderung von Erdöl und Erdgas Gommern. Haupttätigkeiten: Lagerstättenmodellierung und Abbauoptimierung. 1975 bis 1990 Mitarbeiter beim Rat des Bezirkes Magdeburg, Abteilung Geologie, zuletzt als Stellvertretender Abt.-Leiter. Hier verantwortlich für hydrogeologische und bergbauliche Fragestellungen. 1991 bis 2001 Referent im Wirtschaftsministerium des Landes Sachsen-Anhalt für Rohstoffwirtschaft, Geologie und Braunkohlensanierung. Ab 2002 Präsident des Landesamtes für Geologie und Bergwesen.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 34, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (03 45) 52 12-1 01
E-Mail: forker@lagb.mw.lsa-net.de

Dr. Dipl.-Berging.-Hydrogeol. Paul HÖRINGKLEE

Geboren 1941 in Hübitz/Mansfelder Land, studierte von 1964 bis 1969 am Moskauer Institut für Geologische Erkundung (мгри) Ingenieur-/Hydrogeologie mit dem Schwerpunkt Hydrogeologie. Ab 1974 in der Bezirksstelle für Geologie (später: Abteilung Geologie) beim Rat des Bezirkes Magdeburg schwerpunktmäßig auf dem Gebiet Grundwasserschutz tätig. Promotion 1988 an der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg über ein umweltgeologisches Thema. Seit 1991 Dezernent im Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt (jetzt LAGB, Standort Magdeburg). Hier verantwortlich für umweltgeologische Fragestellungen im Nordteil des Bundeslandes.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 34, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (03 91) 5 35 79-5 03
E-Mail: hoeringklee@lagb.mw.lsa-net.de

Dipl.-Ing. (FH) Peter KARPE

geboren 1943 in Lagow, Krs. Oststernberg/Neumark. 1961 bis 1964 Studium an der Bergingenieurschule „Georgius Agricola“ Zwickau, Fachrichtung Geologie. Ab 1964 Mitarbeiter und Sektorenleiter in der damaligen Bezirksstelle für Geologie bzw. Abteilung Geologie des Rates des Bezirks Halle. Verantwortlich für Erkundung lagerstättenwirtschaftliche Bewertung zahlreicher Steine- und Erdenlagerstätten im Bezirk Halle. 1977–1979 Postgradualstudium an der Bergakademie Freiberg zum Fachgeologen für mineralische Rohstoffbewertung. Seit 1991 Mitarbeiter im Referat Lagerstätten- und Rohstoffgeologie, hier u. a. zuständig für die Bewertung von Lagerstätten der Steine und Erden im Rahmen der Genehmigungsverfahren. Autor mehrerer rohstoffgeologisch/lagerstättenwirtschaftlicher Publikationen.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 34, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (03 45) 52 12-1 56
E-Mail: karpe@lagb.mw.lsa-net.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 Lagerstättengeologie und Rohstoffe im LAGB.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 34, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (03 45) 52 12-1 85
E-Mail: praeger@lagb.mw.lsa-net.de

Liane RADESPIEL

In Calbe (Saale) 1971 geboren, studierte von 1991 bis 1995 Rechtswissenschaften an der Universität in Hannover, absolvierte von 1996 bis 1998 das Rechtsreferendariat in Rostock mit der Schwerpunktsetzung im öffentlichen Recht/Verwaltungsrecht. Von 1998 bis 2001 juristische Tätigkeit in der Arbeitsgruppe zur Wahrnehmung der mittelinstanzlichen Aufgaben der Bergverwaltung (AGMABV), überwiegende Bearbeitung des Bereiches Feldes- und Förderabgabe sowie bergrechtlicher Planfeststellungsverfahren. Seit Juli 2001 Beschäftigung im allgemeinen Rechtsreferat des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt, neben der weiteren Betreuung bergrechtlicher Klageverfahren u. a. Beschäftigung mit den juristischen Themengebieten Gesellschaftsrecht, Arbeitsrecht, Datenschutzrecht.

Dienstanschrift: Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Sachsen-Anhalt
Referat 14, Hasselbachstraße 4, 39104 Magdeburg
Telefon: (03 91) 5 67-47 38, E-Mail: radespiel@mw.lsa-net.de

Dipl.-Ing. Dieter REICHE

geboren 1942 in Leipzig. 1961 bis 1967 Studium Bauingenieurwesen an der Hochschule für Architektur und und Bauwesen in Weimar. Anschließend Produktionstechnologe im Ziegelwerk Zehdenick, danach planerische Tätigkeit im Ingenieurbüro Bauwesen Neubrandenburg für die regionale Baustoffindustrie. Zusatzstudium zum Patentingenieur an der Humboldt-Universität Berlin. Ab 1975 Technologe, Projektant und Bauleiter im Ziegelwerk Halle, danach Abteilungsleiter Schutzrechte und Lizenzen im Stammbetrieb. Ab 1990 Mitarbeit an der Erschließung der Tonhalde Golpa-Nord und dort Werksleiter für die GP Tonrohstoffe GmbH Halle. Seit 1994 freiberuflicher beratender Ingenieur im Bereich Lagerstätten und Industrieberatung Steine und Erden.

Anschrift: Lagerstätten- und Industrieplanung Steine-Erden
Gartenweg 18, 08118 Hartenstein/OT Thierfeld;
Telefon: (03 76 05) 6 16 16, E-Mail: dieter.reiche@gmx.de

Dr. Dipl.-Geol. Klaus STEDINGK

Geboren 1951 in Schulenburg/Leine bei Hannover. Abitur am altsprachlich-humanistischen Gymnasium Andreanum in Hildesheim. Geologiestudium an der Technischen Universität Clausthal mit Schwerpunkt Angewandte Geologie, Mineralogie und Lagerstättenkunde. Promotion über die Vererzungen des Unterdevons im Nordwestharz. Ab 1983 Leiter der Geologischen Abteilung am Erzbergwerk Grund (Harz). Hier verantwortlich für die Lagerstättenerkundung, -dokumentation und Abbauplanung. Anschließend mehrjährige wissenschaftliche Tätigkeit an der Technischen Universität Berlin. Autor zahlreicher lagerstättengeologischer und montanhistorischer Publikationen. Seit 1995 am Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt in Halle (Saale) für das Sachgebiet Tiefenkartierung zuständig, ab 1998 Dezernatsleiter Lagerstättengeologie und Rohstoffe.

Dienstanschrift: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 34, 06118 Halle (Saale)
Durchwahl: (03 45) 52 12-1 28, E-Mail: stedingk@lagb.mw.lsa-net.de

Dipl.-Geograph Torsten STIEFEL

Geboren 1970 in Halle (Saale), handwerkliche Ausbildung, anschließend Studium der Geographie an der Martin-Luther-Universtät Halle–Wittenberg, verschiedene Praktika in Wirtschaft und bei Behörden. Anfertigung der Diplomarbeit am Landesamt für Geologie und Bergwesen. Thema: „Regionalgenetische Interpretation von Kiessandlagerstätten in Sachsen-Anhalt auf der Grundlage ihrer petrographischen und sedimentologischen Zusammensetzung“. Hierbei erfolgte eine intensive Auseinandersetzung mit Kiessandlagerstätten aus verschiedenen Ablagerungsräumen des Landes bezüglich ihrer quantitativen petrographischen Zusammensetzung sowie die qualitaive Bewertung der ungeeigneten Bestandteile.

Anschrift: Habichtsfang 12, 06126 Halle (Saale)
Telefon: (03 45) 8 05 71 48, E-Mail: torsten.stiefel@t-online.de

Dr. Maren UEBEL

Geboren 1960 in Stendal. 1979 bis 1984 Studium an der TU Bergakademie Freiberg Fachrichtung Anorganisch nichtmetallische Werkstoffe. Anschließend Forschungsstudium an der TU BAF auf dem Gebiet der Verflüssigung von Porzellanmassen. 1986 bis 1989 Mitarbeiterin Forschung und Entwicklung bei der Fa.Wacker Siltronic. Anschließend technologische Tätigkeit zunächst in der Porzellanfabrik Carl Schumann und später Qualitätsmanagment bei Triptis Porzellan. Fernstudium Grundlagen Kostenrechnung. Seit Juni 1999 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Keramik Institut Meißen, Leitung Technikum und Labore.

Anschrift: Gartenstraße 20, 1689 Niederau
Telefon: (0 35 21) 46 35 12, E-Mail: m.uebel@keramikinstitut.de

Abbildungsnachweis

Balzer G. & Präger R.: 4.1-3
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: 2.-10
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) & Stedingk K.: 4.2-2
Fischer I.: S. 136
Karpe P.: 1.-4; 2.-5; 4.3-1; 4.3-2; 4.3-3; 4.4.3; S. 42 und 54
Karpe P. & Präger R.: 3.-5; 3.-6
Keramikinstitut Meißen & Präger R.: 4.1-13; 4.1-17
Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt & Präger R.: 2.-8; 5.-1
Model E.: 4.1-7; 4.1-16; 4.1-20
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
Schyia L. (Bildarchiv): 4.1-8
Seibt R.: 5.-2
Seiferheld A.: 4.1-4 (links)
Stedingk K.: 1.-1; 1.-3; 2.-1; 2.-2; 2.-3; 2.-4; 2.-7; 2.-11; 2.-13; 2.-15; 3.-1; 4.1-1; 4.1-6; 4.1-9; 4.1-10; 4.1-11; 4.12; 4.1-14; 4.1-15; 4.1-19; 4.1-21; 4.1-22; 4.2-1; 4.3-12 bis 23; Umschlag Rückseite
Stiefel T.: 4.3-4; 4.3-5; 4.3-7; 4.3-8; 4.3-9; 4.3-10; 4.3-11; 4.3-12; 4.3-24; 4.3-25; 4.3-26; 4.3-28; 4.3-29; 4.3-31; 4.3-33; 4.3-34; 4.3-35; 4.3-36; 4.3-37; 4.3-38; 4.3-39; 4.3-40; 4.3-41
Uebel M.: 4.1-4 (rechts)
Wächter, K.: 4.1-2
Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, Hannover: Umschlag Vorderseite; 4.1-18; S. 56 und 122

Erläuterung:
Beispiel: 4.3-8 entspricht Abbildung Nummer 8 in Kapitel 4.3