

**MITTEILUNGEN ZU GEOLOGIE UND BERGWESEN
VON SACHSEN-ANHALT**

Band 21

ROHSTOFFBERICHT 2022

**20 Jahre LAGB – Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt:
Sachstand und Perspektiven –**



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

ROHSTOFFBERICHT 2022

20 Jahre LAGB – Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt:
Sachstand und Perspektiven –



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Mitteilungen zu Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 21, 2022

Herausgeber:	Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt An der Fliederwegkaserne 13 06130 Halle (Saale) Tel.: (0345) 13197-0, Fax: (0345) 13197-190 E-Mail: poststelle.lagb@sachsen-anhalt.de Internet: www.lagb.sachsen-anhalt.de
Präsident:	Kurt Schnieber
Schriftleitung:	Dr. Christoph Gauert, Regine Simon, Dr. Danilo Wolf
Verantwortlicher Redakteur	Dr. Christoph Gauert und Nadja Sonntag
Redaktionsschluss:	31.09.2022
Druck:	IMPRESS Druckerei Halbritter KG
Titelbild:	Kalksteintagebau und Zementwerk Bernburg der Firma Schwenk Zement GmbH & Co.KG (Aufnahme: SCHWENK Zement GmbH & Co. KG)

Für den Inhalt der Beiträge sind die AutorInnen 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 2022

Inhaltsverzeichnis

Zum Geleit	5
Vorwort	7
1 Über Knotenpunkte, Blitze unter Wasser und die Denkfabrik	9
2 Tätigkeitsbericht der Bergverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt für den Zeitraum 2017 bis 2020	15
2.1 Dezernat 11 – Umweltschutz im Bergbau	15
2.2 Dezernat 12 – Untertagebergbau	22
2.3 Dezernat 13 – Übertagebergbau	28
2.4 Dezernat 14 – Markscheide- und Berechtamswesen, Altbergbau	33
2.5 Dezernat 33 – Besondere Verfahrensarten	38
2.6 Statistische Übersicht der bergbehördlichen Tätigkeiten im Berichtszeitraum 2017-2020	42
3 Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt	47
3.1 Entwicklung der Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt	47
3.2 Gewinnung von tiefliegenden Rohstoffen und Energierohstoffen	68
3.3 Flächenbilanz der Rohstoffgewinnung im oberflächennahen Steine- und Erden-Bereich	74
4 Rohstoffvorsorge und -sicherung in Sachsen-Anhalt	79
4.1 Landesentwicklungsplan (LEP)	82
4.2 Regionale Entwicklungspläne (REP) und Stand der Regionalplanung in Sachsen-Anhalt	83
5 Rohstoffgeologische Schwerpunktthemen	89
5.1 Die Schwermineralspektren fluviatiler Sedimente im nördlichen Harzvorland	89
5.2 Karbonatitgänge des Ultramafit-Karbonatit-Komplex Delitzsch in Sachsen-Anhalt und ihr rohstoffwirtschaftliches Potenzial	103
5.3 Bernsteinengewinnung aus dem Bernsteinsee bei Bitterfeld	115
5.4 Gips – eine Rohstoffmisere	124
5.5 Oberflächennahe Geothermie in Sachsen-Anhalt	129

Zum Geleit

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

ich freue mich, Ihnen den aktuellen Rohstoffbericht des Landesamtes für Geologie und Bergwesen (LAGB) präsentieren zu dürfen. Es ist die siebte, umfassende Übersicht zur Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt. Anlässlich des Erscheinens werden zudem zwei Jahrestage gewürdigt: Vor mehr als 20 Jahren ging aus dem Bergamt Halle das LAGB hervor. Die Geschichte der Bergverwaltung in Sachsen-Anhalt reicht 250 Jahre zurück: Das „Magdeburger-Halberstädtische Oberbergamt“ wurde 1772 in Rothenburg an der Saale, im heutigen Saalekreis, gegründet.

Sachsen-Anhalt hat Mitte des 19. Jahrhunderts durch die Produktion von Industriemineralen wie Steinsalz, Kalisalz oder Quarzsand auf sich aufmerksam gemacht. Die weltweit ersten Kalisalzschächte wurden 1852 in Staßfurt abgeteuft. In dieser Zeit wuchs die Bedeutung von Kalium als landwirtschaftlicher Dünger. Heute betreibt K+S in Zielitz einen der weltweit größten Standorte der Kalisalz-Industrie. Kurzum: Sachsen-Anhalt ist bis heute ein Bergbauland im Herzen Deutschlands und hat Anteil an der Versorgung der Weltmärkte.

Besonders reich sind die Vorkommen im Bereich der Baurohstoffe: Kiessand, Hartgestein, Kalkstein und Tone stehen in großen Mengen zur Verfügung. Sie bilden rund 63 Prozent der gesamten Rohstoffproduktion unseres Landes und sind damit die Grundlage für eine leistungsfähige Bauindustrie.

In Alltag und Wirtschaft haben Rohstoffe einen hohen Stellenwert: Die Auswirkungen der Corona-Pandemie, gestörte Lieferketten, Handelskonflikte und der Krieg in der Ukraine haben in den vergangenen zwei Jahren dazu geführt, dass es bei der Beschaffung verschiedener Rohstoffe weltweit zeitweise Engpässen gab und gibt.

Mit dem Einmarsch Russlands in die Ukraine gerieten die globalen Märkte erneut in Aufruhr. Die Preise verschiedener Rohstoffe erreichen immer neue Höhen. Nicht erst seit Beginn des Krieges nehmen wir wahr, wie stark die Rohstoffmärkte an politische Entwicklungen geknüpft sind. Uns wird derzeit wieder stärker bewusst, wie essenziell fossile Rohstoffe wie Gas und Öl – trotz aller Fortschritte auf dem Weg zur Klimaneutralität – für unsere Versorgungssicherheit und für unsere Wirtschaft sind.

Gleichzeitig steht unser Land mit der Verabschiedung des Kohleausstiegsgesetzes 2020 und dem damit besiegelten Ende der Braunkohleverstromung bis 2038



Herr Sven Schulze, Minister für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt (Quelle: privat)

vor neuen Herausforderungen. In der Region Mitteldeutschland gilt es, einen erneuten Strukturwandel zu bewältigen. Bis dahin wird es möglich sein, die in Sachsen-Anhalt noch verfügbaren fossilen Energieträger wie Braunkohle und Erdgas kontinuierlich zu nutzen und damit die wirtschaftliche Entwicklung des Landes zu unterstützen.

Beim Ausbau der Erneuerbaren Energien hat Sachsen-Anhalt deutschlandweit eine Spitzenposition. In- des führt der Ausbau der regenerativen Energien zu einem erhöhten Bedarf an metallischen und Steine-Erden-Rohstoffen. So benötigt eine einzelne Windkraftanlage mehrere tausend Tonnen mineralischer und metallischer Rohstoffe. Künftig wird wirtschaftlich zu bewerten sein, ob für kritische Rohstoffe (Seltene Erden oder Metall-Rohstoffe) regional verfügbare Potenziale vorhanden sind. Ziel muss es sein, die Unabhängigkeit Deutschlands von weltweiten Rohstoffmärkten zu erhöhen.

Gleichzeitig gilt es, sich die Herausforderungen des globalen Klimawandels bewusst zu machen. Die Gewinnung primärer Rohstoffe als Basis aller Wertschöpfungsketten ist mit unumkehrbaren Eingriffen in die Natur und Landschaft verbunden. Einerseits ist es notwendig, die heimischen Rohstoffpotenziale möglichst umweltverträglich zu nutzen, um eine weitgehend unabhängige Versorgung zu gewährleisten. Dies muss andererseits in Einklang gebracht werden mit dem möglichst uneingeschränkten Schutz und Erhalt von Natur und Landschaft.

Unverzichtbar ist es, volkswirtschaftlich wertvolle Rohstoffe langfristig zu schützen und landesplanerisch zu sichern. Wie im Koalitionsvertrag der Landesregierung vereinbart, soll noch in dieser Legislaturperiode ein Rohstoffsicherungskonzept erarbeitet werden und

in den Landesentwicklungsplan einfließen. Das Expertenwissen des LAGB im Bereich der Lagerstätten- und Rohstoffgeologie bringt dieses Vorhaben voran.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des LAGB danke ich an dieser Stelle für ihre geleistete Arbeit und den Einsatz in den vergangenen Jahren. Den Autorinnen und Autoren des Rohstoffberichts danke ich für ihre Expertise und ihr großes Engagement.

Sven Schulze

Minister für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt

Vorwort – Ein Blick zurück und gestärkt nach vorn

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

durch den Beschluss der Landesregierung über die Verschmelzung der Bergämter Halle und Staßfurt mit dem Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt begann am 1. Januar 2002 die gemeinsame Arbeit des Geologischen Landesdienstes und der Bergverwaltung unter dem Dach des Landesamtes für Geologie und Bergwesen (LAGB).

Alle drei Ämter wiesen ihrerseits zu diesem Zeitpunkt bereits eine bewegte Geschichte auf. Landesämter für Geologie und Bodenforschung gibt es in Deutschland seit nahezu 180 Jahren. Die ersten amtlichen Arbeiten für ein flächendeckendes Kartenwerk im Maßstab 1:100.000 für das Gebiet Sachsen-Anhalts begannen im Sommer 1852 im Auftrag des preußischen Ministeriums für Handel und Gewerbe. Um die Jahrhundertwende und im ersten Drittel des 20. Jahrhundert gewannen die angewandten Untersuchungen der Geologie stärkere Bedeutung. Der Aufbau von Ressorts zur Lagerstätten-, Hydro- und Ingenieurgeologie standen im Mittelpunkt. Unmittelbar nach dem zweiten Weltkrieg wurde in der damaligen sowjetischen Besatzungszone die sogenannte Deutsche Geologische Landesanstalt in Berlin gegründet und eine Landeszeitstelle für Sachsen-Anhalt mit Sitz in Halle errichtet. Aus dem Geologischen Dienst Halle entstand 1961 dann der Volkseigene Betrieb Geologische Erkundung West, aus diesem wiederum ging mit der Wende dann das Geologische Landesamt Sachsen-Anhalt, ebenfalls mit Sitz in Halle, hervor.

Staatliche Behörden, die die Aufsicht über bergbauliche Tätigkeiten, Einrichtungen und Anlagen innehaben sowie für Arbeitssicherheit und die Gefahrenabwehr sorgen, waren ebenfalls dem Wandel der Zeiten ausgesetzt. Aus dem am 29. Dezember 1772 – vor nunmehr 250 Jahren – in Rothenburg an der Saale gegründeten „Magdeburger-Halberstädtischen Oberbergamt“ ging im Jahre 1815 das Oberbergamt in Halle hervor. In dessen traditioneller Folge stand das Bergamt Halle.

Das 1945 gegründete Bergamt Staßfurt stellte eine wichtige Behörde in der Wiege des Kalibergbaus dar und existierte nach der Wende weiterhin als eigenständiges Bergamt in Sachsen-Anhalt. Noch nach der Verschmelzung der drei Behörden zum LAGB hatte bis zur Umsiedlung nach Halle im Sommer 2019 der Standort Staßfurt Bestand.

Mit der Gründung des LAGB wurde damals schon das Ziel verknüpft, das Amt zukünftig an einem Standort in



Herr Kurt Schnieber, Präsident des Landesamtes für Geologie und Bergwesen (Quelle: Marcus Scholz)

Halle zu zentralisieren. Mit dem zwanzigjährigen Jubiläum konnte dieses Ziel nun schließlich verwirklicht werden. Im Oktober 2022 hat das LAGB seine neue Liegenschaft in der Fliederwegkaserne im Süden von Halle bezogen. Damit sind nicht nur alle Beschäftigten des LAGB an einem Standort vereint, es können auch die historischen Risswerke künftig klimagerecht aufbewahrt werden, moderne Labore stehen ebenso zur Verfügung wie eine moderne Bibliothek.

In den zwanzig Jahren seit Bestehen des Amtes, galt es einige Herausforderungen zu bewältigen. Zwei besonders schmerzhaft Ereignisse dürfen hier nicht unberücksichtigt bleiben. Im März 2008 wurde durch einen Fernsehbeitrag ein sogenannter „Müllskandal“ aufgedeckt. Jahrelang hatten die Betreiber zweier Tongruben im Jerichower Land ungeeignete und nicht genehmigte Abfälle entsorgt sowie gegen die vorgeschriebenen Abbausicherungsregeln verstoßen. Dem LAGB wurde angelastet, Hinweise aus der Bevölkerung nicht rechtzeitig genug ernst genommen zu haben. In der Folge der illegalen Müllentsorgung hatten sich dort Deponiegase und Sickerwasser gebildet. Die eingeleitete Gefahrenabwehr in den besagten Tongruben Vehlitz und Möckern dauern bis zum heutigen Tage an und sollen im Jahr 2023 abgeschlossen werden. Die Behörde wurde umstrukturiert und baute ein eigenes Dezernat eigens für die Kontrolle und Einhaltung des Umweltschutzes im Bergbau auf. Gemeinsam mit den jeweilig zuständigen Behörden besteht nun ein Vier-Augen-Prinzip, nachdem es schwerlich möglich sein sollte, dass sich derartige Vorkommnisse wiederholen. Die gemeinschaftlichen Anstrengungen der letzten Jahre haben zur Beendigung der damaligen Fehlentwicklung geführt und die Aufstellung des LAGB deutlich verbessert.

Als am 18. Juli 2009 die Südböschung des gefluteten Tagebaurestlochs Concordiasee bei Nachterstedt abrutschte und drei Menschenleben mit sich riss, war das LAGB abermals gefordert. Im Jahr 2013 ermittelten zwei unabhängige Gutachter als Unglücksursache, dass sehr hoher Druck im oberen Liegendgrundwasser unter dem Rutschungsbereich maßgeblich für das Entstehen und das Ausmaß der Böschungsbewegung verantwortlich war. Trotz der Teilfreigabe des Sees 2019 dauern die Sicherungsmaßnahmen weiterhin an.

Neben diesen einschneidenden Ereignissen gibt es die alltäglichen Hürden, die unser Amt überwinden muss. Beispielsweise sind Genehmigungsverfahren in den vergangenen Jahren zeitaufwendiger und umfassender geworden. Bei dem bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren für die Haldenkapazitätserweiterung der K+S in Zielitz handelte es sich um das bisher komplexeste und umfangreichste Verfahren seit Bestehen des LAGB. 2005 begannen die Vorbereitungen, 2011 wurde das Genehmigungsverfahren offiziell angestoßen, im September 2017 erfolgte die Antragstellung seitens K+S und im Dezember 2020 konnte das Verfahren erfolgreich abgeschlossen werden. Die Zulassung war eine Herkulesaufgabe für das LAGB. Über Jahre haben wir abteilungsübergreifend die Kräfte für das Großverfahren gebündelt, um allen Belangen und Einwendungen Rechnung tragen zu können. Die abschließende Entscheidung umfasste den rund tausendseitigen Beschluss sowie die Unterlagen zur Planfeststellung in insgesamt 46 Aktenordnern. Durch die planfestgestellte Erweiterung der Rückstandshalde um 200 Hektar konnte die Kaliproduktion bis zum Jahr 2054 gesichert werden.

Eine weitere aktuelle Anstrengung stellt die Digitalisierung dar. Das LAGB ist die geowissenschaftliche Fachbehörde des Landes und als diese sind ihr seit dem 1. Juli 2022 die Befugnisse des Geologiedatengesetzes übertragen. Demnach ist das LAGB für die Sicherung und öffentliche Bereitstellung geologischer Daten für jedermann bzw. zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben verantwortlich. Insbesondere Bohrungen und geophysikalische Messungen von Dritten sind dem LAGB anzuzeigen, ihre Ergebnisse mitzuteilen und Proben anzubieten. Hiermit werden die notwendigen grundlegenden Voraussetzungen für die geowissenschaftliche Landesaufnahme ausgeweitet.

Mit dem LAGB besitzt das Land Sachsen-Anhalt somit eine moderne Dienstleistungsbehörde, in der die fachliche Nähe zwischen Bergbau und Geologie zum Ausdruck kommt und die Datengrundlage über die endlichen Ressourcen und Erfahrung von mehr als zweihundert Jahren stecken. Das LAGB bewegt sich tagtäglich im Spagat zwischen der Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen für künftige Generationen und einer nachhaltigen Daseins- und Zukunftsvorsorge unserer Gesellschaft. Der Jubiläums-Rohstoffbericht zeigt dies in aller Deutlichkeit.

Kurt Schnieber

Präsident des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

1 Über Knotenpunkte, Blitze unter Wasser und die Denkfabrik

DR. DANILO WOLF, REGINE SIMON

Zum 20-jährigen Bestehen des Landesamtes für Geologie und Bergwesen wird in gewohnter Weise die Statistik zur Rohstoffgewinnung in unserem Land präsentiert. Es wird aufgezeigt, wie viele Verwaltungsvorgänge durch die Bergverwaltung im vergangenen Berichtszeitraum bearbeitet worden sind. Dabei kommt auch zum Ausdruck, dass in den vergangenen Jahren die Verfahren fachlich und rechtlich um ein Vielfaches komplexer geworden sind. Das hat dazu geführt, dass zahlreiche Verfahren über lange Zeiträume geführt werden müssen. Der vorliegende Bericht soll aber auch einige Probleme der Rohstoffbranche aufzeigen, die aufgrund der veränderten politischen Gegebenheiten zu bewältigen sind.

Das Kapitel 5 beinhaltet einige Schwerpunktthemen, die sich mit geologischen Untersuchungen zu Schwermineralen im nördlichen Harzvorland (Kap. 5.1), zum rohstoffwirtschaftlichen Potential in den Karbonatitgängen bei Delitzsch (Kap. 5.2), der Bernsteingewinnung bei Bitterfeld (Kap. 5.3), der Gips-Problematik (Kap. 5.4) sowie der oberflächennahen Geothermie (Kap. 5.4) beschäftigen.

Der Rohstoffbericht soll zum Nachdenken anregen, damit rohstoffwirtschaftliche Vorgänge optimiert und nachhaltiger gestaltet werden. Dabei muss die Roh-

stoffwirtschaft als Basis der Wertschöpfungsketten und ihre zukünftige Ausrichtung im Verbund mit allen anderen Wirtschaftszweigen betrachtet werden. In den folgenden Absätzen werden einige wenige Themen diskutiert, die einen unmittelbaren Einfluss auf die Rohstoffwirtschaft besitzen.

Der Begriff „**Knotenpunkte**“ steht stellvertretend für die Problematik, warum nicht deutlich mehr Rohstoffe auf dem Schienenweg transportiert werden. Das Schienennetz soll als neue-alte Transportalternative saniert sowie massiv um- und ausgebaut werden, so ist es im Zuge der Energiewende im Koalitionsvertrag der derzeitigen Ampelkoalition im Jahr 2021 vereinbart, entgegen der bis dato konträren Entwicklungen im Schienenverkehr. Die Zunahme des Güter- und Personenverkehrs per Bahn (+83,4 %/+40,8 %) steht die Reduzierung des Schienennetzes seit 1995 um 14,9 % gegenüber (Allianz pro Schiene 2021). Dies führt dazu, dass immer mehr Strecken, vor allem an Knotenpunkten, vollständig ausgelastet sind und keine Kapazitäten mehr aufnehmen können. Diese Entwicklung betrifft auch die Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt immer mehr. Zahlreiche Rohstoffunternehmen in Sachsen-Anhalt nutzen einen eigenen Bahnanschluss für die Verladung oder planen bei der Abbauerweiterung sowie bei Neu-



Abb. 1-1: Alternative Energiegewinnung im Windpark bei Sandersleben

aufschließen die Reaktivierung bzw. Errichtung eines Bahnanschlusses. Problematisch hierbei ist, dass es durch die hohe Auslastung des Schienennetzes immer schwerer fällt, den Rohstofftransport per Bahn termingerecht zu gewährleisten bzw. überhaupt transportieren zu können. Die Abkehr von dieser ökologischeren Transportalternative auf Grund von fehlenden Kapazitäten wäre aus Sicht der Rohstoffindustrie legitim, aber für die Ziele der Energiewende und den Klimaschutz von erheblichem Nachteil. Die zwingend notwendige Kapazitätserweiterung bzw. Sanierung der Bahn muss außerdem unter dem Fokus gesehen werden, dass vor allem die Energiewende als auch die angestrebte ökologischere Ausrichtung der Bundesrepublik ohne den massiven Einsatz und Transport von vor allem qualitativ hochwertigen primären Rohstoffen, nicht realisierbar ist. Der Transport von Rohstoffen ist nicht ersetzbar, da die Rohstoffe geologisch bedingt, standortgebunden und ungleichmäßig verteilt sind. Die Verfrachtung kann nur über die Reduzierung der Transportentfernung und über die Transportart effizienter und ökologischer gestaltet werden.

Die Umsetzung der Klimaschutzziele erfordert für die Aufrechterhaltung der Energieversorgung einen erheblichen Ausbau von erneuerbaren Energien (Abb. 1-1). Dabei wird zum Bau von Windkraft- und Solar-Anlagen ein massiver Einsatz von Rohstoffen, vor allem von qualitativ hochwertigen einheimischen Rohstoffen notwendig. Der Rohstoffbedarf insgesamt lässt sich, auf Grund der Gesamtkomplexität der Energiewende nicht verlässlich beziffern. Die folgenden Einzelbeispiele geben aber einen guten Eindruck über die enormen Dimensionen der zusätzlich nötigen Rohstoffmengen.

Allein für den Ausbau der Windenergie ist der Neubau von ca. 35.000 Windenergieanlagen (WEA) zu den bereits ca. 30.000 existierenden Anlagen auf dem Bundesgebiet bis 2050 geplant. Hinzu kommt der Ausbau der dazugehörigen Infrastruktur (Anbindung bzw. Ausbau der Leitungsnetze, Zufahrten u. a.) sowie das „Repowering“ vorhandener Anlagen, auf die in den Ausführungen nicht weiter eingegangen wird.

Für eine WEA mit einem 140 m hohen Turm und einem Stahlbetonfundament von 25 m Durchmesser benötigt man mehrere tausend Tonnen mineralischer Rohstoffe. Dazu kommen große Mengen an Stahl, Aluminium und Kunststoffen sowie Kupfer und andere strategisch wichtige Metalle und Selten-Erden Rohstoffe. Allein für die Tragschicht eines Fundamentes von 25 m Durchmesser und einer minimalen Mächtigkeit von 1 m werden 30 m³ hochwertiger Gesteinskörnung benötigt. Die permanent vorzuhaltende Stellfläche für Kranfahrzeuge benötigt eine Fläche von rund 1500 m² mit einer Tragschicht von mindestens 0,5 m aus Gesteinskörnung oder äquivalenten Materialien (z. B. Recycling). Für das Fundament und den Betonturm werden etwa 1000 m³ Beton sowie

225 t Betonstahl/Stahl benötigt. Der Rohstoffeinsatz für die Produktion eines Kubikmeter Beton sind in der Tab. 1-1 aufgeführt. Allein der Materialbedarf an mineralischen Rohstoffen für die avisierten zusätzlichen 35.000 WEA beträgt, neben ca. 7,8 Mio. t Betonstahl/Stahl, mehr als 150 Mio. t mineralische Rohstoffe (Tab. 1-2).

Rohstoff	Menge in kg
Kies	1460
Sand	390
Kalk-/Mergelstein	340
Ton/Sand oder Hüttensande (Zuschlag)	21
Gips	10
Summe	2221

Tab. 1-1 Durchschnittlicher Rohstoffverbrauch für die Herstellung von 1 m³ Beton (BMW 2021)

Selbst die Herstellung der Rotorblätter aus glasfaserverstärktem Kunststoff benötigt einheimische Rohstoffe wie Kalk-/Dolomitgestein, Quarzsand, Feldspat und Kaolin. Die Elektronikmetalle wie Kupfer, Aluminium und Seltene Erden verlangen noch den geringsten Materialeinsatz (BGR 2019). Hier wiegt jedoch die vollständige Importabhängigkeit schwer.

Rohstoff	Menge
Gesteinskörnung oder äquivalentes Material (Herstellung Stellflächen)	> 70 Mio. t
Kies	> 52 Mio. t
Sand	> 14 Mio. t
Kalk-/ Mergelstein	> 12 Mio. t
Qualitativ hochwertige Hartgesteinskörnung	> 2,8 Mio. t
Zuschlagsstoffe Beton (Ton/Sand/Gips)	> 1 Mio. t

Tab. 1-2 Geschätzter Rohstoffverbrauch für Errichtung von 35.000 WEA bis 2050

Die benötigten Mengen an mineralischen Rohstoffen am Beispiel der WEA verteilen sich nach dem geplanten Verwirklichungszeitraum über 30 Jahre. Der jährliche Mehrbedarf an der bundesweiten Gesamtproduktion der Hauptkomponenten Kiessand, Kalkstein und Hartgesteine für die Errichtung der 35.000 WEA (Stand 2017; BGR 2019) liegt zwischen 0,7 % und 1 % und verteilt sich über die gesamte Bundesrepublik und damit auch auf Sachsen-Anhalt.

Inwiefern dieser jährliche Mehrbedarf, durch die Herausforderung zum Ausbau des Netzes mit erneuerbaren Energien, eine Belastung für die Rohstoffversorgung darstellt, kann nicht beantwortet werden, aber es weist deutlich auf eine zukünftig zu berücksichtigende Grundproblematik hin.

Mineralische Abfälle	Menge in Mio. t (%)	Deponierung in Mio. t (%)
Boden & Steine	130,3 (59,6)	18,0 (13,1)
Bauschutt	59,8 (27,3)	3,6 (6,1)
Straßenaufbruch	14,1 (6,4)	0,4 (2,5)
Baustellenabfälle	14,0 (6,4)	0,2 (1,3)
Bauabfälle auf Gipsbasis	0,6 (0,3)	0,32 (50,4)

Tab. 1-4 Menge der mineralischen Abfälle 2018 und Quote der Deponierung (bundesweit) (Kreislaufwirtschaft Bau 2018)

Neben der Energiewende stellen die staatlichen Großinvestitionen in die Verkehrsinfrastruktur (BGR, 2019; Tab. 1-3) und den Wohnungsbau eine langfristig konkurrierende Nutzung vor allem bei den mineralischen Rohstoffen, damit bei den einheimisch verfügbaren Rohstoffen, dar. Hinzu kommt der ständige Rohstoffbedarf u. a. für die Sanierung und/oder den Erhalt von Schienen-, Autobahn- und Bundesstraßeninfrastruktur.

Infrastruktur	Gesteinskörnung
1 km Autobahn	216.000 t
1 km Bundesstraße	87.000 t
1 km Schienenweg	35.000 t

Tab. 1-3 Bedarf an Gesteinskörnung für den Neubau oder Erhalt der Verkehrsinfrastruktur (BGR 2019)

Im Gesamtkontext kann sich zukünftig ein Verfügbarkeitsproblem auch an einheimischen Rohstoffen abzeichnen. Einerseits durch die o. g. konkurrierende Nutzung, andererseits durch die Endlichkeit von Rohstoffvorkommen im Zusammenhang mit den immer langwierigeren Genehmigungsverfahren für Neuaufschlüsse bzw. Erweiterung von Lagerstätten. Eine weitere Unbekannte für die Verfügbarkeit von Rohstoffen sind die Produktionskapazitäten. Die Problematik betrifft auch die Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt. Die überwiegende Anzahl an Gewinnungsbetrieben wird seit mehreren Jahrzehnten betrieben. Die Verfügbarkeit von Rohstoffen an diesen Standorten ist jedoch endlich. Anträge für Neuaufschlüsse scheitern inzwischen an einem umfangreichen Genehmigungsverfahren aufgrund der naturschutzfachlichen Konflikte, aber oftmals ist auch eine fehlende Akzeptanz für die Notwendigkeit der Rohstoffgewinnung durch die Bevölkerung und Kommunen zu verzeichnen.

Zur Schonung der primären Rohstoffvorkommen und einem umweltfreundlichen Umgang mit Rohstoffen rückt ein effizienteres Recycling von Rohstoffen/Abfällen zur Generierung von sekundären Rohstoffen immer stärker in den Fokus. Das Recycling von Rohstoffen in Deutschland wird in bestimmten Bereichen seit Jahrzehnten erfolgreich praktiziert. Im Jahr 2016 wurden in Deutschland 85,5 % der Glasverpackungen stofflich wiederverwertet. Im Schnitt besteht eine Glasflasche aus 60 % Altglas. Seit 1970 wurden so 40 Mio. t Quarzsand und mehrere Millionen Tonnen Karbonate, Feld-

spat und Soda durch das Altglas-Recycling eingespart. Der Anteil sekundärer Vorstoffe für die Erzeugung von Rohstahl, Kupfer oder Aluminium liegt in Deutschland bei 45 %, 44 % bzw. 51 % (BGR 2021). Damit können die Importabhängigkeiten erheblich reduziert und Ressourcen geschont werden.

Eines der größten Potentiale für die Erzeugung von sekundären Rohstoffen besteht in der Form von mineralischen Bauabfällen. Seit dem Beginn der Erfassung durch die Kreislaufwirtschaft Bau im Jahr 1996 fielen durchschnittlich mehr als 200 Mio. t mineralischer Bauabfälle pro Jahr an. Ein Blick auf die Zahlen zum Recycling mineralischer Bauabfälle zeigt, wie umfassend das Recycling in dieser Branche mittlerweile ausgebaut ist. Deutschlandweit fielen im Jahr 2018 rund 218 Mio. t mineralische Bauabfälle an. Damit lag der Anteil mit ca. 1,8 % geringfügig höher als 2016. Die anfallenden Mengen der einzelnen Bauabfallarten sind grundsätzlich sehr heterogen (Tab. 1-4). Aus dem Bodenaushub, Baggergut und Gleisschottern (Boden & Steine) wurde 10,2 % Recyclingmaterial hergestellt und 99 Mio. t wurden im übertägigen Bergbau sowie im Deponiebau verwertet. 77,6 % des recycelten Bauschutts wurde in der Bauwirtschaft als Sekundärrohstoff erneut eingesetzt. 16,1 % des Materials fand Verwendung im Deponiebau sowie als Verfüllmaterial. Lediglich 3,6 Mio. t wurden deponiert.

Die Quote der Wiederverwendung von Straßenbruch (Recycling 93,2 %, Deponiebau und Verfüllmaterial 4,3 %) ist als sehr hoch zu bewerten. Lediglich 0,4 % dieser Masse wurde deponiert. Die mineralischen Bestandteile bei den Baustellenabfällen sind insbesondere in den gemischten Bau- und Abbruchabfällen enthalten, die etwa 25 % ausmachen. Des Weiteren besteht diese Abfallart zu 50 % aus Eisen und Stahl, zu rund 20 % aus Altholz zu rund 5 % aus Glas, Kunststoff, Metall und Dämmmaterial. 96,6 % der gesamten Masse wurde einer Verwertung zugeführt, 1,8 % recycelt und nur 1,3 % deponiert. 50,4 % der Bauabfälle auf Gipsbasis wurden deponiert und nur 4,7 % der 641.000 t recycelt. 44,9 % fanden im Deponiebau und im Bergbau Verwendung (Kreislaufwirtschaft Bau 2018).

Die produzierte Recycling-Gesteinskörnung aus den einzelnen mineralischen Abfallarten betrug 2018 insgesamt 73,3 Mio. t und deckt damit 12,5 % der bundesweit

benötigten Menge an Gesteinskörnung ab. Die RC-Gesteinskörnungen fanden überwiegend im Straßen- und Erdbau Verwendung, aber auch als Gesteinskörnung in der Asphalt- und Betonherstellung (21,6 %). Unter Einbeziehung der weiteren mineralischen Abfälle außerhalb der Körnung für u. a. den Deponiebau, als Verfüllmaterial und dem Bergbau liegt die Recycling- und Verwertungsquote der mineralischen Abfälle bei 89,7%. Lediglich 22,52 Mio. t wurden deponiert, wo von mehr als 80 % aus der Fraktion Boden und Steine stammen.

Aus den Zahlen der Kreislaufwirtschaft Bau (Tab. 1-4) geht eindeutig hervor, dass durch die hohen Recycling- und Verwertungsquoten von ca. 90 % wenig Spielraum für Steigerungen bleibt, um die Nutzung primärer Rohstoffe zu verringern. Fakt ist, dass die Menge deponierter mineralischer Abfälle von 75,3 Mio. t in 1996 auf 22,52 Mio. t (2018) gesenkt wurde, was einer Reduzierung von knapp 70 % entspricht. Es bleibt zu diskutieren, inwiefern die Verwertung von mineralischen Abfällen, die für den Deponiebau oder als Verfüllmaterial Verwendung finden, effizienter aufbereitet bzw. recycelt werden können, um höherwertigere RC-Rohstoffe herzustellen.

Auch neue Recyclingverfahren, wie z. B. die Abtrennung der Körnung vom Zement aus Altbeton durch neu entwickelte elektrodynamische Verfahren sind denkbar. Bei dieser Methode, entwickelt innerhalb des FAVRE-Projekt des Fraunhofer Institutes für Bauphysik (IBP), wird Altbeton in einem Wasserbad mithilfe von »ultrakurzen Blitzentladungen« in seine Bestandteile zerlegt. Die zumeist theoretischen Methoden müssen sich hinsichtlich der realen ökonomischen Anwendbarkeit in der freien Marktwirtschaft beweisen und, wenn gewollt, durch nachhaltige sowie langfristige politische Entscheidungen gefördert werden.

Effizientere Recyclingverfahren zur Herstellung höherwertigerer Sekundärbaustoffe erfordern von der Recyclingindustrie einen höheren Aufwand und zusätzliche Investitionen, die sich wirtschaftlich rechnen müssen. In diesem Atemzug muss vor allem die öffentliche Hand bei Ausschreibungen qualitativ hochwertige RC-Baustoffe den primären Rohstoffen gleichsetzen, wenn diese die geforderten Eigenschaften erfüllen. Dies würde unter Umständen die Akzeptanz von RC-Rohstoffen als gleichwertiger Ersatz und damit die Nachfrage erhöhen. Das Bestreben, Recycling von mineralischen Bauabfällen als eine Säule der Rohstoffversorgung zu implementieren sowie die Recyclingeffizienz immer weiter zu steigern, muss dabei auch seinen ökologischen Fußabdruck bei der Herstellung dieser Materialien wahren. Unter Außerachtlassung der ökologischen Effizienz, vor allem beim energetischen als auch materiellen Einsatz, würde dem Grundgedanken des Recyclings entgegenwirken.

Die zukünftige Entwicklung der Recycling- als auch der Verwertungsquote mineralischer Bauabfälle steht ab dem 1. August 2023 unter der Agenda der neuen bundeseinheitlichen Ersatzbaustoffverordnung (EBV) als Teil der Mantelverordnung. Diese Verordnung gibt die Anforderungen an die Herstellung und den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe in technischen Bauwerken vor. Viele Dachverbände, darunter der Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (ZDB), kritisieren die aktuellen Vorgaben der EBV und erwarten, wie auch das Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (MWU), dass die Wiederverwendungs-, Recycling- und Verwertungsquote bei mineralischen Bauabfällen von aktuell ca. 90 % deutlich sinken wird. Der ZDB moniert, dass die vorgesehenen Regelungen zu einseitig auf die Belange des Boden- und Grundwasserschutzes fokussiert sind und das Ziel verfehlen, die Verwertungsmöglichkeiten für mineralische Ersatzbaustoffe zu erweitern und die Marktakzeptanz für Recyclingbaustoffe deutlich zu erhöhen. Ebenso ist das Ende der Abfalleigenschaft nicht geregelt, so dass Recyclingbaustoffe als Abfall keine höhere Marktakzeptanz zu erwarten haben (ABZ 2020).

Das MWU des Landes Sachsen-Anhalt verweist auf Unsicherheiten hinsichtlich der künftigen Verwertbarkeit mineralischer Abfälle durch die EBV. Dadurch könnten sich künftig Entsorgungswege einzelner mineralischer Abfallarten derart verschieben, dass die gesetzliche Recyclingquote von 70 % insgesamt nicht mehr erreicht wird. Andererseits sind durch höhere Anforderungen an die Verwertung auch Stoffstromverschiebungen hin zur Deponierung zu erwarten, was einerseits der Vorgabe des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zur Abfallhierarchie entgegenliefe (MWU 2021). Einer solchen Entwicklung muss entschieden entgegengewirkt werden.

Trotz eines breitgefächerten Konsenses muss immer wieder betont werden, dass ein generelles Recycling von Rohstoffen oder mineralischen Bauabfällen Grenzen hat. Die Grenzen des Recyclings sind meist rohstoff- oder materialspezifisch bzw. ist ein Recycling, wie bspw. bei den Reststoffen der Kaliumaufbereitung derzeit unter wirtschaftlichen Bedingungen nicht möglich. Die Verwertungs- bzw. Recyclingmöglichkeiten hängen von vielen Faktoren ab und müssen differenziert betrachtet werden. Die Verfahren müssen unter wirtschaftlichen, energetischen sowie ökologischen Bedingungen umsetzbar sein.

Verwertungsmöglichkeiten hängen von bautechnischen und umweltrelevanten Eigenschaften sowie ihrer stofflichen Zusammensetzung ab. Die Ausgangsqualitäten, die angewandte Aufbereitungstechnik, Getrennhaltung der Abfallfraktionen und Verfahrensweisen beim Abbruch und Rückbau sind ebenso als Einflussfaktoren zu betrachten. Massendefizite gehen oft mit der Verschlechterung der Qualität zum ursprünglichen

Rohstoff einher, so dass primäre Rohstoffe zur Qualitätseinhaltung bzw. zur Aufrechterhaltung des Rohstoffkreislaufes zugeführt werden müssen.

Die Grenzen des Recyclings von nichtmetallischen Rohstoffen ist dann erreicht, wenn diese durch einen Herstellungsprozess unwiederbringlich verändert werden. Beispiele hierfür sind Tone, die zu Ziegeln gebrannt werden oder Kalkstein, der zu Zement oder Branntkalk verarbeitet wird. Die eingesetzten Rohstoffe gehen dauerhaft neue chemische Verbindungen ein, neue Minerale mit völlig neuen Eigenschaften gegenüber den Ausgangsrohstoffen bilden sich. Doch auch diese Produkte werden bereits in überwiegendem Maße in den Kreislaufprozess integriert (z. B. Ziegelrecycling bzw. Bauschuttrecycling).

Die Rohstoffindustrie in Sachsen-Anhalt muss sich der Herausforderung stellen, im Wandel der Energiewende, Rohstoffe effizienter zu gewinnen und zu produzieren. Dieser ‚Druck‘ erfolgt einerseits durch rechtliche Vorgaben, andererseits durch die aktuell stark steigenden Preise für Kraftstoffe und Energie. Parallel dazu muss die Akzeptanz im Land für die Notwendigkeit zur Nutzung des einheimischen Rohstoffpotenzials deutlich erhöht werden. Das erfordert seitens der Rohstoffindustrie, innovative Ideen zu entwickeln sowie Lösungsansätze zu schaffen und umzusetzen. Letztlich sollte sich die Rohstoffindustrie in Sachsen-Anhalt als **Denkfabrik** betrachten. Dies bedeutet aber nicht, dass die Rohstoffindustrie in Sachsen-Anhalt in diesem Feld bisher untätig war. Es existieren viele positive Beispiele, dass das Umdenken bereits stattfindet bzw. schon seit einiger Zeit ein Umbruch zu erkennen ist. Dieses Umdenken erfolgt jedoch nicht flächendeckend im Land. Bei allen Innovationen sollten die Nutzung regional verfügbarer Rohstoffe bzw. Produkte sowie wirtschaftliche und energieeffiziente Lösungen im Vordergrund stehen.

Für die Betonherstellung wurden in der Vergangenheit vorrangig die Kiesfraktionen (2-4, 4-8, 8-16 mm) benötigt. In den meisten Lagerstätten sind diese Kornfraktionen in Anteilen unter 50 % im Rohstoff enthalten. Das hat dazu geführt, dass in vielen Kiesabbau auf Grund fehlender technologischer Lösungen die Sandfraktionen in den Kiesseen wieder eingespült wurde. In der modernen Architektur wird häufig mit Sichtbeton gearbeitet. Um hier möglichst gleichmäßiges Sichtbild zu bekommen, wird hier bei der Betonherstellung überwiegend mit Sandfraktionen gearbeitet. Damit wird der Anteil an Kiesfraktionen inzwischen deutlich reduziert. Da in der Vergangenheit die Verspülung der feinen Körnungen gezielt erfolgt ist, könnten diese Mengen gezielt wieder aus den Kiesseen gewonnen werden. Das bedeutet, dass ehemalige Tagebauseen als zukünftige Lagerstätten für die Rohstoffversorgung auch in der Rohstoffsicherung berücksichtigt werden müssen. Das sollte zur Schonung neuer Lagerstätten führen.

Es gibt erste Ansätze und Untersuchungen, die in der Kiessandaufbereitung anfallenden abschlämmbaren Bestandteile (<0,063 mm) auf eine weitere Verwendung (u. a. Kultursubstrat, Deponieabdichtung) hin zu prüfen. Des Weiteren wird untersucht, in wie weit nutzbare Wertminerale (u. a. Zirkon, Titanoxide), hinsichtlich Qualität und Quantität, in den Sandfraktionen bzw. den ausgewaschenen abschlämmbaren Bestandteilen der Kiessandlagerstätten vorhanden sind. Grundsätzlich wird in immer mehr Betrieben nach wirtschaftlichen Lösungen gesucht, bisher ungenutzte Rohstoffanteile oder Abraum sinnvoll einzusetzen.

Lehm als Baustoff für den Innenbereich als auch für den Massivbau ist seit Jahrhunderten bekannt. Jedoch ist das Wissen um Lehm als Baustoff, durch die bevorzugte Verwendung anderer Baumaterialien, in den letzten 70 Jahren verloren gegangen. Das WIR!-Bündnis *goLEHM*, eine Initiative für Lehm- und nachhaltige Kreislaufwirtschaft, erforscht Grundlagen zum tradierten Lehm- und befördert anwendungsbezogene Richtlinien fach- und materialgerechter Sanierung von Altbauten und unterstützen innovative Technologien, Verfahren und Methoden zur Wiederbelebung des massiven Lehmbaus im mitteldeutschen Raum. Durch die weitflächige, oberflächennahe Verbreitung von Lehmvorkommen (auch im Abraum von Kiessandlagerstätten) in Sachsen-Anhalt besteht die Möglichkeit einen nachhaltigen, klimafreundlichen und regional verfügbaren Baurohstoff zu nutzen. Des Weiteren stellt Lehm ein Substitut dar, welches Naturgips in Teilen ersetzen oder ergänzen könnte. Das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt verfügt über eine Datenbank, in der landesweit Ton-/Lehmvorkommen verzeichnet sind. Im Rahmen eines EFRE-Projektes wurde der überwiegende Teil dieser Rohstoffe auf die mineralogischen und technologischen Eigenschaften hin untersucht. Im Rohstoffbericht 2005 ist eine ausführliche Darstellung dieses Projektes veröffentlicht.

Die energetische Verwertung von Braunkohle wird per Gesetz zum Jahr 2038 beendet. Eine mögliche Nutzung von Braunkohle für eine stoffliche Verwertung ist damit nicht ausgeschlossen und sollte nicht leichtfertig aufgegeben werden. Mit bereits seit Jahrzehnten bekannten Technologien, die sich in der heutigen Zeit effizienter anwenden lassen, können über die Kohleveredelung synthetische Grundstoffe für die chemische Industrie sowie potenziell Kraftstoffe erzeugt werden, die zur Diversifizierung der aktuell angespannten Rohstoffversorgung beitragen könnten. Des Weiteren könnte über die Vergasung von Braunkohle (früher als Stadtgas bezeichnet) die Energieversorgung anteilig entlastet werden. Im Kern sollte die einheimische Braunkohle auch weiterhin als Überbrückungstechnologie bewertet werden, um die Energiewende nachhaltig zu unterstützen. Darauf zielte auch das 2008 umfangreich

geförderte Ibi-Projekt „Innovative Braunkohlen Integration Mitteldeutschland: Neue Strategie zur stofflichen Verwertung“ ab, dass aufgrund der zur damaligen Zeit stark gestiegenen Erdölpreise initiiert wurde. Bei der Betrachtung zur nachhaltigen Klimaschutzpolitik sollte unbedingt beachtet werden, dass Rohstoffe, wie Erdöl und Erdgas über große Entfernungen transportiert werden müssen. Das bedeutet zusätzliche Emissionen sowie einen höheren Rohstoffverbrauch. Es muss der Politik und der Gesellschaft bewusst sein, dass die Entscheidung zur Einstellung der Gewinnung von Braunkohle aufgrund der Großtagebautechnologie nicht kurzfristig umkehrbar ist. Kommt der Braunkohleabbau erst zum Erliegen, ist ein erneuter Zugriff auf diesen Rohstoff, selbst unter idealen Verwaltungs- und Planungstechnischen Voraussetzungen aufgrund der aufwendigen Erschließung von Braunkohlelagerstätten, kurz- bis mittelfristig nicht möglich.

Die wesentlichen Zugeständnisse, die die Politik aber auch die Gesellschaft den Unternehmen geben muss, ist Zeit für eine sichere sowie langfristige Planungsperspektive sowie entsprechende Rahmenbedingungen. Das bedeutet vor allem für die Energiepolitik, dass erst langfristige Konzepte zur Absicherung der Energieversorgung der gesamten Gesellschaft entwickelt werden müssen. Erst nach der Realisierung dieser Konzepte, wie z. B. der Ausbau mit erneuerbaren Energien,

sollte über die Einstellung bewährter Lieferstrukturen entschieden werden. Die aktuellen weltpolitischen Entwicklungen zeigen, dass dabei Abhängigkeiten von internationalen Märkten minimiert werden sollten.

Die Nutzung einheimischer, regional verfügbarer Rohstoffe sollte wieder mehr in den Fokus gerückt werden. Es müssen neue Technologien entwickelt werden, die zu einer Schonung des primären Rohstoffpotenzials führen. Weite Transportwege von Rohstoffen führen aufgrund zusätzlicher Emissionen sowie Transportaufwendungen eher zu einer Klimaverschlechterung.

In diesem Zusammenhang wird es dringend notwendig, den geologischen Kenntnisstand zur Rohstoffverbreitung und dessen Nutzung zu überprüfen und neu zu bewerten. Der hohe Erkundungsvorlauf von teilweise 40 Jahren aus Zeiten vor der politischen Wende ist größtenteils aufgebraucht. Es gilt, im Vorfeld der industriellen Nutzung, Lagerstätten zu erkunden, die den Rohstoffbedarf für nachfolgende Generationen absichern. Diese müssen bereits in der jetzigen Raumplanung (Landes- und Regionalplanung) gesichert werden, um sie vor möglicher Verbauung zu schützen. Im Kern sind Rohstoffe nicht Teil der Wertschöpfungskette, sondern bilden oftmals deren Basis und sind damit die Grundlage für den Erhalt und die Entwicklung des Wohlstandes unserer Gesellschaft.

Literatur und Quellen

- Allianz pro Schiene (2021): Gedrängel auf den Schienen wird immer größer. Pressemitteilung Allianz pro Schiene 03/2021.
- BMWi (2021): Rohstoffe: Bergbau, Recycling, Ressourceneffizienz – wichtig für Wohlstand und Arbeitsplätze. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 22 S.
- BGR (2019): Zur aktuellen Rohstoffsituation in Deutschland – gehen uns die Rohstoffe aus? Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 9. Rohstofftag Sachsen-Anhalt.
- Kreislaufwirtschaft Bau (2018): Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018. Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2018, 15 S.
- MWU (2021): Leitfaden Mineralische Abfälle. Basisdokument - Wiederverwendung und Verwertung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt. Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt 2021, 31 S.
- ABZ (2020): Ersatzbaustoffverordnung-Baugewerbe kritisiert neuen Entwurf. Allgemeine Bauzeitung, Onlinenartikler vom 01.05.2020.
- BGR (2021): Deutschland – Rohstoffsituation 2020. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 158 S.

2 Tätigkeitsbericht der Bergverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt für den Zeitraum 2017 bis 2020

UWE SCHAAR

Das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) ist neben seiner Aufgabe als Staatlicher Geologischer Dienst zudem zuständige Bergbehörde für das Land Sachsen-Anhalt und nimmt die Aufgaben nach dem Bundesberggesetz sowie zahlreichen weiteren Rechtsvorschriften des technischen und sozialen Arbeitsschutzes, der Betriebssicherheit und des Gefahrstoffrechts, des Wasser-, Abfall-, und Bodenschutzrechts sowie des Immissions- und Strahlenschutzrechts in den unter Bergaufsicht stehenden Betrieben wahr. Daneben hat das LAGB die Belange des Natur- und Artenschutzes bei bergbaulichen Arbeiten und Maßnahmen sicherzustellen. Auch die Zuständigkeit für die Abwehr von Gefahren aus früherer bergbaulicher Tätigkeit in Bereichen stillgelegter bergbaulicher Anlagen, die nicht mehr der Bergaufsicht unterliegen (Altbergbau), wurde dem LAGB übertragen.

Zur Bewältigung dieses sehr breit gefächerten Aufgabenspektrums wurde die Aufbaustruktur des LAGB nach vorheriger Aufgaben- und Organisationsüberprüfung umfassend überarbeitet und zum 01. April 2015 neu aufgestellt. Seitdem besteht das LAGB aus den Abteilungen 1 – Bergbau, 2 – Geologischer Dienst und 3 – Zentrale Aufgaben. Die Abteilung 1 – Bergbau ist entsprechend der vielseitigen Aufgaben in die Dezernate

- 11 – Umweltschutz im Bergbau,
- 12 – Untertagebergbau,
- 13 – Übertagebergbau und
- 14 – Markscheide- und Berechtsamswesen, Altbergbau

gegliedert. Weitere bergbehördliche Aufgaben werden durch das Dezernat 33 – Besondere Verfahrensarten der Abteilung 3 – Zentrale Aufgaben bearbeitet.

Im Folgenden berichten die Dezernate der Bergverwaltung über ihre Tätigkeiten und Aufgabenschwerpunkte im Berichtszeitraum 2017 bis 2020. Daran schließt sich ein kurzer statistischer Überblick über die bergbehördlichen Tätigkeiten im Berichtszeitraum an.

2.1 Dezernat 11 – Umweltschutz im Bergbau

REMIGIUS ADAMCZYK, DR. HANNO SELL,
THOMAS MAGNUS

2.1.1 Immissionsschutz

Das Immissionsschutzrecht ist das Recht, welches den Umgang mit Anlagen und deren Einwirkungen auf die Umwelt durch Emissionen und Immissionen regelt.

Damit sind von Anlagen ausgehende Einwirkungen erfasst, die abgesehen von Erschütterungen im Wesentlichen über den Luftpfad übertragen werden. Elementar ist dabei, dass die Anlagen in zwei Gruppen unterteilt werden – in genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.

Aufgrund der Abhängigkeit des Bergbaus von den Rohstoffvorkommen können diese nicht beliebig irgendwo errichtet und betrieben werden. Aus diesem Grund hat der Gesetzgeber den Bergbau teilweise privilegiert und Teile von Anlagen von der immissionsrechtlichen Genehmigungspflicht freigestellt. Das heißt jedoch nicht, dass die Umwelt und die Nachbarschaft, die durch Einwirkungen von diesen Anlagen möglicherweise tangiert wird, ungeschützt ist. Trotz des Fehlens des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungserfordernisses, denn andere möglicherweise erforderliche Genehmigungen sind von der Freistellung nicht erfasst, hat der Gesetzgeber dafür gesorgt, dass die nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen trotzdem nach dem Stand der Technik zu betreiben sind und unvermeidbare Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden müssen.

Die Errichtung und der Betrieb von Tagebauen sowie von Anlagen, die zum Betrieb von Tagebauen erforderlich sind, oder von oberirdischen Anlagen zur Wetterführung unterliegen nicht den genehmigungsrechtlichen Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Weiterhin sind von der Genehmigungspflicht weitere Anlagen freigestellt, die nicht in der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (wird als 4. BImSchV bezeichnet) gelistet sind. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass alle dort gelisteten Anlagen, teilweise erst nach Erreichen von bestimmten Schwellenwerten hinsichtlich Freisetzung thermischer Energie, Lager- oder Umschlagskapazität, stets genehmigungsbedürftig sind.

Das LAGB ist für die Genehmigung und Überwachung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz zuständig, wenn es sich um Anlagen handelt, die den Einrichtungen des Bergwesens nach dem Bundes-Berggesetz zugerechnet werden können. Es handelt sich demnach um diejenigen Betriebseinrichtungen und Betriebsanlagen, die überwiegend dem Aufsuchen, Gewinnen, Aufbereiten von Bodenschätzen oder dem Wiedernutzbarmachen der Oberfläche dienen.

Im Zeitraum von 2017 bis 2020 wurden im Fachbereich Immissionsschutz des Dezernates 11 diese nicht förmlichen Genehmigungsverfahren und Genehmi-

gungsfreistellungen zu bereits bestehenden Anlagen durchgeführt. Die aufwändigeren förmlichen immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren werden hingegen beim Dezernat 33 bearbeitet.

2.1.2 Strahlenschutz

Der Strahlenschutz dient dem Schutz der Bevölkerung sowie dem Schutz von Beschäftigten vor natürlicher und künstlicher Radioaktivität. Die gesetzliche Grundlage für die Genehmigung und Aufsicht im Strahlenschutz sind das Gesetz zum Schutz vor schädlicher Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) und die Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV). Von der Zuständigkeit für das Atomgesetz ist das LAGB ausdrücklich ausgenommen. Der Vollzug dieses Gesetzes und die atomrechtliche Aufsicht über Endlager obliegen Bundesbehörden. Das LAGB als für den Bergbau in Sachsen-Anhalt zuständige Behörde nimmt im Strahlenschutz Aufgaben wahr, insbesondere bei der

- Bearbeitung der Genehmigungen für den Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen sowie den Betrieb von Röntgeneinrichtungen
- Kontrolle des Strahlenschutzes nach Strahlenschutzgesetz und -verordnung in Betrieben und Einrichtungen, die dem Bergrecht unterliegen
- Überwachung der Umweltradioaktivität.

2.1.3 Verwertung und Beseitigung von Abfällen unter Tage

In den Jahrzehnten der Ausbeutung der Kali- und Steinsalzlagerstätten sind auf dem Gebiet des heutigen Sachsen-Anhalts in mehreren hundert Metern Tiefe großvolumige Hohlräume entstanden. Diese Hohlräume stellen einerseits eine Gefahr dar, wenn sich im Zuge ihrer langsamen, natürlichen Verkleinerung unter der Einwirkung des Gebirgsdrucks die Erdoberfläche absenkt. Andererseits bilden diese Hohlräume aber auch Potentiale für die Anlage von Schadstoffsinken unserer Industrie- und Konsumgesellschaft.

Gefahren im Zuge der Absenkung der Erdoberfläche gehen derzeit von den ausgebeuteten Teilen der Gewinnungsbetriebe in Teutschenthal, Bernburg und Staßfurt aus. Für Teile der Gruben in Teutschenthal und Bernburg gilt daher, ebenso wie für Teile des Kavernenfeldes in Staßfurt, eine Pflicht zur Verfüllung der unterirdischen Hohlräume. Dieser s. g. Versatz soll eine Verringerung des Ausmaßes und der Geschwindigkeit der Absenkung der Erdoberfläche zur Folge haben. Zusätzlich wird durch diese Maßnahme der Schutz vor Gebirgsschlägen, wie er sich zuletzt im Jahre 1996 in Teutschenthal ereignet hat, verbessert.

Das Material, mit dem diese Hohlräume verfüllt werden, wird in den folgenden Jahrzehnten unter dem großen Druck des auf ihm lagernden Deckgebirges eingeschlossen. Es muss unter diesen Bedingungen eine ausreichende Stützwirkung im Salzgestein entfalten können, um seine Funktion zu erfüllen. Es kann daher nicht jedes beliebige Material verwendet werden. Zusätzliche Anforderungen an das Füllmaterial ergeben sich aus den Aspekten des Arbeits- und Gesundheitsschutzes wie auch des Umweltschutzes. In Anbetracht der Größe der zu verfüllenden Hohlräume und der Kürze der für diese Sicherungsmaßnahmen zur Verfügung stehenden Zeit stellt die Beschaffung ausreichender Mengen geeigneten Materials den sachsen-anhaltinischen Salzbergbau vor eine große Herausforderung. Hierbei kommt den betroffenen Betrieben jedoch eine besondere Eigenschaft des Salzgebirges zu Gute:

Unter bestimmten Bedingungen vermag es in seinen Salzkörper eingeschlossene Schadstoffe dauerhaft und gänzlich vom Stoffhaushalt der Biosphäre abzusichern. Wurde diese besondere Fähigkeit für die Hohlräume in einem Grubengebäude oder einem Kavernenfeld in einem Langzeitsicherheitsnachweis (LZSN) gemäß Versatzverordnung (VersatzV) nachgewiesen, erschließt sich dadurch ein überaus großes Spektrum an Materialien, die gefahrlos zur Verfüllung an diesen Standorten eingesetzt werden können. Da für sämtliche von der Versatzpflicht betroffenen Standorte in Sachsen-Anhalt LZSN geführt werden konnten, werden bei untertägigen Verfüllarbeiten hierzulande fast ausschließlich sonst nur oberirdisch schwer zu entsorgende gefährliche Abfälle eingesetzt. Dieser Rückgriff auf in großen Mengen anfallende Abfallstoffe hat es ermöglicht, auf den Einsatz hochwertiger Baustoffe fast gänzlich zu verzichten. Die Möglichkeit, Abfälle aus fast allen Industriezweigen für die Verfüllung einsetzen zu können, versetzt das Land Sachsen-Anhalt und die versatzpflichtigen Unternehmen so in den Stand, ihren sich aus dem Salzbergbau ergebenden Sicherungspflichten in wirtschaftlich tragbarer Weise nachkommen zu können.

Die Eigenschaft des Salzgebirges, Schadstoffe langzeitsicher aufnehmen und von der Biosphäre abkapseln zu können, zahlt sich für in Sachsen-Anhalt tätige Betriebe auch an solchen Standorten aus, für deren unterirdische Hohlräume keine Versatzpflicht besteht. So bietet die seit 1994 bestehende Untertagedeponie im Grubengebäude des Kaliwerkes Zielitz die Möglichkeit, besonders gefährliche Abfälle, für die es keine sichere Verwendungsmöglichkeit mehr gibt, sicher zu entsorgen. Zur optimalen Ausschöpfung der Deponiekapazität sind an diesem Standort umfangreiche Baumaßnahmen erforderlich. Wie an den Standorten mit Versatzpflicht können jedoch auch in Zielitz auf Grund der schadstoffsichernden Eigenschaften des Salzgebirges gefährliche Abfälle hochwertiger Baumaterialien

bei den deponiebautechnischen Maßnahmen vollumfänglich ersetzen.

Für die Bergverwaltung ergibt sich durch den Einsatz großer Mengen gefährlicher Stoffe bei den notwendigen Sicherungsmaßnahmen in den Salzbergwerken Sachsen-Anhalts ein erheblicher Regelungs- und Überwachungsaufwand. In den vergangenen zehn Jahren haben sich wesentliche gesetzliche Regelungen zum Umgang mit Gefahrstoffen untertage tiefgreifend verändert. Doch nicht nur die gesetzlichen Rahmenbedingungen waren einem Wandel unterworfen. Auch hinsichtlich der stofflichen und technischen Aspekte hat sich der Bergversatz in Sachsen-Anhalt in dieser Zeit weiterentwickelt.

Wesentliche rechtliche Voraussetzung dafür, ein bestimmtes Material für die untertägige Hohlraumverfüllung einsetzen zu dürfen, ist die Erfüllung der Zulassungsvoraussetzungen aus dem Bundesberggesetz (BBergG). Diese verlangen insbesondere, dass sämtliche für den Arbeits- und Gesundheitsschutz der Beschäftigten vorgeschriebenen Maßnahmen getroffen werden. Darüber hinaus muss der Einsatz des Versatzmaterials auch allen anderen rechtlichen Regelungen außerhalb der Bergbaugesetzgebung entsprechen. Sollen zudem Abfälle als Baumaterialien eingesetzt werden, sind zusätzlich die Vorschriften des Abfallrechts zu berücksichtigen. Diese stellen einerseits hohe Ansprüche an den Erzeuger des Abfalls, der seinen Abfall nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen durch die Verfüllung untertägiger Hohlräume verwerten lassen darf. Andererseits werden auch an den Entsorger hohe Ansprüche gestellt. So muss dieser jederzeit für jeden einzelnen Abfall darüber Rechenschaft ablegen können, dass von dessen Einsatz bei der Hohlraumverfüllung keine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit zu erwarten ist.



Abb. 2.1-1: Radlader mit Versatzmaterial beim Schüttgutversatz (Quelle: geigergruppe.de)

Hinsichtlich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sind vor allem die Gefahren zu beachten, die sich aus der inhalativen Exposition der Beschäftigten gegenüber den Schadstoffen aus den Versatzmaterialien ergeben. Die hiervon ausgehenden Gefährdungen sind unter den besonderen klimatischen Bedingungen unter Tage, die eine Belüftung der Arbeitsstätte auf sonst übliche Weise unmöglich machen, nur äußerst schwierig auszuschließen. Dies wird durch die hohen an den meisten Standorten in Sachsen-Anhalt erforderlichen jährlichen Versatzstoffmengen zusätzlich erschwert. Die großen Materialvolumina lassen sich vielerorts nur im Zuge der als „offener Sturzversatz“ bezeichneten Versatztechnologie in die Gruben einbringen. Bei diesem Verfahren wird das Material auch unter Tage in großen Mengen unverpackt mit LKW transportiert und in die zu verfüllenden Hohlräume abgekippt (Abb. 2.1-1). Dieses Verfahren hat eine hohe Staubentwicklung zur Folge, durch die die Beschäftigten in besonderem Maße gefährlichen Inhaltsstoffen aus dem Material ausgesetzt sind. Ein alternatives Versatzverfahren, der Dickstoffversatz, wurde seit 2007 zum Versatz schwer zugänglicher Grubenhohlräume in der Grube Teutschenthal eingesetzt und wird demnächst auslaufen. In geringem Maße wird Versatzmaterial auch in Big Bags verpackt eingebracht. Mit dieser vergleichsweise staubarmen Versatztechnologie allein können die geforderten bauphysikalischen Eigenschaften des Versatzkörpers jedoch nicht erreicht werden.

Der erste Schritt bei der Auswahl der zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt zu treffenden Maßnahmen ist in jedem Falle die gefahrstoffrechtliche Einstufung des eingesetzten Materials. Seit 2012 hat sich die rechtliche Grundlage für diese Einstufung wesentlich geändert. So ist bei dieser Einstufung seit dem 01.06.2015 die CLP-Verordnung verbindlich anzuwenden. Diese bringt eine grundlegend neue Einteilung der stofflichen Gefahren in Gefahrenkategorien mit sich.

Diese neue Art der Klassifizierung wirkt sich auch auf den Vollzug darauf aufbauender Rechtsvorschriften aus, die die Zulassung von Versatzmaterialien regeln. So waren die Einstufung und Kennzeichnung der Materialien anzupassen ebenso wie die innerbetrieblichen Anweisungen zum sicheren Umgang mit dem Versatzmaterial.

Große Auswirkungen auf den Genehmigungsprozess für Versatzmaterialien hat die Novelle der Gesundheitsschutzbergverordnung (GesBergV) mit sich gebracht. War bis ins Jahr 2019 hinein der Einsatz kanzerogener, giftiger oder erbgutverändernder Materialien (CMR-Stoffe) untertage grundsätzlich verboten und unterlag der Einsatz sämtlicher sonstiger Gefahrstoffe einem Genehmigungsvorbehalt, so kann nun im Prinzip jeder Gefahrstoff ohne besondere Genehmigung untertage gehandhabt werden, solange neben den Anforderungen der allgemeinen Bundesbergverordnung (ABBergV) auch die Regelungen der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) beachtet werden. In Sachsen-Anhalt besteht jedoch auf Grund der Betriebspläne der Versatzbetriebe nach BBergG weiterhin ein Genehmigungsvorbehalt für jeglichen zum Einsatz kommenden Versatzstoff. Um den im Zuge der Novelle der GesBergV nun zusätzlich zu beachtenden Vorschriften zum Arbeitsschutz aus der GefStoffV besser Rechnung tragen zu können, wurden diese Anforderungen insbesondere im Hinblick auf den Schutz vor Stäuben durch bergbauspezifische Ergänzungen zum technischen Regelwerk konkretisiert. Diese Handlungshilfen werden auch unter Einbeziehung der Bergbehörden weiterentwickelt und in den betroffenen Betrieben umgesetzt.

Neben dieser Weiterentwicklung der rechtlichen Randbedingungen für die Auswahl der Versatzmaterialien findet auch stets eine Entwicklung der für den Bergversatz auf dem Markt verfügbaren Materialien statt. Für ein typisches abfallstoffbasiertes Bergbauversatzmaterial werden in der Regel Abfälle aus mindestens zwei der drei verschiedenen Stoffgruppen benötigt: obligatorisch feste Materialien, sodann Schlämme oder/und Flüssigkeiten. Durch die Mischung von Komponenten aus diesen Gruppen ergeben sich unter Tage Baumaterialien, die eine ausreichende Stützwirkung im Gebirge entfalten. In der Gruppe der festen Materialien kommen vor allen Dingen Abfälle aus Verbrennungsprozessen zum Einsatz. Bei diesen handelt es sich um mineralisches Material, dass oft mit Schwermetallen belastet ist. Organische Bestandteile sind in dieser Materialklasse nur in sehr geringen Mengen anzutreffen. Mögliche Gefahren gehen hier von eventuell vorhandenen Dioxinen aus. Weitere Gefahrstoffe bilden sich aus den Vertretern dieser Materialgruppe erst in der Mischung mit den Materialien aus den anderen Stoffgruppen. So setzen sie erst im Gemisch ihr z. T. nicht unerhebliches Potential zur Bildung von Wasserstoff- und Ammoniakgas frei. Die Abfälle aus der Gruppe der Schlämme und Flüssigkeiten können auf Grund ihrer Genese neben



Abb. 2.1-2: Emissionsmessungen von Gerüchen am Schacht Neuwerk des Steinsalzbergwerkes Bernburg (Quelle: [unbekannt])

Wasser und anorganischen Bestandteilen auch leicht flüchtige organische Substanzen enthalten. Insbesondere die leicht flüchtigen und aus der Mischung ausgasenden Bestandteile können sich dabei auch außerhalb des Grubengebäudes auswirken, wenn sie mit den Abwetterströmen ausgetragen werden (Abb. 2.1-2).

Je nach Marktverfügbarkeit der einzelnen Abfälle verändert sich das Spektrum und die Anteile der Gefahrstoffe im Versatzmaterial. Ebenso verändert sich das Spektrum und die Menge der aus diesem Material ausgasenden Substanzen. Standen in der Anfangszeit des abfallbasierten Bergversatzes in Sachsen-Anhalt vor allem die auch im Staub vorhandenen Schwermetalle und Dioxine im Zentrum der Aufmerksamkeit bei der Zulassung und Überwachung von Versatzvorhaben, so erlangten spätestens mit dem vermehrten Auftreten von Geruchsbelästigungen im Umfeld der Abwettererschächte von Versatzbetrieben die gasförmigen Emissionen aus dem Versatzmaterial eine größere Bedeutung. Gasförmige Emissionen aus dem Versatzmaterial können sich auf Grund ihrer leichten Transportierbarkeit in den Abwetterströmen auch weiträumig außerhalb des Grubengebäudes auswirken. Obwohl auf diesem Wege eine Einwirkung auf die Nachbarschaft eines Bergwerkes von einem Abwetterstrom aus einem Versatzbergwerk ausgehen kann, sind untertägige Anlagen generell von einem Immissionsschutzrechtlichen Zulassungsvorbehalt befreit. Mit dem Zulassungsvorbehalt fällt auch die Pflicht zur Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen für den Betreiber eines Versatzbergwerkes weg. Diese brächte eine direkte Begrenzung schädlicher Emissionen durch den Abwetterstrom mit sich. Statt einer vorsorglichen Begrenzung der Emissionen sieht das Immissionsschutzrecht für die nichtgenehmigungspflichtigen Abwettererschächte den Schutz vor überhöhten Schadstoffimmissionen in der Nachbarschaft vor. Diese sind jedoch zumeist wesentlich schwerer zu ermitteln oder nur indirekt zu prognostizieren. Besondere Schwierigkeiten bringt dabei der ausreichende Schutz vor Geruchsbelästigungen mit sich. Validierte Modelle, mit denen aus der stoffli-

chen Zusammensetzung des Abwetterstroms auf seine olfaktometrisch bestimmbare Geruchsintensität geschlossen werden kann, sind nicht vorhanden. Ebenso lässt sich auch kein Zusammenhang zwischen der Geruchsintensität einzelner Abfälle und dem Geruch herstellen, der von einer aus ihnen gewonnenen Versatzstoffmischung ausgeht. Das abfallrechtliche Vorsorgeprinzip verlangt zwar eine Prognose aller schädlichen Umwelteinflüsse, die von einer Abfallverwertung im Bergversatz ausgehen, jedoch bietet der gegenwärtige Stand der Forschung und Technik hierfür kaum geeignete Ansatzpunkte. Durch intensive Bemühungen der versatzpflichtigen Betriebe und des Dezernates 11 konnte zwar u. a. durch die gezielte Einschränkung der in Sachsen-Anhalt im Bergversatz verwendeten Schlämme und Flüssigkeiten die Belastung durch Geruchsmissionen im Umfeld von Versatzbergwerken reduziert werden, eine Verbesserung der Geruchsprognose bleibt jedoch eine Herausforderung für Unternehmen und Behörden in den kommenden Jahren.

Eine Besonderheit bei der Versatzeinbringung stellt in Sachsen-Anhalt die Verfüllung ehemaliger Solkavernen im Solfeld bei Staßfurt dar. Anders als in den Versatzbetrieben in Teutschenthal und Bernburg werden hier keine luffüllten Hohlräume versetzt, sondern mit Sole erfüllte Kavernen. Technologisch wird hier das Material im s. g. Dickstoffversatz eingebracht. Bei diesem Verfahren werden feste Abfälle vorwiegend aus Verbrennungsprozessen über Tage in Sole aus der zu verfüllenden Kaverne suspendiert. Nach dem Ausgasen eventuell im Zuge der Mischung freigesetzten Wasserstoffs und Ammoniaks wird diese Suspension in die Kaverne gepumpt. Untertägige Arbeitsplätze gibt es bei diesem Verfahren nicht. Schlämme und Flüssigkeiten als Versatzstoffbestandteile werden bei diesem Verfahren ebenfalls nicht benötigt. Die für die Herstellung des Versatzmaterials notwendige Flüssigkeit wird durch die aus dem zu verfüllenden Hohlraum selbst geförderte Sole beigesteuert. Abfallarten, die in größerem Maße leicht flüchtige organische Bestandteile enthalten können, werden bei dieser Versatzart also nicht benötigt. Die sich durch die Verwendung von Schlämmen und Abfallflüssigkeiten, den besonderen klimatischen Verhältnissen untertägiger Arbeitsplätze und einem weiträumig auf die Umwelt einwirkenden Abwetterstrom ergebenden Herausforderungen für den Schüttgutversatz luffüllter Hohlräume ergeben sich für den Kavernenversatz im Bohrlochbergbau also nicht.

Ergibt sich die Nutzung der Hohlräume im Salinar als Schadstoffsene beim Bergversatz eher indirekt dadurch, dass die schadstoffeinschließende Eigenschaft des Salzgebirges auch die Verwertung schadstoffreicher Abfälle ermöglicht, so wird diese Eigenschaft im Falle der Untertagedeponie Zielitz (UTD) direkt durch die gezielte Beseitigung gefährlicher Abfälle wirtschaftlich nutzbar gemacht. Auf Grund der durch das Kreis-

laufwirtschaftsgesetz respektive die europäische Abfallrahmenrichtlinie vorgegebenen Abfallhierarchie, die jeden Abfallerzeuger dazu verpflichtet seine Abfälle möglichst hochwertig zu verwerten und nur in Ausnahmefällen eine bloße Beseitigung zulässt, kommt nur vergleichsweise wenig Abfall für die Beseitigung in der Untertagedeponie in Frage. Die Ablagerung von Abfällen in der UTD erfolgt ausschließlich in geschlossenen Gebinden bzw. Verpackungen. Dies gilt sowohl für die in deponiebautechnischen Maßnahmen verwerteten Abfälle wie auch für die im Zuge der Beseitigung abgelagerten Abfälle. Durch die wesentlich geringeren Abfallmengen und die fehlenden Ansprüche an eine etwaige Stützwirkung der Abfälle ist die Umsetzung der zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit erforderlichen Maßnahmen bei der Beseitigung in der UTD gegenwärtig wesentlich weniger herausfordernd als im Falle der Verwertung gefährlicher Abfälle im Versatz.

Die im Bergversatz in Sachsen-Anhalt verwertbaren Abfälle werden aus dem gesamten Bundesgebiet angenommen. Nicht unerhebliche Mengen stammen zudem aus dem umliegenden europäischen Ausland, beispielsweise den Benelux-Staaten und Italien. Ebenfalls aus dem gesamten Bundesgebiet und dem europäischen Ausland stammen die Abfälle, die in der Untertagedeponie Zielitz beseitigt werden. Aus dem Ausland dürfen in der UTD jedoch nur solche Abfälle angenommen werden, für die in dem jeweiligen Herkunftsland keine geeignete Möglichkeit zur Beseitigung besteht.

2.1.4 Gefahrstoffe im Bergbau

Mit der Novelle der GesBergV ist auch in Bergbaubetrieben seit 2019 die GefStoffV verbindlich anzuwenden. Gleichzeitig ist mit dieser Novelle das grundsätzliche Umgangsverbot für CMR-Stoffe und der Genehmigungsvorbehalt für eine Reihe weiterer Gefahrstoffe weggefallen. Herausforderungen für den Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit ergeben sich im Bergbau vor allem durch den Einsatz dieselmotorgetriebener Maschinen und Fahrzeuge. Ebenso geht mit der Verwendung von Sprengstoffen eine spezifische Gefährdung einher. Bergbautypisch ist ebenfalls eine hohe Gefährdung durch eine erhöhte Staubexposition der Beschäftigten unter Tage. Den Herausforderungen, die sich aus den besonderen klimatischen Bedingungen untertägiger Arbeitsplätze insbesondere hinsichtlich des Schutzes vor inhalativer Exposition gegenüber Gefahrstoffen ergeben, wird von Seiten des Gesetzgebers beispielsweise dadurch Rechnung getragen, dass die Absenkungen von Konzentrationsgrenzwerten für Dieselmotoremissionen im Bergbau erst zu einem späteren Zeitpunkt wirksam werden.

Eine besondere gefahrstoffrechtliche Herausforderung stellt die untertägige Verwertung großer Mengen

gefährlicher Abfälle dar. Wurde in der Vergangenheit hier vor allen Dingen die Entwicklung schwermetall- und dioxinhaltiger Stäube, sowie von Ammoniak- und Wasserstoffgas als Gefahrenquelle betrachtet, werden nunmehr mit der Verwendung von Abfällen, die vermehrt leicht flüchtige organische Stoffe enthalten, auch diese Stoffe einer genaueren Betrachtung unterzogen. Die gefahrstoffrechtliche Betrachtung erstreckt sich sowohl auf den unmittelbaren Arbeitsschutz unter Tage als auch auf den Schutz der übertägigen Umgebung der Bergwerke vor schädlichen Umwelteinflüssen. Die gasförmigen Gefahrstoffe haben in dieser Hinsicht eine besondere Relevanz, da sie als Bestandteile des Abwetterstroms auch außerhalb des Grubengebäudes weiträumig auf die Umwelt einwirken können.

In diesem Zusammenhang wurden ab dem Jahre 2020 im Zuge einer groß angelegten Untersuchung der gasförmigen organischen Gefahrstoffe in den Grubenwettern von Versatzbergwerken teilweise deutlich überhöhte Nitrosamin-Konzentrationen festgestellt. Erforderliche Sofortmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten wurden in der Zwischenzeit in allen betroffenen Betrieben umgesetzt. Als mögliche Ursache für die erhöhten Nitrosamin-Konzentrationen unter Tage wird derzeit u. a. die Bildung aus leicht flüchtigen sekundären Aminen und Stickoxiden in den Grubenwettern in Betracht gezogen. Derzeit wird von den betroffenen Unternehmen an einer Klärung der Herkunft gearbeitet. Zu diesen Bemühungen gehören insbesondere die Entwicklung geeigneter Verfahren zur Abfallinhaltsstoffuntersuchung und die Überprüfung der angewandten Messmethoden bei der Grubenwetteruntersuchung. Für alle betroffenen Betriebe wurden in der Zwischenzeit Maßnahmenpläne ausgearbeitet, um die Exposition der Beschäftigten mittelfristig auf ein akzeptables Maß zu reduzieren. Vorrangig wird hierbei eine Substitution aller zur Gefahr beitragenden Materialien angestrebt. Voraussetzung hierfür ist jedoch die Entwicklung geeigneter Methoden zum Nachweis von Nitrosaminen oder deren Vorläufern in den in Betracht gezogenen Materialien. Ergänzt werden die Bemühungen durch die Weiterentwicklung technischer Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor einer bestehenden überhöhten Nitrosamin-Konzentration in den Grubenwettern. Hierzu gehören u. a. eine Verbesserung der Schutzbelüftung der Fahrerkabinen von Fahrzeugen und eine Optimierung der Wetterführung. Auch tiefgreifende Veränderungen der Versatztechnologie, wie z. B. der Einsatz autonomer Fahrzeuge, werden in Erwägung gezogen. Langfristig ist die gegebene Situation nur in solchen Einzelfällen hinnehmbar, in denen notwendige Maßnahmen zur Reduktion der Nitrosamin-Exposition eine unverhältnismäßige Härte für das betroffene Unternehmen darstellen würden und zudem eine Ausnahme mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist. Schädliche Umwelteinwirkungen in

der Umgebung der betroffenen Bergwerke durch den Austrag der Nitrosamine mit dem Abwetterstrom sind derzeit nicht erkennbar. Zum einen werden Nitrosamine durch UV-Licht abgebaut, zum anderen wird ihre Konzentration im Abwetterstrom außerhalb des Bergwerks rasch auf ein unschädliches Maß verdünnt.

2.1.5 Wasser/technischer Gewässerschutz

Mit dem Abbau von Bodenschätzen gehen erhebliche Eingriffe in die Natur, Umwelt und die Landschaft einher. Diese Eingriffe beziehen auch die Ressource Wasser mit ein. Bei einer Vielzahl von bergbaulichen Arbeiten kommt es daher zu den unterschiedlichsten Benutzungen von Gewässern im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes. Zu den häufigsten Benutzungen zählen insbesondere die Hebung von Grundwasser zur Freihaltung des Tagebaus und die anschließende Einleitung in angrenzende Oberflächengewässer. Weitere Benutzungen, die im Zusammenhang mit bergbaulichen Aktivitäten anfallen, sind das Einbringen von Versatzmaterial bei der Verwahrung von unterirdischen mit Grundwasser gefüllten Entwässerungsstrecken, die Einleitung von austretendem Grundwasser aus ehemaligen Stollen (Grubenwasser) sowie die Einleitung von Abwasser aus Produktionsprozessen.

Im vom Bergbau stark geprägten Bundesland Sachsen-Anhalt sind nicht nur weite Teile der Landesfläche durch diesen geprägt, sondern auch große Teile des Gewässernetzes und des Grundwassers. Insbesondere der Braunkohleabbau hat tiefe Spuren hinterlassen und beeinflusst viele Gewässer auch heute noch. Im Zuge der Wiedernutzbarmachung der ehemaligen Tagebaue sind viele neue Gewässer entstanden. Bedingt durch die tiefgreifenden hydrogeologischen Eingriffe des Braunkohleabbaus muss die chemisch-physikalische Entwicklung dieser Gewässer noch viele Jahre überwacht und bewertet werden, um eine Entwicklung hin zum natürlichen Gewässerzustand zu erreichen. Neben der Entstehung neuer Oberflächengewässer hat der Braunkohleabbau aber auch erhebliche Auswirkungen auf den lokalen Grundwasserhaushalt. Zur Trockenhaltung des Tagebaus müssen gewaltige Grundwassermengen gehoben und abgeleitet werden. Für den Tagebau Profen beispielsweise belaufen sich die auf sachsen-anhaltinischem Gebiet genehmigten Grundwasserentnahmemengen auf mehr als 52 Millionen m³ jährlich. Diese hohen Entnahmemengen haben nicht nur weitreichende Auswirkungen auf das Grundwasser rund um den Tagebau, sondern auch auf die umliegenden Oberflächengewässer. Pro Jahr werden bis zu 46 Millionen m³ Grund- und Niederschlagswasser aus dem Bereich des Tagebaus Profen in die angrenzenden Oberflächengewässer eingeleitet. Um die aufnehmenden Gewässer vor den negativen Auswirkungen dieser Einleitungen zu schützen, wurde für

27 Millionen Euro eine Grubenwasserreinigungsanlage errichtet und im April 2017 in Betrieb genommen. Mit dieser können 120 m³ Grubenwasser (Grundwasser zur Freihaltung des Tagebaus) pro Minute von zu hohen Sulfat- und Eisenbelastungen gereinigt werden.

Eines der größten Projekte im Zeitraum 2017 bis 2020 war die Genehmigung für die Erweiterung der Haldenkapazitäten der K+S Minerals and Agriculture GmbH in Zielitz, die in einem Planfeststellungsverfahren durch das Dezernat 33 erteilt wurde. Die Vergrößerung der Haldenfläche führt zu einer Erhöhung der anfallenden Salzabwassermenge. Dieses Salzabwasser wird über das vorhandene Ableitsystem in die nahegelegene Elbe eingeleitet. Hierbei stellten sich aus wasserrechtlicher Sicht einige komplexe Fragen, die es vor Erteilung zu beantworten galt. Dezernat 11 war hier wesentlich beteiligt. Um die Elbe vor einer zu hohen Salzwassermenge zu schützen, war der Bau von großen Speicherranlagen notwendig. Hierdurch kann das anfallende Salzabwasser zwischengespeichert werden und nur in den vorgegebenen Größenordnungen eingeleitet werden. Die Begrenzung der Einleitmenge beruht auf den in das nationale Recht übernommenen Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie, die Gewässer bis zum Jahr 2027 in einen guten ökologischen Zustand zu überführen. Hierzu ist es auch erforderlich, die Einleitung von Chlorid und anderen Stoffen auf ein verträgliches Maß zu reduzieren. Zur Überwachung der genehmigten Einleitung werden vom Antragssteller in regelmäßigen Abständen umfangreiche Monitoringberichte vorgelegt.

Neben der direkten Einleitung in die Elbe spielt auch die indirekte Einleitung von belastetem Niederschlagswasser in das Grundwasser im Umfeld der Halde eine bedeutende Rolle. Niederschlagswasser, welches auf die Halde auftrifft, sickert durch den Haldenkörper und reichert sich hierbei mit Salzen an. Anschließend gelangt dieses Sickerwasser in das Grundwasser. Mittels verschiedener technischer Maßnahmen (Basisabdichtung, Abdeckung der Halde, Tiefendrainagen, Haldenrandgräben) wird ein Eindringen von zu hohen Mengen des stark mineralisierten Wassers in das Grundwasser verhindert. Somit soll erreicht werden, dass der aufgrund der jahrzehntelangen Salzablagerung bereits schlechte chemische Zustand des betroffenen Grundwasserkörpers sich nicht weiter verschlechtert.

Für den Betrieb eines Bergwerkes sind auch immer Maschinen notwendig, für deren Betrieb Stoffe eingesetzt und vorgehalten werden müssen. Von diesen Stoffen besitzen einige das Potential, eine Gefahr für die Gewässer darzustellen. Allen bekannt dürften zum Beispiel Kraftstoffe sein, die wassergefährdende Stoffe sind. Trotz aller Schutzvorkehrungen kommt es immer wieder zu Unfällen beim Transport oder dem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Nach dem Austreten

von größeren Mengen dieser Stoffe sind umfangreiche Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Die nachfolgende Tab. 2-1 zeigt, wie viele solcher Unfälle sich in den Jahren 2017 bis 2020 ereignet haben. Hierbei ist zu beachten, dass dabei nur Unfälle erfasst werden, die auf Grund ihrer ausgetretenen Menge oder Wassergefährdungspotential für eine dauerhafte Gefährdung der Gewässer geeignet wären. Kleinere Leckagen werden hierbei nicht berücksichtigt.

Jahr	2017	2018	2019	2020
Anzahl meldepflichtiger Unfälle	5	1	2	2

Tab. 2-1 Statistik zu Unfällen beim Umgang mit oder Transport wassergefährdender Stoffe

2.1.6 Bodenschutz/übertägige Abfallverwertung

Bei der oberirdischen Gewinnung von Rohstoffen im Tagebau entsteht naturgemäß ein Massendefizit. Die Rückführung des beim Abbau verbleibenden Abraums und der qualitätsbedingt nicht verwendbaren Rohstoffanteile reicht nicht aus, um den entstandenen Bodeneingriff soweit rückzuführen, wie vor dem Beginn des Rohstoffabbaus. Aus diesem Grund wird in vielen Fällen im Vernehmen mit den ortsansässigen Behörden der Gemeinde oder des Landkreises oder den jeweiligen Grundstückseigentümern ein Tagebau für eine spezifische Wiedernutzbarmachung nach dem Rohstoffabbau vorgesehen. Eine Wiedernutzbarmachung kann auf vielfältige Weise erfolgen. So ist eine sichere Hinterlassung eines Tagebaus für den Zweck der Entwicklung von Natur und Landschaft eine der Möglichkeiten. Dieses ist jedoch nicht an allen Standorten möglich oder gewünscht. Sobald vertragliche Verpflichtungen den Tagebaubetreiber zur Herstellung der Voraussetzungen für eine ursprüngliche Nutzung verpflichten – und dabei handelt es sich zumeist um eine vorhergehende Nutzung als Forst- oder Landwirtschaftsfläche –, ist die Erreichung dieses Ziels nur über die Verfüllung des Tagebaus mit geeigneten Abfällen möglich.

Im Interesse der Flächenrückführung für die land- und forstwirtschaftliche Folgenutzung werden deshalb auch tagebaufremde Abfälle aus der Bauwirtschaft im Rahmen der Verfüllung verwertet. Dabei handelt es sich überwiegend um Bodenaushub und untergeordnet um Bauschutt aus Rückbauvorhaben. Gegenwärtig werden in 58 Betrieben des Steine- und Erdenbergbaus sowie bei 3 weiteren Standorten des Braunkohlenbergbaus bergbaufremde mineralische Abfälle zum Zwecke der Wiedernutzbarmachung oder zu bergtechnischen Sicherungsmaßnahmen angenommen.

Damit bergbaufremde mineralische Abfälle überhaupt in Tagebauen verwertet werden können, muss die Eignung

dieser Abfälle für diesen Einsatzzweck gegeben sein. Die Eignung wird durch physikalische und chemische Faktoren definiert. In der Regel ist Bodenaushub für die Verfüllung bei Massendefiziten grundsätzlich geeignet, da mit ihnen neben der Hohraumausfüllung auch die natürlichen Bodenfunktionen teilweise wiederhergestellt werden können. Weitere Gründe für den Einsatz von bergbaufernden Abfällen stellen notwendige bergtechnische Maßnahmen dar, wie zum Beispiel die Herstellung von Fahrwegen, Böschungssicherungen bis hin zur Herstellung von dauerhaft standsicheren Endböschungssystemen. Hierfür werden vielfach Bauschuttmassen eingesetzt, weil diese aufgrund ihrer Verzahnung den geotechnisch gewünschten sichernden Effekt bewirken.

Neben den physikalischen Faktoren ist die chemische Beschaffenheit der Abfälle ein essentielles Kriterium für die Möglichkeit der Verwendung im Tagebau. Jegliche Abfallverwertung muss Kraft des Kreislaufwirtschaftsgesetzes schadlos erfolgen. Sie muss daher nach den gültigen Rechtsgrundlagen und dem Stand der Technik erfolgen.

Da bis zum Ende des Jahres 2020 noch keine bundeseinheitlichen rechtsverbindlichen Regelungen zur Untersetzung der Schadlosigkeit existieren, orientiert sich das LAGB bei der Auslegung des unbestimmten Rechtsbegriffs „Schadlosigkeit“ an der Mitteilung 20 der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA). In der als antizipiertes Sachverständigengutachten zu wertenden Mitteilung 20 sind die Kriterien für die schadlose Verwertung beschrieben und damit konkret, die sich aus dem Abfall-, Bodenschutz- und dem Wasserrecht ableitenden vorsorglichen Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Abfällen beschrieben. Diese Regelungen dienen jedoch als orientierende Kriterien, denn jede Verfüllung wird einzelfallbezogen unter Berücksichtigung der bodenkundlichen, geologischen und hydrogeologischen Standortbedingungen beurteilt und auf dieser Basis über die chemischen Parameter für die verwertungsfähigen Abfälle entschieden.

Durch den Einsatz von bergbaufernden mineralischen Abfällen kommt es insgesamt zur Schonung natürlicher Ressourcen, die für die Maßnahmen sonst hätten verwendet werden müssen. Aber auch wirtschaftlich kann sich eine Verfüllung für den Bergbauunternehmer rechnen.

Im Zeitraum 2017 bis 2020 betrug die Gesamtmenge der verwerteten bergbaufernden Abfälle mehrere Millionen Tonnen. Das LAGB hat die Verfüllung bzw. Sicherung von Tagebauen mittels Verwendung von Abfällen im Berichtszeitraum mit 242 Befahrungen kontrolliert.

2.2 Dezernat 12 – Untertagebergbau

UWE BERTHOLD, STEFFEN SCHMITZ,
ANJA WEIDENMÜLLER, BRUNO GRAFE,
ANDREAS SCHIEWE, RAPHAEL ROSINSKI

Die Aufgaben des Dezernates 12 - Untertagebergbau umfassen die Aufsicht über die Teilbereiche Tiefbau und Bohrlochbergbau/Untergrundspeicher.

Das Dezernat 12 war im Berichtszeitraum von tiefgreifenden Veränderungen betroffen. Zum einen erfolgte im Jahr 2019 der Umzug des gesamten Dezernates vom Standort Staßfurt an den Standort Köthener Straße des LAGB in Halle. Zum anderen war ein gänzlicher Wechsel bei den Mitarbeitenden des Dezernates zu verzeichnen. Viele erfahrene Mitarbeitende haben das Dezernat verlassen, so dass auch ein nicht unbeträchtlicher Erfahrungsschatz verloren gegangen ist. Neue Kolleginnen und Kollegen sind hinzugekommen. Es war und ist eine wichtige Aufgabe, alle zu befähigen, die anstehenden Aufgaben zu bewältigen. Dabei ist neben der Bewältigung der eigentlichen technischen Fragestellungen ein besonderes Augenmerk auf die sich ständig weiter entwickelnden rechtlichen Grundlagen, insbesondere des Arbeitsschutz- und des Naturschutzrechtes, zu legen.

2.2.1 Tiefbau

Diesem Aufgabengebiet werden die Tätigkeiten des aktiven untertägigen Bergbaus sowie des untertägigen Bergbaues in Einstellung zugeordnet. Der aktive untertägige Bergbau in Sachsen-Anhalt stellt auch in diesem Berichtszeitraum einen wichtigen Bestandteil der Wirtschaftskraft des Landes dar. In Sachsen-Anhalt sind zwei große Gewinnungsbetriebe ansässig. Beide – das Kaliwerk Zielitz (Abb. 2.2-1 und 2) und das Steinsalzwerk Bernburg – gehören zur K+S Minerals and Agriculture GmbH. Trotz der allgemein großen Herausforderungen gelang es in beiden Werken, die Gewinnung und Aufbereitung der anstehenden Salze stabil und kontinuierlich zu gewährleisten.

Die Grundlagen dafür werden in der Vorlage von entsprechenden Betriebsplänen beim LAGB geschaffen, die von den Mitarbeitenden des Dezernates 12 geprüft und zugelassen werden. Inhalt dieser Betriebspläne ist vor allem die Darstellung der Art und Weise der Gewinnung und Aufbereitung der Rohstoffe unter Beachtung des Arbeitsschutzes. Auch umweltrechtliche Belange werden betrachtet.

Eingeschlossen in derartige Pläne ist auch die Entwicklung der jeweiligen Bergwerke in neue Gewinnungsbereiche hinein. Hierbei stehen sowohl die Antragsteller als auch das LAGB vor neuen Herausforderungen durch die Wirkung des Standortauswahlgesetzes. Mit Hilfe dieses Gesetzes regelt der Gesetzgeber die einzelnen Verfahrensschritte für eine ergebnisoffene, wissenschaftsba-



Abb. 2.2-1 Luftaufnahme Werk Zielitz der K+S Minerals and Agriculture GmbH (Quelle: K+S Minerals and Agriculture GmbH)

sierte und transparente Suche sowie die Auswahl eines Standortes für eine Anlage zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen in Deutschland. In einem Zwischenschritt wurden verschiedene Teilgebiete ausgewiesen, in denen die Errichtung einer entsprechenden Anlage aufgrund

zur Verfügung stehender geologischer Informationen grundsätzlich möglich erscheint. Da dieses Auswahlverfahren noch nicht sehr differenziert geführt wurde, sind auch Gebiete im unmittelbaren Umfeld der aktiven Bergbaubetriebe betroffen. Es ist zum Teil sogar so, dass sich



Abb. 2.2-2 Transport des Rohsalzes (Quelle: LAGB mit Zustimmung K+S Minerals and Agriculture GmbH)

Teilgebiete und Bergbauberechtigungen überschneiden. Diese Konstellation stellt eine zusätzliche Herausforderung auch für das LAGB als Genehmigungsbehörde dar.

Das **Kaliwerk Zielitz** ist mit einer Rohsalzförderung von ca. 12 Mio. t/a das größte Untertagebergwerk Deutschlands und eines der größten untertägigen Bergwerke Europas (Abb. 2.2-1). Damit trägt das Werk wesentlich zu einer diversifizierten Düngemittelversorgung der heimischen und europäischen Märkte bei und ist einer der größten Arbeitgeber in der Region. Parallel dazu betreibt das Werk in einem besonders abgesicherten schachtnahen Bereich eine Untertagedeponie.

Im Werk sind ca. 1800 Personen direkt beschäftigt. Weitere rund 1200 – 1250 Arbeitsplätze werden durch Auftragsvergabe für Zulieferungen und Dienstleistungen an Betriebe des Umlandes sichergestellt. Durch Lieferantenaufträge des Werkes Zielitz werden zusätzliche Arbeitsplätze über die Region hinaus im gesamten Bundesgebiet in einem vierstelligen Umfang gesichert. Im Berichtszeitraum wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt, die der Sicherung des Standortes Zielitz dienen.

So wurde in einem umfangreichen Planfeststellungsverfahren durch das LAGB die Erweiterung der Rückstandshalde genehmigt. Damit ist bis zum Jahr 2058 die Aufrechterhaltung der Produktion und Rohstoffgewinnung des Werkes durch die Gewährleistung von Aufhaltungs- und Entsorgungsmöglichkeiten fester und flüssiger Rückstände sichergestellt.

Im Bereich der untertägigen Gewinnung wurden und werden ebenfalls verschiedene Maßnahmen durchgeführt, um die Zukunftsfähigkeit des Standortes auszubauen. Als Beispiele seien hier erfolgreiche Versuchsauffahrungen zur Steigerung der Teufe, in der die Gewinnungsarbeiten und Versuchsauffahrungen für optimierte Lagerstättenausnutzung durch sogenannte sekundäre Pfeilerdurchörterung durchgeführt werden, genannt.

Diese Maßnahmen werden in enger fachlicher Abstimmung mit dem LAGB geplant. Die Maßnahmen werden dann als Sonderbetriebsplan beim LAGB vorgelegt und durch die Mitarbeitenden des Dezernates 12 zugelassen.

Wie bereits dargelegt, werden im Kaliwerk Zielitz jährlich ca. 12 Mio. t Rohsalz gefördert. Diese Förderung wird ausschließlich über den Schacht Zielitz 1 mit seinem markanten weißen Förderturm realisiert (Abb. 2.2-1).



Abb. 2.2-3 Demontage des Fördergefäßes mittels Gefäßwechselkran, (Quelle: Herr Herrmann, K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Zielitz)

Im Sommer 2020 wurden planmäßig die für den Transport des Rohsalzes nach übertage erforderlichen Fördergefäße ausgetauscht. Es wurde dabei die 4. Generation von Fördergefäßen seit dem Beginn der Rohsalzförderung im Jahr 1969 eingebaut. In den zurückliegenden Jahren hatte jeder der Skips – wie die Fördergefäße auch bezeichnet werden – der 3. Generation über 100 Millionen Tonnen Rohsalz nach über Tage gefördert. Um diese hohe Förderleistung erzielen zu können, entladen sich im Automatikbetrieb der Anlage alle 95 Sekunden 50 Tonnen Rohsalz abwechselnd aus einem der beiden Skips. Der Tausch der Fördergefäße (Abb. 2.2-3) diente also der strategischen Sicherstellung der Förderung im Werk Zielitz, da die beiden Schweißkonstruktionen vor dem Ende ihrer berechneten Lebensdauer standen. Die zyklischen Überprüfungen durch anerkannte Sachverständige hatten ebenfalls lokale Schäden an den Gefäßen bescheinigt, was die Notwendigkeit eines Gefäßwechsels ebenfalls verdeutlicht hatte. Im Rahmen eines vom LAGB genehmigten Sonderbetriebsplans, welcher die komplette Gefäßwechseltechnologie detailliert beinhaltete, wurden Arbeiten durch die Firma „OLKO Maschinen-

bau GmbH“ in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber durchgeführt. Hierzu wurden die über 15 m hohen Gefäße jeweils in zwei Hälften antransportiert und vor Ort in der Schachtvorhalle zusammengefügt. Die hängende Zwischenlagerung der komplettierten Gefäße erfolgte dann in speziellen Bereichen des Förderturms. Für den Wechsel selbst musste das jeweilige Gefäß im Bereich der Rasensohle auf Abfangträgern abgesetzt und von den Führungs-, Ober- und Unterseilen getrennt werden. Der Tausch des 30 Tonnen schweren Gefäßes erfolgte dann mit dem eigens dafür konzipierten Gefäßwechselkran. Die Montagearbeiten waren detailliert über 21 Schichten à 8 Stunden geplant und erfolgten zeitweise von mehreren Bühnenebenen aus.

Die neuen Fördergefäße stellen eine geometrisch vergleichbare, aber in Details veränderte Konstruktion dar. Sie bieten auf der integrierten Seilfahrtetage Platz für 28 Personen und einen neuartigen Rettungsverschluss mit schachtseitiger Öffnung. Für Schachtarbeiten lassen sich spezielle Arbeitsbühnensegmente im Bereich der Seilfahrtetage montieren, welche auch mit stabilen Kopfschutzdächern ausgestattet sind. Die Anträge gemäß § 4 der BVOS zum Betrieb der neuen Fördergefäße und deren Anbauteilen wurden durch das LAGB im Spätsommer 2020 genehmigt. Erklärtes Ziel ist es, die Förderleistung der 3. Gefäß-Generation mindestens zu erreichen oder besser noch zu übertreffen.

In **Steinsalzwerk Bernburg** wird seit über 100 Jahren Steinsalz gewonnen. Die Gewinnung wurde im

Berichtszeitraum kontinuierlich fortgesetzt. Es wurden 2021 ca. 2,6 Mio. t gefördert. Die dabei anstehenden Herausforderungen konnten durch die Beschäftigten des Werkes gut bewältigt werden. Das Gewinnungsgeschehen entwickelt sich in nordöstliche Richtung. Die erkundeten Vorräte garantieren noch eine Gewinnung von mehreren Jahrzehnten. Im Steinsalzwerk Bernburg sind gegenwärtig ca. 490 Mitarbeiter beschäftigt.

Besonderes Augenmerk wird auch auf die Beherrschung der auftretenden Senkungen im Nordfeld der Grube gelegt. Hier wurde begonnen, Versatz einzubringen. Dabei wird neben Versatz aus der Auffahrung (taubes Gestein) auch Fremdversatz eingesetzt.

Durch die K+S Minerals and Agriculture GmbH wird auch das **Bergwerk Braunschweig-Lüneburg** betrieben. Die Schachtanlagen dieses Bergwerkes, in dem Steinsalz gewonnen wird, befinden sich in Niedersachsen. Ein Teil der Gewinnung wird aber in Sachsen-Anhalt realisiert. Hier arbeiten das LAGB und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) bei der Zulassung der entsprechenden Betriebspläne eng zusammen, so dass die unterschiedlichen Zuständigkeiten keine Belastungen für den Unternehmer darstellen.

Neben dem aktiven Bergbau beaufsichtigt das Dezernat 12 auch Bergwerke, die sich in der Phase der Einstellung befinden. Dazu ist auch das **Versatzbergwerk Grube Teutschenthal** der Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG (GTS) zu zählen.



Abb. 2.2-4 Abwetterkamin am Schacht Halle des Bergwerkes Teutschenthal (Quelle: GTS-Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co.KG)



Abb. 2.2-5 Baustelle zur langzeitsicheren Verwahrung Schacht Saale (Quelle: [c] Kerstin Rysavy von JKR VISUALS GmbH)

Dort werden auf der Grundlage eines Abschlussbetriebsplanes die nachgewiesenen nicht dauerhaft stand-sicheren untertägigen Hohlräume versetzt, wobei als Versatzstoffe abfallbasierte mineralische Abfälle zum Einsatz kommen. Diese werden als sogenannter Feststoffversatz als loses Schüttgut oder in BigBags eingebracht. Darüber hinaus wurde bis September 2021 auch fließfähiger Versatzstoff (auch als Dickstoffversatz bezeichnet) in die ehemaligen Abbaukammern eingebracht. Die Versatzarbeiten sind in den vergangenen Jahren insbesondere im Grubenfeld Teutschenthal weit vorangeschritten und konzentrieren sich nunmehr auf das Grubenfeld Angersdorf.

Im Zuge der langjährigen Versatzstätigkeit mit verschiedenen Abfällen und deren veränderlicher Zusammensetzung ist es ab dem Jahr 2018 zu verstärkten Beschwerden der Anwohner über Geruchsemissionen am ausziehenden Wetterschacht Halle in Angersdorf gekommen. Da die zunächst ergriffenen untertägigen Schutzmaßnahmen gegen diese Emissionen keinen umfassenden Erfolg zeigen konnten, wurde im Jahr 2021 ein Abwetterkamin (Abb. 2.2-4) zur Abführung der geruchsbelasteten Abwetter aus der Grube in höheren Luftschichten errichtet und in Betrieb genommen. Seit-her werden nur noch vereinzelte Geruchsbeschwerden vorgetragen, so dass die Maßnahme als erfolgreich bezeichnet werden kann.

Neben dem Versatzbetrieb ist die GTS auch mit der Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur langzeit-

sicheren Verwahrung der Grube Teutschenthal befasst. Hierzu zählen zum Beispiel die Öffnung und der fachgerechte Verschluss der beiden bereits in den 1980er Jahren verwahrten Schächte Saale und Salzmünde, die den heutigen Kriterien an langzeitsichere Verschlussbauwerke nicht mehr entsprechen (Abb. 2.2-5). Die anstehenden Aufgaben zur langzeitsicheren Verwahrung der Grube Teutschenthal werden in den nächsten fünf bis zehn Jahren andauern und kontinuierlich durch das LAGB begleitet werden.

Durch die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) Bereich Kali Spat Erz werden die ehemaligen **Erz- und Spatbergwerke** im Mansfelder und Sangerhäuser Revier sowie im Harz verwahrt. Diese Arbeiten sind weitgehend abgeschlossen. Die verbleibenden Restarbeiten werden über vom LAGB zugelassene Abschlussbetriebspläne realisiert.

Eine Besonderheit in der Aufsichtstätigkeit des LAGB stellt das **Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)** dar. Dort wurden bis zum Jahr 2011 bergbauliche Gefahrenabwehrmaßnahmen im Zentralteil (bGZ) durchgeführt, mit denen 27 Abbaue, in denen keine radioaktiven Abfälle lagerten, mit rund 1 Mio. m³ Salzbeton verfüllt wurden. Damit konnte dem im Zentralteil der Grube kontinuierlich fortschreitenden Sicherheitsverzehr begegnet werden und so die erforderliche Arbeits- und Betriebssicherheit für die noch zu genehmigenden Stilllegungsmaßnahmen gewährleistet werden.

Seither werden im ERAM überwiegend Maßnahmen zum Erhalt der Arbeits- und Betriebssicherheit durchgeführt. Darüber hinaus laufen im Rahmen der Planung der Stilllegungsmaßnahmen auch Arbeiten zur Entwicklung und Verifizierung von langzeitsicheren Verschlussbauwerken.

Neben den klassischen Bergbaubetrieben führt das Dezernat 12 des LAGB auch die Aufsicht über die in Sachsen-Anhalt befindlichen **Besucherbergwerke und Besucherhöhlen**. Hier wird durch die Mitarbeitenden des Dezernates besonderes Augenmerk auf Sicherheitsaspekte gelegt. Anders als in den gewerblichen Bergbaubetrieben, werden diese Anlagen vor allem durch bergbauliche Laien betreten, die die möglichen Gefahren nicht exakt einschätzen können.

2.2.2 Bohrloch- und Speicherbergbau

Dem Bereich obliegt landesweit die Bergaufsicht über den Bohrlochbergbau sowie die unterirdische behälterlose Speicherung von Gasen und Flüssigkeiten.

Die Bergaufsicht erstreckt sich auf die Auf-suchung, Gewinnung, Aufbereitung gasförmiger und flüssiger mineralischer Rohstoffe einschließlich der Wiedernutzbarmachung der in Anspruch genommenen Flächen sowie die Errichtung und das Betreiben von Untergrundspeichern.

Standorte von überregionaler Bedeutung sind die Erdgasförderung in der Altmark, die Kavernenfelder zur Gewinnung von Sole und Speicherung von Erdgas sowie anderen Produkten in Staßfurt, Bernburg und Teutschenthal/ Bad Lauchstädt.

Bei den **Untergrundspeichern** liegt der Schwerpunkt der Tätigkeit des Dezernates auf der Sicherstellung des Betriebes der vorhandenen Speicher. Auch werden einzelne Speicher durch das Einfügen weiterer Kavernen ausgebaut. Insgesamt kann gegenwärtig in Sachsen-Anhalt von einer Speicherkapazität von mehr als 4 Mrd. m³ für Erdgas und 31 Mio. m³ für Flüssigkeiten ausgegangen werden.

Die erforderlichen bergrechtlichen Zulassungsverfahren werden von den Mitarbeitenden des Dezernates 12 so geführt, dass es zu keinen Einschränkungen des Betriebes der Speicher kommt.

Eine zukünftige Aufgabe, die es zu bewältigen gilt, wird die mit der Umsetzung der Energiewende einhergehende verstärkte Nutzung von Wasserstoff sein. Bereits im

vorliegenden Berichtszeitraum wurden von der Industrie erste Aktivitäten dahingehend unternommen, die Grundlagen dafür zu schaffen, dass vorhandene Erdgasspeicherkavernen für die Speicherung von Wasserstoff umgerüstet werden. Die dafür erforderlichen Genehmigungsverfahren stellen eine neue Herausforderung für die Mitarbeitenden des Dezernates 12 dar.

Auf den **Erdgasfeldern der Altmark** sind heute immer noch ca. 130 Sonden produktiv. Die aktuelle Jahresproduktion beträgt aber nur noch ca. 0,3 Mrd. m³. Die Erdgaslagerstätte in der Altmark befindet sich in der Endphase der Erdgasgewinnung.

Die Neptune Energy Deutschland GmbH beabsichtigt die Erdgasförderung bis zur Erschöpfung der Lagerstätte fortzuführen.

Neben der Gewinnung des Erdgases wird parallel der Rückbau von Anlagen der Erdgasförderung fortgesetzt. Dieser Rückbau umfasst im Wesentlichen die Verfüllung von Erdgasbohrungen und -sonden, die Sicherung und Sanierung von Bohrschlammgruben sowie den Rückbau von Bohr- und Sondenplätzen (Abb.



Abb. 2.2-6 Bei Rückbauarbeiten eingesetzte Work-Over-Anlage (Neptune Energy Germany GmbH)

2.2-6) mit der Zielstellung der Wiedernutzbarmachung der jeweiligen Flächen und dem Erreichen des Endes der Bergaufsicht. Für die einzelnen Rückbaumaßnahmen werden beim LAGB entsprechende Betriebspläne vorgelegt, die dann durch die Mitarbeitenden des Dezernates 12 geprüft und zugelassen werden.

Um die ausgebauten technischen Einrichtungen einer Verwertung zuführen zu können, ist es notwendig, diese zu reinigen. Dafür wurde ein moderner und umweltgerechter Lager- und Reinigungsplatz errichtet (Abb. 2.2-6).

Einen Sonderfall stellen die umfangreichen Untersuchungen zur **bergbaulichen Abfallentsorgungsanlage Brüchau** (OTD Brüchau) dar. Die OTD Brüchau, errichtet in den 1970er-Jahren, diente u. a. der Entsorgung von Abfällen der Erdgasförderung in der Altmark. Die Einlagerung wurde 2012 beendet. Seit 2017 wurde das langjährige Monitoring- und Untersuchungs-Programm zum Zustand der OTD Brüchau, in Vorbereitung auf die endgültige Stilllegung und zur Erarbeitung einer entsprechenden Stilllegungsvariante, mit einem umfassenden Erkundungsprogramm intensiviert. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt, z. B. wurde:

- eine Untersuchung der Einlagerungshistorie realisiert,
- der Deponiekörper intensiv mittels geophysikalischer Untersuchungen und mittels Sondierungsbohrungen erkundet,
- eine Bohrung zur Erkundung des unterlagernden Rupelton niedergebracht und
- die Grundwasserleiter direkt im Liegenden der Deponie mittels Schrägbohrungen erschlossen und analysiert.

Die Untersuchungen des Deponiekörpers haben das Inventar der OTD Brüchau mit dem entsprechenden Gefahrstoffinhalt charakterisiert, es wurden mindestens eine Fehlstelle und mehrere Schwachstellen im Geschiebemergel, der als Basisabdichtung dient, nachgewiesen. Zudem erfolgte über Schrägbohrungen erstmals der Nachweis über einen Austrag deponiebürtiger Schadstoffe, darunter Schwermetalle, in den darunterliegenden Boden und das Grundwasser.

In Auswertung der mit dem Abschlussbericht übergebenen Erkundungsergebnisse hat das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt den Betreiber der OTD Brüchau, die Neptune Energy Deutschland GmbH, aufgefordert einen Abschlussbetriebsplan zur Auskofferung der OTD Brüchau zu erstellen und dem LAGB zur Zulassung einzureichen.

Von **vier Solbetrieben** unter Aufsicht des LAGB wird die geförderte Sole in der chemischen Industrie insbesondere in den beiden Sodawerken in Staßfurt und Bernburg sowie im Werk Schkopau (hier zur Chlorerzeugung) weiterverarbeitet. Der dabei entstehende Hohlraum wird für die unterirdische behälterlose Speicherung vorbereitet bzw. nachgenutzt.

Im Berichtszeitraum wurde begonnen, in Staßfurt ein neues Steinsalzwerk zu errichten, in dem ebenfalls gewonnene Sole aufbereitet wird. Der Aufbau des Werkes ist noch nicht vollständig abgeschlossen.

Zudem beaufsichtigt das LAGB die Gewinnung von Sole in den Kurbetrieben Bad Salzungen, Bad Dürrenberg und Bad Kösen. Die hier gewonnene Sole wird balneologisch genutzt.

Im Berichtszeitraum neu hinzugekommen ist die Solegewinnung am Holzplatz in Halle. Die hier gewonnene Sole soll zukünftig in den Schauanlagen der Saline Halle gesiedet werden.

Abzuwarten bleibt, wie sich die Nutzung der Geothermie weiter entwickeln wird. Sollte es zu einer großräumigen Nutzung der geothermischen Potentiale kommen, könnte hier ein neues Aufgabengebiet erwachsen.

2.3 Dezernat 13 – Übertagebergbau

ULF DESSELBERGER, HEIDRUN FUCHS,
UWE ZIPPEL

Dem Dezernat 13 obliegt die Bergaufsicht über die Betriebe des Steine- und Erden- sowie des Braunkohlenbergbaus und der -sanierung, die Durchführung von bergrechtlichen Zulassungsverfahren zu Haupt-, Sonder-, Abschluss- und fakultativen Rahmenbetriebsplänen, die Erteilung und der Vollzug naturschutzrechtlicher Eingriffsgenehmigungen sowie anderer in den Zuständigkeitsbereich der Bergbehörde fallenden Rechtsgebiete (Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Gerätesicherheit, Sprengstoffrecht usw.) sowie die Untersuchung von Unfällen und Betriebsereignisse in den der Bergaufsicht unterliegenden Betrieben. Darüber hinaus wurden in diesem Dezernat die Gefahrenabwehrmaßnahmen in den Tontagebauen Möckern und Vehlitz organisiert. Hierbei wird das LAGB seit 2010 auf Grundlage einer Amtshilfevereinbarung maßgeblich von der Landesanstalt für Altlastenfreistellung des Landes Sachsen-Anhalt unterstützt.

2.3.1 Steine- und Erdenbergbau

Am Ende des Berichtszeitraumes standen 175 Tagebaue des Steine- und Erden-Bergbaus unter Bergaufsicht, davon 125 in Gewinnung. 50 Tagebaue haben ihre Gewinnung unterbrochen oder eingestellt. Im Berichtszeitraum wurden jährlich durchschnittlich 11,8

Mio. Kalkstein, 11,1 Mio. t Schotter und Splitt, 11,8 Mio. t Kiese und Kiessande sowie 1,4 Mio. t Quarzsande und 0,6 Mio. t Ziegel- und Spezialtone gewonnen. Darüber hinaus erfolgte die Rückgewinnung von Eisenerz aus einer Halde und in geringem Umfang eine Gewinnung von Kieselgur und Torf.

Die bergbehördliche Tätigkeit war insbesondere im Hinblick auf das Betriebsplanzulassungsverfahren und die Aufsicht vor Ort zunehmend durch Anforderungen aus dem Naturschutzrecht geprägt. Neben den Themenkreisen Eingriffsregelung und Natura 2000-Verträglichkeit spielte hierbei insbesondere der allgemeine und spezielle Artenschutz eine maßgebliche Rolle, mit der direkte Auswirkungen auf Betriebsplanzulassungsverfahren und die Aufsicht vor Ort verbunden waren. Um den damit einhergehenden erhöhten Aufwand sowohl auf der Seite der Antragsteller/Bergbaubetriebe als auch bei der Bergbehörde zu optimieren, hat sich das LAGB entschlossen, im Steine- und Erden-Bereich Hauptbetriebsplanzweiräume – angelehnt an die allgemein in der Fachwelt anerkannte Gültigkeit von sogenannten Gründaten – bis fünf Jahre in den Blick zu nehmen. Darüber hinaus wurde im Berichtszeitraum bei der Beteiligung der in ihrem Aufgabenbereich berührten Behörden und der Gemeinde als Träger der Planungshoheit auf eine elektronische Verfahrensführung umgestellt. Anträge werden seither via Cloud-Lösung zwischen den Behörden und Gemeinden ausgetauscht und die zugehörigen Stellungnahmen elektronisch eingeholt. Der seitens des LAGB erhoffte Effekt der Vereinfachung und Beschleunigung des Zulassungsverfahrens ist nach den bislang gesammelten Erfahrungen insbesondere im Hinblick auf Postlaufzeiten auch eingetreten.

2.3.2 Braunkohlenbergbau

Im Braunkohlenbergbau des Landes Sachsen-Anhalt standen am Ende des Berichtszeitraums 13 Braunkohlentagebaue, 10 Braunkohlenveredlungsbetriebe und 4 Braunkohlengrubenkraftwerke unter Aufsicht des LAGB.

Die Braunkohlengewinnung erfolgte hierbei durch zwei Bergbauunternehmen. Die MIBRAG mbH (Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH) in Theißen betreibt im Süden des Landes Sachsen-Anhalt den **Tagebau Profen** in den Baufeldern Schwerzau, Domsen und Süd/D1 und die ROMONTA GmbH in Amsdorf gewinnt westlich der Stadt Halle im **Tagebau Amsdorf** eine bitumenhaltige Braunkohle, aus der mit einem Extraktionsverfahren sogenanntes Rohmontanwachsstoff hergestellt wird.

Im Jahr 2017 erfolgte im Zuge der Weiterführung des Tagebaus Profen der Aufschluss des letzten Abbaufeldes Domsen. Ebenfalls in 2017 weiheten die MIBRAG

mbH und die GETEC green energy AG den Windpark Hohenmölsen-Profen auf wiedernutzbarmachten Flächen innerhalb des Tagebaus Profen ein. Dieser Windpark bildet die erste Stufe des geplanten Windparks Profen, in dem gemeinsam von der MIBRAG mbH und der GETEC green energy AG verschiedene Energieerzeugungs- und -speicherelemente im Zusammenspiel mit der weiteren Wiedernutzbarmachung der vom Bergbaubetrieb in Anspruch genommenen Flächen aufgebaut werden sollen. Infolge des 2020 in Kraft getretenen Kohleverstromungsbeendigungsgesetzes wird nach den derzeitigen Planungen die Braunkohlengewinnung im Tagebau Profen 2034 beendet werden.

Im **Tagebau Amsdorf** wurde nach dem Rutschungsereignis aus 2014, bei dem mehrere Millionen m³ Abraum aus der Innenkippe in den Abbaubereich rutschten, die planmäßige Gewinnung in 2015 wieder aufgenommen. Seither wird ein Monitoring gefahren, mithilfe dessen Böschungsbewegungen auf der Innenkippe frühzeitig erkannt werden können. Im Berichtszeitraum wurden sodann die Vorbereitung des in 2021 erfolgten Einschneidens in das letzte Abbaufeld im Bereich des Bewilligungsfeldes Amsdorf-West getroffen. Die Braunkohlengewinnung im Tagebau Amsdorf wird voraussichtlich 2032 enden. Die ROMONTA GmbH treibt insoweit Planungen voran, um den Standort auch über das Ende der Kohleverstromung hinaus als Industriestandort langfristig zu sichern.

Für den Bereich des Sanierungsbergbaus, also der nach 1990 nicht privatisierte Bereich des Braunkohlenbergbaus, ist in Sachsen-Anhalt die Lausitzer und Mitteldeutsche Braunkohlen-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) zuständig, die insbesondere in den eingestellten Braunkohlentagebauen und stillgelegten -veredlungsanlagen die Voraussetzungen schafft, um die Bergaufsicht beenden zu können, indem betriebsbedingte Gefahren für Leben und Gesundheit Dritter, für andere Bergbaubetriebe und für Lagerstätten, deren Schutz im öffentlichen Interesse liegt, oder gemeinschädliche Einwirkungen nachhaltig beseitigt werden. Die LMBV ist somit für die Sanierung der nicht privatisierten Bereiche des Braunkohlenbergbaus der bergrechtlich verantwortliche Bergbauunternehmer und Projektträger.

Einen besonderen Arbeitsschwerpunkt bildet hierbei der **Tagebau Nachterstedt**.

Seit der Böschungsbewegung am 18.07.2009, bei der neben dem Verlust von drei Menschenleben auch Massen von ca. 4 Mio. m³ auf einer Böschungslänge von ca. 1,1 km mit einer Rückgriffweite von bis zu 400 m bewegt und umgelagert sowie Häuser nebst Infrastruktur Schaden erlitten, stand und steht der ehemalige Tagebau Nachterstedt/Schadeleben des Öfteren im Fokus der medialen Berichterstattung. Aufgrund des Ausmaßes

und des Schadensbildes dieser Böschungsbewegung wurde um den Concordiasee entsprechend den geotechnischen Vorgaben ein Sperrbereich festgelegt. Somit waren der Concordiasee und sein Umfeld zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit vollständig für die Öffentlichkeit gesperrt. Untersuchungen zur Ursache und zum Hergang des Ereignisses wurden von Gutachterteams sowohl vom Bergbauunternehmen als auch von der Bergbehörde beauftragt.

Fünf Jahre nach der Böschungsbewegung wurden Ende Juni 2013 die Gutachten zur Ursachenforschung dieser Böschungsbewegung vorgelegt. Im Fazit kamen die Gutachter unabhängig voneinander zu zwei wesentlichen, zusammenwirkenden und ursachenauslösenden Faktoren:

- Zusätzliche Belastung des Böschungssystems durch ein unvorhersehbares dynamisches Initial sowie
- Herausbildung von unvorhersehbarem hohem artesischem Wasserüberdruck im zukünftigen Bereich der Böschungsbewegung, hervorgerufen durch eine bislang geologisch/hydraulisch unbekannte, anormale und nur lokal herausgebildete Rinnenstruktur innerhalb des Liegendgrundwasserleiters unterhalb des Kohleflözes (Grundwasserleiter 6.3).

Auf Basis der herausgearbeiteten neuen Erkenntnisse durch die Ursachenforschung zu Hydrologie, Geologie, Kippenaufbau und Altbergbausituation wurde bis März 2014 ein Rahmenkonzept zur Sanierung erarbeitet. Dieses Rahmenkonzept bildete die Basis der sich nun anschließenden Sanierungsmaßnahmen.

Im Zuge der Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen fand am 28.06.2016 erneut eine Böschungsbewegung, diesmal im Bereich der Südwestkippe des ehemaligen Tagebaus Nachterstedt/Schadeleben, statt. Bei dieser Böschungsbewegung mit einer Rückgriffweite von bis zu 530 m ins Kippenhinterland flossen ca. 2 Mio. m³ Material in den Concordiasee. Die komplexe Daten-

auswertung im geotechnischen Ursachenbericht vom 30.01.2017 zum Ereignis am 28.06.2016 kommt zu dem Schluss, dass die Sanierungsarbeiten, in diesem Fall die Rütteldruckverdichtung, das auslösende Initial für die Böschungsbewegung war.

Die erneute Böschungsbewegung und die dieser zugrunde liegenden Faktoren führten nicht nur zu einer Überarbeitung des Rahmenkonzeptes zur Sanierung im Februar 2017, sondern auch zur Neubewertung der Randböschungssituationen des Concordiasees einschließlich einer weiteren wesentlichen geotechnischen Komponente, dem Nachbruch von Böschungen infolge Abrasion durch extreme hydrodynamische Zusatzbeanspruchung. Dieser Bewertungsmaßstab ist seitdem Grundlage für alle Sanierungsmaßnahmen.

Im Zeitraum 2017 bis 2020 wurden schwerpunktmäßig folgende Sanierungsleistungen in den Schwerpunktbereichen Hauptrutschungskessel 2009, Ostböschung Bereiche Süd und Nord, Südwestböschung Rutschungsbereich 2016 und Nordböschung Bereich Schadeleben erbracht:

- angewendete Sanierungstechnologien:
 - Rüttelverdichtung (Rüttelstopfverdichtung, Rütteldruckverdichtung),
 - Tiefe schonende Sprengverdichtung (T-SSPV),
 - oberflächennahe Nachverdichtung mittels LAND-PAC-Technologie,
- konventioneller Erdbau:
 - Kopfentlastung,
 - Anstützung,
 - Verfüllung,
 - Ufersicherung durch Herstellung Trittsicherheit.

Begleitend zu den Sanierungsarbeiten wird in Nachterstedt ein komplexes Monitoring mit definierten Messintervallen bzw. -zyklen durchgeführt. Dieses beinhaltet neben der geotechnischen Überwachung der Böschungssysteme, regelmäßige Messung von

Berichtsjahr	Gesamtwassermenge	Ableitung in
2017	ca. 12.246 Tm ³	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptseegraben: ca. 7.566 Tm³ • Selke: ca. 3.048 Tm³ • Concordiasee: ca. 1.632 Tm³
2018	ca. 9.621 Tm ³	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptseegraben: ca. 5.208 Tm³ • Selke: ca. 2.983 Tm³ • Concordiasee: ca. 1.430 Tm³
2019	ca. 6.961 Tm ³	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptseegraben: ca. 3.598 Tm³ • Selke: ca. 1.978 Tm³ • Concordiasee: ca. 1.385 Tm³
2020	ca. 7.531 Tm ³	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptseegraben: ca. 4.255 Tm³ • Selke: ca. 1.114 Tm³ • Concordiasee: ca. 2.162 Tm³

Tab. 2-2 Übersicht zu den im Tagebau Nachterstedt gehobenen Wassermengen im Berichtszeitraum



Abb. 2.3-1 Badestrand am freigegebenen Uferbereich im Norden des Concordiasees (Quelle: LAGB)

seismischen, markscheiderischen und hydrologischen Stützstellen auch die limnologische Überwachung der Wässer des Concordiasees und des Tagebaurestlochs Königsau sowie die hydrologische Überwachung der gehobenen und abgeleiteten Wässer sowie der Altablagerung „Schwelereirückstände“.

Zur Gewährleistung der geotechnischen Sicherheit während der Weiterführung der Sanierungsmaßnahmen im Böschungsbereich des Concordiasees war im Zeitraum 2017 bis 2020 die Weiterführung des bestehenden Entwässerungs- und Ableitungsregime zur Haltung des Wasserspiegels im Concordiasee auf einem Niveau von ca. +84,5 mNHN ganzjährig über eine Pumpstation im Norden des Concordiasees notwendig. Im südlichen Anstrom wurde zur Entlastung der Druckverhältnisse der Liegend-Grundwasserleiter ein Brunnenriegel mit durchschnittlich 21 Filterbrunnen betrieben. Die Ableitung, der über den Filterbrunnenriegel gehobenen Wässer, erfolgte in die Selke. Hinzu kommt im Rahmen der Regulierung des Wasserspiegels im Tagebaurestloch Königsau der Zufluss in den Concordiasee über die vorhandene Freispiegelleitung.

Mit der Ableitung von Teilmengen der gehobenen Wässer in die Selke wird nicht nur den Forderungen zur Gewährleistung der geotechnischen Sicherheit Genüge getan, sondern auch die Belange des Naturschutzes unterstützt. Gerade in den sehr trockenen Sommern im Zeitraum 2018 bis 2020 konnte mit den Wässern der Mindestwasserspiegel der Selke gehalten werden. Die Selke gilt als einer der schönsten Flüsse des Harzes.

Der Selkeabschnitt zwischen Hoym und Gatersleben ist Bestandteil des Naturschutzgebietes „Oberes Selketal“. Dieses besitzt durch den weitgehend unverbauten Bachlauf ein großes ökologisches Potential und einen hohen naturschutzfachlichen Stellenwert. Darüber hinaus ist das Selketal Bestandteil des Vogelschutzgebietes „Nördlicher Unterharz“ und des Landschaftsschutzgebietes „Harz und nördliches Harzvorland“ sowie des Naturparkes „Harz“.

Die im Berichtszeitraum gehobenen bzw. abgeleiteten Wassermengen sind in Tab. 2-2 zusammengestellt.

Weitere Besonderheiten im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen standen im Zeitraum 2017 bis 2020 im Bereich Tagebau Nachterstedt/Schadeleben und Tagebaurestloch Königsau an:

- Nach umfangreichen geotechnischen Einschätzungen der Randböschungssysteme konnte in Abstimmung mit der LMBV, dem Wirtschaftsministerium Sachsen-Anhalt, den zuständigen Behörden und der Gemeinde Seeland der nördliche Bereich des Concordiasees unter Beachtung einer 50 m-Sicherheitslinie zu den jeweiligen Randböschungen sowie ein Strandabschnitt am 13.07.2019 für die vorgezogene touristische Folgenutzung freigegeben werden (Abb. 2.3-1). Motorfreie Nutzungen, wie Segeln, Wind- und Kite-Surfen sowie Baden, sind hier seitdem möglich.
- Im Bereich „Altablagerung Schwelereirückstände“ konnten die Profilierungen von Endabdeckung und Endböschungen mit Sicherung gegen Wellenschlag

und die Monitoringelemente zur langfristigen Überwachung der Elutionen aus der Altlast erfolgreich abgeschlossen werden.

- Ebenfalls fanden die Anstützung des Haupttrutschungskessels im westlichen und mittleren Bereich mit der Profilierung von Endböschungen, Wasserwechselzonen, Niederschlagswasserableitung und langfristigen Monitoringelementen den Abschluss.
- Die im Rahmen der Sanierung zurückgesetzten Haldenabschnitte wurden entsprechend den naturschutzfachlichen Auflagen mit Baum- und Strauchpflanzungen begrünt, Ausgleichsmaßnahmen für Flora und Fauna umgesetzt sowie endprofiliertere Bereiche mit Anspritzbegrünung gegen Erosionen gesichert.

Einen weiteren Schwerpunkt des Sanierungsbergbaus stellte der **Tagebau Mücheln** im Geiseltal dar, bei dem im Bereich Hafen Braunsbedra einschließlich Seebrücke im Juni 2017 die Bergaufsicht beendet und nachfolgend der Bereich zwischen Pfännerhall und Frankleben für die öffentliche Nutzung freigegeben werden konnte. Für das zu diesem Tagebaukomplex gehörende **Tagebaurestloch Großkayna** – auch bekannt als Runstedter See – wurde im Juli 2019 die Bergaufsicht beendet.

2.3.3 Gefahrenabwehr Tontagebaue Möckern/Vehlitz

Die Gefahrenabwehrmaßnahmen waren erforderlich, da in die **Tontagebaue Möckern und Vehlitz**, abweichend von Betriebsplanzulassungen, Abfälle mit einem hohen Organikanteil verbracht wurden und in der Folge Gefahren geotechnischer Natur auftraten. So waren z.B. diverse Böschungsbereiche in ihrer Standsicherheit akut gefährdet. Darüber hinaus bildeten sich durch den deponietypischen Verrottungsprozess Gase und Sickerwässer, die bei Austreten in die Biosphäre Umweltschutzgüter hätten gefährden können. Das LAGB handelte hierbei mit Unterstützung der Landesanstalt für Altlast-



Abb. 2.3-2 Tontagebau Möckern nach Abschluss der Gesamtsicherung 2017 (Quelle: LAGB)

tenfreistellung in Ersatzvornahme für den insoweit untätig gebliebenen Insolvenzverwalter des ehemaligen Bergbaubetriebes.

Im **Tontagebau Möckern** wurde im gesamten Berichtszeitraum die in 2014 installierte Gasfassungs- und -verbrennungsanlage zur Absaugung und schadlosen Verbrennung der im Deponiekörper entstehenden Gase betrieben. Maßgeblicher Schwerpunkt der Gefahrenabwehr stellte nach entsprechender Planung die sog. Gesamtsicherung – vergleichbar mit einem Sanierungsplan nach Bodenschutzrecht – dar, in deren Zuge die Endgestaltung des Oberflächenprofils inklusive einer qualifizierten Oberflächenabdichtung mit Anschluss an die Vorflut erfolgte und die Endausbaustufe der Gasfassung errichtet wurde. Diese Maßnahme konnte 2017 beendet werden (Abb. 2.3-2). Seither erfolgen fortlaufend entsprechende Kontroll- und Wartungsarbeiten betreffend Gasfassungs- und -verbrennungsanlage/Trafo Stromversorgung sowie Unterhaltung und Pflegeleistungen (Oberflächenabdichtung und Zaunanlage).

Auch im **Tontagebau Vehlitz** wurde im gesamten Berichtszeitraum eine Gasfassungs- und -verbrennungsanlage betrieben. Neben der 2018 erfolgten Errichtung der Dichtwand zwischen dem sogenannten Teilfeld I und den unmittelbar daran angrenzenden Kleiteichen stellte die 2019 abgeschlossene provisorische Oberflächenprofilierung und -abdeckung des Teilfeldes II Süd den Schwerpunkt der im Berichtszeitraum erfolgten Gefahrenabwehrmaßnahmen dar (Abb. 2.3-3). Beide Maßnahmen dienten der Vermeidung des Weiteren Anstiegs des Sickerwasserspiegels im Abfallkörper.



Abb. 2.3-3 Tontagebau Vehlitz nach Abschluss der provisorischen Oberflächenprofilierung und -abdeckung Teilfeld II Süd 2019 (Quelle: LAGB)

In beiden Tagebauen werden die Wirksamkeit und Nachhaltigkeit der Gefahrenabwehrmaßnahmen mit Hilfe eines Monitorings überprüft. Das Monitoring entspricht seit 2018 den Anforderungen der Deponieverordnung, Anhang 5 (Erfassung Niederschläge, Setzungen und Setzungsgeschwindigkeiten der Deponieoberfläche, gefasste Gasmengen und -qualitäten, Emissionen über der Deponieoberfläche und Gaskonzentrationen im näheren Umfeld der Deponie).

Wegen der weiteren Einzelheiten sei an dieser Stelle auf die Veröffentlichungen diverser Vorträge auf der LAGB-Homepage (<https://lagb.sachsen-anhalt.de/service/veroeffentlichungen/tontagebaue-moekern-und-vehlitz/>) verwiesen, die zur Information der Öffentlichkeit in Möckern und Vehlitz gehalten wurden.

2.4 Dezernat 14 – Markscheide- und Berechtsamswesen, Altbergbau

SUSANN STELZNER, YVONNE RAPPSILBER,
JENS FIEBIG, DIRK TINTEMANN

Belange des Markscheide- und Berechtsamswesens, begründet im Bundesberggesetz, sowie des Altbergbaus sind im Rahmen der Zuständigkeitsübertragungsverordnung die Kernthemen des Dezernates 14. In diesem Rahmen erstellt das Dezernat Stellungnahmen, sowohl im Sinne Träger öffentlicher Belange, als auch im Zuge von privaten Anfragen. Die Mitarbeitenden treten auch als fachtechnischer Berater für Behörden, Planungsbüros und Bürger auf.

2.4.1 Markscheidewesen

Im Zeitraum 2017 bis 2020 wurden in Sachsen-Anhalt 6 Markscheider anerkannt sowie 2 Diplom-Ingenieure

zu anerkannten anderen Personen im Sinne des § 13 der Markscheiderbergverordnung ernannt. Zum Stichtag 31.12.2020 sind in Sachsen-Anhalt damit 50 Markscheider mit Geschäftsräumen im gesamten Bundesgebiet sowie 7 anerkannte andere Personen registriert.

Neben der Aufsicht über die Markscheider und anerkannten anderen Personen liegt der Schwerpunkt der Tätigkeiten im Bereich Markscheidewesen in der Kontrolle der von diesem Personenkreis anzufertigenden, in bestimmten Intervallen nachzutragenden und bei der Behörde einzureichenden Risswerke der Bergbaubetriebe. Die Risswerke dienen neben der Dokumentation der bergbaulichen Tätigkeiten vor allem der Durchführung der Bergaufsicht. Der beschriebene Personenkreis ist alleinig berechtigt, für die bergmännischen Betriebe im Land Sachsen-Anhalt die Risswerke nach den §§ 63 und 64 Bundesberggesetz anzufertigen. Form und Inhalt dieser graphischen Darstellungen und Zusammenstellungen von Vermessungsergebnissen ergeben sich aus der Markscheiderbergverordnung und den technischen Regelwerken der DIN-Normen 21901 ff.

Parallel zu den beschriebenen Kontroll- und Aufsichtstätigkeiten war auf dem Gebiet des Markscheidewesens in den letzten Jahren die Novellierung der Markscheiderbergverordnung sowie der Einwirkungsbereichsbergverordnung vorherrschendes Thema. Wie die Bergbehörden der Bundesländer, so war auch das LAGB maßgeblich an der zeitgemäßen Anpassung der Gesetzestexte sowie an der Erstellung zugehöriger Umsetzungshilfen beteiligt. In regen Abstimmungsrunden der Arbeitsgemeinschaft der Markscheider der Länderbergbehörden (AGML) wurde der Prozess zur fachlichen Erarbeitung sowohl der Novellierungsvorschläge als auch der Umsetzungshilfen gestaltet.

Eine wesentliche Neuerung hat sich mit Inkrafttreten der Änderung am 18.10.2017 daraus ergeben, dass nunmehr auch Festlegungen zur Anwendbarkeit der Einwirkungsbereichs-Bergverordnung auf Bergbaubetriebe im Land Sachsen-Anhalt bestehen. Diese gelten für alle untertägigen Bergbaubetriebe, für Bergbaubetriebe mit Hilfe von Bohrungen und für Untergrundspeicher mit künstlich geschaffenen Hohlräumen (Kavernen). Die Einwirkungsbereiche dienen vorrangig dem Beurteilungsprozess in der Bergschadenskunde – einem Teilgebiet des Markscheidewesens. So beschreibt ein Einwirkungsbereich ein Gebiet an der Tagesoberfläche, in dem es durch bergbauliche Maßnahmen theoretisch zu Einwirkungen auf die Tagesoberfläche kommen kann. Ein typisches Beispiel für solche Einwirkungen sind mögliche Senkungen, aber auch Hebungen. Die aktuell für Sachsen-Anhalt veröffentlichten Bereiche weisen ausschließlich Flächen aus, in denen 10 cm oder mehr Bodenbewegungen markscheiderisch nachgewiesen worden sind. Diese Bereiche wurden von den Unternehmen beim Landesamt für Geologie und Bergwesen angezeigt. Das LAGB prüfte die Einwirkungsbereiche und gab insgesamt 6 bekannt.

Ein weiteres Teilgebiet des Markscheidewesens im LAGB stellt das Monitoring und damit einhergehend die Analyse von bergbaubedingten Bodenbewegungen dar. Dies umfasst die Veranlassung von Messungen über stillgelegten Tiefbaugruben ohne Rechtsnachfolger zur präventiven Observation sowie die Prüfung von Einwirkungsbereichen der aktiven Tiefbaubetriebe und ggf. anderer im Zuge der Bergaufsicht erforderlich werdender Vermessungen.

2.4.2 Berechtswesen

Aufgabe des Berechtswesens ist die Ordnung und Regelung des Bergbaus auf Grundlage von Bergbauberechtigungen. Es ist das Konzessionswesen für den Bergbau. Hierunter sind alle Entscheidungen und Verfahren auf der Grundlage des Bundesberggesetzes zur Regelung und Ordnung des übertägigen- und untertägigen Bergbaus auf der Basis von Bergbauberechtigungen gefasst. Insbesondere die Erteilung und Verleihung von Bergbauberechtigungen für bergfreie Bodenschätze gemäß Bundesberggesetz (Erlaubnis, Bewilligung und Bergwerkseigentum) sowie die Einstufung von Rohstoffen als grundeigene Bodenschätze sind Hauptaufgaben des Berechtswesens.

Mit diesen behördlichen Berechtigungen können Bergbaubetriebe den weiteren Genehmigungsprozess u. a. in Form von Betriebsplänen beschreiten.

Im Berechtswesen wird das Berechtswesensbuch geführt, in dem alle Bergbauberechtigungen registriert sind und alle Veränderung aktualisiert werden. Entgegen früherer analoger Führung des Berechtswesens-

ches erfolgt dies seit Jahren digital. Im Berichtszeitraum wurden entsprechende technische Anpassungen der Datenbank sowie die Überarbeitungen von Programmen für die zukünftige Funktionalität vorgenommen.

Das amtliche Berechtswesensbuch wird regelmäßig überarbeitet, damit Anfragen und Auskünfte immer aktuell beantwortet werden können. Tätigkeitsschwerpunkt im Berichtszeitraum waren Verfahren zur Verlängerung von Bewilligungen sowie die Zustimmung zur Veräußerung von Bergwerkseigentumen.

Es wurden 12 Bewilligungen im Berichtszeitraum verlängert und 10 Zustimmungen zur Veräußerung von Bergwerkseigentumen erteilt. Ein Bergwerkseigentum wurde geteilt und aufgehoben.

Neuerteilt wurde 2019 die Bewilligung „Pfännerschaft Holzplatz Halle“ auf den bergfreien Bodenschatz „Sole“. Es handelt sich um eine Wiederaufnahme der Förderung von Sole an einem Standort, an welchem bis 1964 bereits Sole gefördert wurde. Da die Förderstelle direkt am Saaleradweg steht, ist die Reaktivierung des historischen Standortes auch als wichtige touristische Komponente in der Angebotsstruktur der Stadt Halle zu sehen.

Eine öffentlichkeitswirksame Erlaubnis wurde nach umfangreichen Beteiligungsverfahren erteilt. Innerhalb dieser Erlaubnis auf den bergfreien Bodenschatz „Kohlenwasserstoffe nebst den bei ihrer Gewinnung anfallenden Gasen“ sollten die Vorräte an zur Energiegewinnung nutzbaren Kohlenwasserstoffe erkundet werden. Nicht zuletzt wegen fehlender Akzeptanz in der Bevölkerung wurde diese Erlaubnis im Berichtszeitraum auf Antrag der Rechteinhaberin wieder aufgehoben.

6 Verfahren zur Einstufung von grundeigenen Bodenschätzen nach § 3(4) Bundesberggesetz wurden im Zeitraum 2017 bis 2020 durchgeführt. Im Zusammenhang mit den Einstufungsverfahren sind auch teilweise Bewilligungen aufgehoben worden.

2.4.3 Altbergbau

Seit dem frühen Mittelalter setzte in weiten Bereichen des mitteleuropäischen Raumes eine zum Teil intensive über- und untertägige bergmännische Gewinnung von Bodenschätzen ein. Dieser Abbau der letzten 1.000 Jahre hinterließ zahlreiche oberflächennahe Hohlräume. Die Relikte der bergmännischen Tätigkeiten sind vor allem in den traditionsreichen Lagerstättenrevieren vorzufinden, wie zum Beispiel dem Harz oder dem Mansfelder Land. Vor allem die relativ dicht besiedelte mitteldeutsche Region (insbesondere das Land Sachsen-Anhalt) ist durch eine Vielzahl von tagesnahen, bergmännisch hergestellten Hohlräumen in Form von Altbergbau durchsetzt.

Der Begriff Altbergbau ist dabei wie folgt zu definieren: Altbergbau ist die Gesamtheit aller bergmännisch hergestellten Hohlräume (Grubenbaue) einschließlich Bohrungen sowie Tagebaue, Halden, Kippen und Restlöcher, die bergbaulich nicht mehr genutzt werden.

Das LAGB ist nach der Verordnung zur Übertragung von Zuständigkeiten im Altbergbau vom 19. Dezember 2007 (GVBl. LSA 2007, S. 475) für die Abwehr von Gefahren aus früherer bergbaulicher Tätigkeit in Bereichen stillgelegter bergbaulicher Anlagen, die nicht mehr der Bergaufsicht unterliegen, zuständig. Demnach erstreckt sich die sonderordnungsrechtliche Zuständigkeit des LAGB (§ 85 SOG LSA) auf stillgelegte bergbauliche Anlagen, die nach heutiger Rechtslage der Bergaufsicht unterliegen würden.

Das Handeln des LAGB erfolgt im Falle einer Gefahr nach § 3 Nr. 3 a) bis f) SOG LSA, sofern die Gefahr altbergbaulichen Ursprungs ist. Im Zuge der Gefahrenabwehr erfolgt zunächst die Ermittlung des Verantwortlichen i. S. d. § 7 SOG LSA. In Sachsen-Anhalt ist im Gegensatz zum früheren Bundesgebiet bei mehr als 90 % aller Altbergbaueinrichtungen ein Verantwortlicher (Rechtsnachfolger des Bergbaubetriebes) nicht mehr vorhanden. Der Hintergrund dieses Sachverhaltes in Sachsen-Anhalt ist, dass nach dem Zweiten Weltkrieg alle volkswirtschaftlich bedeutenden Bergwerke und Lagerstätten in Volkseigentum überführt worden sind (Enteignungsgesetz der Provinz Sachsen-Anhalt vom 30.05.1947 / Legalenteignung im Zuge der Verfassung der DDR vom 07.10.1949 / Berggesetz der DDR vom 12.05.1969). Im Zuge der Wiedervereinigung sind dann alle Untersuchungs-, Gewinnungs- und Speicherrechte des DDR-Staates erloschen.

Die umfangreiche bergmännische Tätigkeit hat eine Vielzahl von untertägigen und übertägigen bergbaulichen Anlagen zur Folge. Die in nachfolgender Tab. 2-3 aufgeführten Zahlen stellen größenordnungsmäßig die Anzahl der Altbergbauobjekte dar.

Die bisher erfassten altbergbaulich beeinflussten Flächen des Landes Sachsen-Anhalt entsprechen einer Fläche von ca. 817 km². Dies entspricht etwa 4 % der gesamten Landesfläche.

	Gruben	Restlöcher > 0,5 ha (ehemalige Tagebaue)	Halden	Kleinhalde	Entwässerungs- und Zugangsstollen	Schächte
Braunkohlenbergbau	740	300	500			
Bergbau auf Kali-, Steinsalz, Erze, Spate	360			10.000	110	12.000
gesamt	1.100	300	500	10.000	110	12.000

Tab. 2-3 Übersicht zu den Altbergbauobjekten in Sachsen-Anhalt

Die Basis der praktischen Tätigkeiten im Altbergbau sind die Auskunfts- und Informationssysteme Altbergbau (ISA), welche durch einen umfangreichen analogen Datenbestand ergänzt werden. Die Informationssysteme Altbergbau (ISA) stellen den grundsätzlichen digitalen Wissensspeicher in den Altbergbaubereichen Braunkohle (ISA-B), Kali und Salz (ISA-KS) sowie Erz und Spate (ISA-ES) dar. Diese Datensätze werden kontinuierlich inhaltlich gepflegt und ausgebaut.

Die in den Informationssystemen gesammelten Daten und Dokumente werden für Stellungnahmen und zur Einschätzung der Gefährdungssituation im Rahmen der Auskunftserteilung als Träger öffentlicher Belange (TÖB) wie auch für allgemeine bergbauliche Auskünfte genutzt. Im Fall von Schadensereignissen im Altbergbau werden die Informationssysteme als Grundlage für die Einschätzung der Gefahrenlage und auch für Planungen der notwendigen Gefahrenabwehrmaßnahmen herangezogen. Weiterhin sind die Daten der Informationssysteme die Grundlage für Maßnahmen der präventiven Gefahrenabwehr.

Eine wichtige zusätzliche Aufgabe ist der Erhalt der analogen Datenbasis welche u. a. aus den Risswerken besteht. Nebenbei bemerkt ist der älteste im LAGB lagern- de Riss aus dem Jahr 1760. Es handelt sich dabei um den Grund- und Saigerriss vom Breitunger Flözrevier.

Für den Erhalt der auch kulturhistorisch bedeutsamen Dokumente ist es erforderlich, die alten Rissplatten auf deren Restaurierungsbedarf hin zu kontrollieren. Im Rahmen dieser Arbeiten werden ca. 60 Rissplatten jährlich wieder in einen langfristig guten Zustand versetzt. In diesem Zusammenhang ist der Neubau des neuen Dienstgebäudes bedeutsam, da damit erstmalig eine optimale Lagermöglichkeiten für das Risswerk geschaffen wird. Weiterhin werden jährlich ungefähr 30 Blatt Altrisswerke vektorisiert und als Daten in die Informationssysteme übernommen.

In der Arbeit des LAGB als besondere Sicherheitsbehörde im Altbergbau spielt neben planmäßigen Erkundungs- und Verwahrungsmaßnahmen das regelmäßige Monitoring und die Gefahrenabwehr nach Schadensereignissen eine große Rolle. Hier gilt es, auf plötzlich

auftretende Ereignisse an der Tagesoberfläche schnellstmöglich angemessen zu reagieren und anschließend geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um einen sicheren Zustand herzustellen. Dies kann je nach Art und Ort der Gefahr, welche sich zumeist in Form eines Tagesbruches manifestiert, auf unterschiedlichste Weise erfolgen.

Vorrübergehend kann eine Umzäunung oder eine andere geeignete Absperrung vor der Gefahr schützen, um Zeit für weitere Erkundungen und die Planung von Verwahrungsmaßnahmen zu schaffen. Als Beispiel sei hier der Verbruch des Schachtes „Bergmanns Hoffnung“ im Thumkuhlental bei Wernigerode genannt (Abb. 2.4-1).

In vielen Fällen muss bei Schadensereignissen direkt im Anschluss an die Erkundung die dauerhafte Sicherung erfolgen. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn die Art des Ereignisses und die Lage in der Örtlichkeit eine zeitnahe Beseitigung der Gefahr erfordern. Ein Beispiel aus dem Berichtszeitraum ist der Verbruch eines alten Kupferschieferschachtes im Straßenbereich der Ortslage Benndorf (Abb. 2.4-2). Dieser wurde unmittelbar anschließend an das Ereignis dauerstandsicher durch Verpressen der Schachtsäule mit hydraulisch abbindenden Versatzbaustoff verahrt.

Im Berichtszeitraum wurden auch planmäßige Erkundungs- und Verwahrungsmaßnahmen durchgeführt. Beispielhaft für diese Arbeiten ist das Überhauen 105 der Grube Büchenberg im Harz (Abb. 2.4-3). Im Rahmen der präventiven Gefahrenabwehr durch Monitoring alter Bergbauobjekte wurde eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit festgestellt. Es erfolgte anschließend eine Gefährdungsanalyse an Hand vorliegender Informationen und eine Erkundung des Objektes. Im Ergebnis wurde eine dauerstandsichere Verwahrung geplant und ausgeführt.

Die Finanzierung dieser Arbeiten erfolgte aus dem Haushalt des Landes Sachsen-Anhalt. In den Berichtszeitraum fällt auch die fünfte Förderperiode des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) mit den Richtlinien über



Abb. 2.4-1 Erstsicherung des Verbruches des Schachtes „Bergmanns Hoffnung“ (Quelle: LAGB)

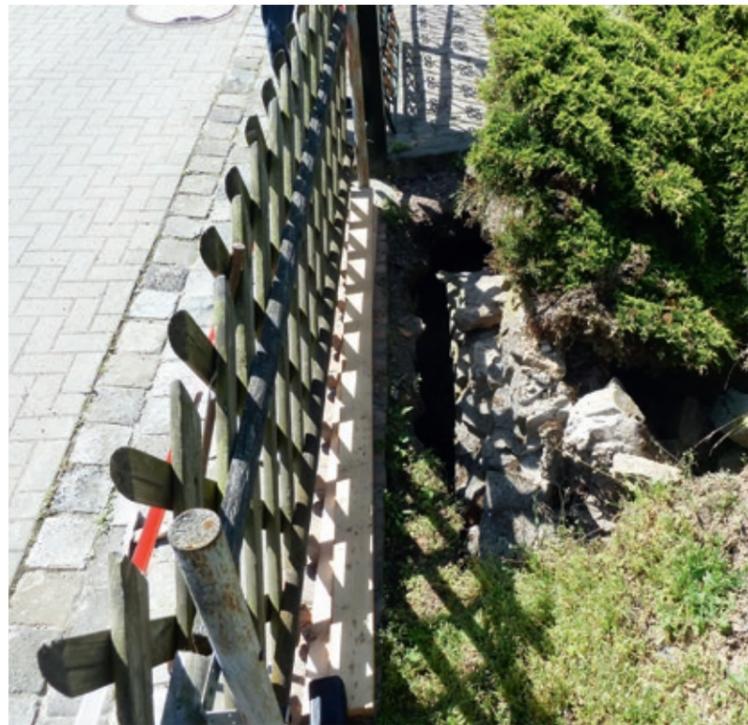


Abb. 2.4-2 Verbruch eines Kupferschieferschachtes in Benndorf vor der Erkundung (Quelle: LAGB)



Abb. 2.4-3 Kamerabefahrung des Überhauens 105 im Vorfeld der Verfüllung (Quelle: LAGB)

Nachfolgend sind Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen im Altbergbau aufgelistet (Tab. 2-4), welche im Rahmen der Zuständigkeit des LAGB nach der Verordnung zur Übertragung von Zuständigkeiten im Altbergbau erfolgten.

Jahr	Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahme
2017	<ul style="list-style-type: none"> • Elbingerode, Sicherung Bergerolle 11/2, Schachtkopfsicherung • Mansfeld, Kuhlöcher, Sicherungsarbeiten am Zugang zu ehemaligem Werksteintiefbau • Preußnitz, Tagesbruch 2017/01, Verfüllung • Benndorf, Tagesbruch 2017/03, Verfüllung • Elbingerode, Schachtverbruch Grenzschaft, Verfüllung • Wernigerode, Tagesbruch an der Tongrube, Verfüllung • Elbingerode, Tagesbruch an der B244, Verfüllung • Mücheln, Tagesbruch 2017/06, Verfüllung • Teutschenthal, Tagesbruch 2017/09+10, Verfüllung • Wernigerode, Schachtverbruch Bergmanns Hoffnung, Sicherung mit Zaun
2018	<ul style="list-style-type: none"> • Elbingerode, Sicherung ÜH 108, Schachtkopfsicherung • Hettstedt, Tagesbruch Molmecker Str.
2019	<ul style="list-style-type: none"> • Elbingerode, Büchenberg Schacht 1, Sicherung Schacht • Deuben, Tagesbruch 2019/03, Verfüllung
2020	<ul style="list-style-type: none"> • Elbingerode, Sicherung ÜH 105, Schachtverfüllung • Halle, Tagesbruch 2020/02, Verfüllung • Halle, Tagesbruch 2020/03, Verfüllung • Wolferode, Tagesbruch 2020/05, Verfüllung

Tab. 2-4 Übersicht zu den Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen im Berichtszeitraum 2017-2020

die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Bergbausanierungsmaßnahmen im Altbergbau ohne Rechtsnachfolger im Land Sachsen-Anhalt (RdErl. des MW vom 17.06.2015, 36-34314, veröffentlicht im MBl. LSA. 2015, S. 432). Gebietskörperschaften konnten Mittel nach den Richtlinien zur Sanierung von Altbergbauobjekten im weiteren Sinne beantragen. Dies betraf insbesondere:

- Maßnahmen zur Beseitigung von Gefahren aus untertägigem Bergbau, insbesondere zur Wiederherstellung oder dauerhaften Gewährleistung der Standsicherheit an der Tagesoberfläche, Verhinderung von Vernässungen im Einzugsbereich von Wasserlösestellen, infolge von Senkungen oder geändertem Grundwasserstand.
- Maßnahmen zur Beseitigung von Gefahren aus obertägigem Bergbau bei Tagebaurestlöchern, Halden und Kippen zur Herstellung der dauerhaften Standsicherheit und zur Sicherung eines sich selbst regulierenden Wasserhaushalts.
- Konzeptplanungen im Zusammenhang mit einer Risikobewertung ausgewählter Wasserlösestellen.

Im Gegensatz zu vorangegangenen Altbergbausanierungsrichtlinien des Landes Sachsen-Anhalt, gemäß welcher das LAGB als Fachbehörde in diese Maßnahmen mit einzubeziehen war, konnte das LAGB nunmehr lediglich auf Anfrage der Maßnahmenvollzieher



Abb. 2.4-4 Wasserführender Hagentalstollen nach Zugänglichkeit mit Tretwerk (Quelle: LAGB)

beratend tätig werden. So erfolgte auf Anfrage des Landkreises Harz eine fachtechnische Beratung und Begleitung im Zuge der Antragstellung und auch der Durchführung der Konzeptplanung für die dauerhafte Verwahrung des Wasserlösestollen des ehemaligen Flußspatbergwerkes Hohewarte im Hagental bei Gernode (Abb. 2.4-4).

Die nachfolgend aufgeführten Projekte hat das LAGB beratend unterstützt:

- Nienburg, OT Altenburg, Sicherung Böschung Gipstagebau
- Aschersleben, OT Drohndorf, Verwahrung bergmännischer Hohlräume
- Gernode, Konzeptplanung Hagentalstollen
- Bad Dürrenberg, Verwahrung/Sicherung des Borlachschatzes
- Haldensleben, OT Süplingen, Sicherung Steilwand
- Salzlandkreis, Bergbausanierung K 1306 FS Hecklingen-Groß Börnecke
- Verwahrung Klosterwerke Blankenburg

2.5 Dezernat 33 – Besondere Verfahrensarten

ANNE KIRSTENPFAD, SILVIA LAQUA

Dem Dezernat 33 obliegt die Durchführung von bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und Öffentlichkeitsbeteiligung, die Durchführung von förmlichen Verwaltungsverfahren nach Umweltrecht einschließlich

UVP und Öffentlichkeitsbeteiligung, die Durchführung von allgemeinen und standortbezogenen Vorprüfungen zur Feststellung der UVP-Pflicht nach UVPG bzw. UVPG LSA, die Durchführung von Grundabtretungsverfahren, der Vollzug der Verordnung über Felde- und Förderabgabe des Landes Sachsen-Anhalt (FörderAVO), die Führung der bergbaulichen Statistik entsprechend der Unterlagen-Bergverordnung sowie die Bearbeitung rechtlicher Angelegenheiten des Aufgabenbereiches des Dezernates einschließlich der Prozessvertretung und Vertretung bei außergerichtlichen Verhandlungen.

2.5.1 Planfeststellungsverfahren

Im Fokus der Arbeit des Dezernates 33 stand im Berichtszeitraum unbestritten der Antrag der K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Zielitz, auf Zulassung des Rahmenbetriebsplanes für das Vorhaben „**Haldenkapazitätserweiterung II Werk Zielitz (HKE II)**“. Der Antrag wurde nach mehreren Jahren der Planaufstellung und intensiven Antragsberatung unter Beteiligung zahlreicher Fachbehörden am 04.10.2017 eingereicht und lag mit Stand vom 16.04.2018 vollständig vor.

Außergewöhnlich war hierbei in erster Linie die Dimension des Vorhabens selbst. Gegenstand ist die Aufhaltung von weiteren 340 Mio. t Rückstand der Kali-Gewinnung über einen Zeitraum von ca. 34 Jahren. Zu diesem Zweck soll mit der beantragten sogenannten Nordvariante der Haldenkomplex 2 / HKE um rd. 200 ha in nördliche Richtung erweitert werden, die Haldenhöhe soll inklusive einer max. 10 m starken Oberflä-



Abb. 2.5-1 Haldenkomplex Halde 2/HKE/HKE II – erste Rückstandsschüttung auf die basisabgedichtete Fläche der HKE II (Quelle: K + S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Zielitz)



Abb. 2.5-2 Kiessandtagebau Trabitz- Erweiterungsfeld Ost (Quelle: SCHWENK Sand & Kies Nord GmbH & Co. KG /Conné van d' Grachten)

chenabdeckung bis zu +230 m üNN (= 150 m üGOK) erreichen. Hinzu kommen Infrastruktureinrichtungen auf einer Fläche von rund 11 ha und eine neu zu errichtende Stapelbeckenanlage auf einer Fläche von rund 19 ha mit einem Fassungsvermögen von ca. 480.000 m³, eine ca. 5,5 km lange Abstoßleitung zur Elbe sowie eine neue Nordwest-Zufahrt mit Einmündung in die K1174 und eine Zufahrt zur Stapelbeckenanlage.

Auch der Umfang an (Antrags-)Unterlagen und die damit verbundenen erforderlichen Verwaltungsvorgänge hatten ein Alleinstellungsmerkmal. So bestand der zu prüfende Antrag aus 37 Ordnern mit insgesamt ca. 7.100 Seiten. Der letztendlich planfestgestellte Rahmenbetriebsplan besteht aufgrund diverser Ergänzungen und Konkretisierungen aus 46 Ordnern mit 9.120 paginierten Seiten.

Diese Menge an Unterlagen stellte das Dezernat allein im Rahmen der erforderlichen Bekanntmachungen und Auslegungen vor große logistische Herausforderungen. So mussten die Antragsunterlagen in insgesamt 68 Umzugskartons in 16 Gemeinden zu 17 Auslegungsstellen transportiert werden.

Eine Herausforderung stellte dieses Verfahren nicht allein aufgrund der außergewöhnlichen Datenmenge dar. Auch die mit dem Vorhaben verbundenen technischen Besonderheiten, wie die weltweiten technischen Neuheiten des Systems Basisabdichtung und der Oberflächenabdeckung in Gestalt der Infiltrationshemmschicht, sowie die Vielzahl der durch das Vorhaben berührten Belange stellten das LAGB vor neue

Herausforderungen. Vor diesem Hintergrund waren die Verfahrensführung und Prüfung der Zulassungsvoraussetzungen mit einer hohen fachlichen und rechtlichen Komplexität verbunden. Dies spiegelt sich auch in der großen Anzahl der mit dem Bescheid konzentrierten Genehmigungen wider. Allein aus naturschutz- und artenschutzrechtlicher Sicht wurde eine Vielzahl an Genehmigungen, Befreiungen und Ausnahmen, u. a. im Zusammenhang mit den betroffenen Landschaftsschutzgebieten und Natura-2000-Gebieten erteilt. Im Zusammenhang mit dem Vorhaben waren zudem diverse wasserrechtliche, baurechtliche, denkmalschutzrechtliche, luftverkehrsrechtliche, straßenrechtliche und wasserwegerechtliche Genehmigungen zu erteilen. Nachdem im Jahr 2019 bereits der vorzeitige Beginn für vorbereitende Maßnahmen, vor allem die Fällung und Rodung von ca. 30 ha Waldflächen sowie die Errichtung der notwendigen Infrastruktur, nebst Erteilung erforderlicher wasserrechtlicher Erlaubnisse zugelassen wurde, war es dann im Dezember 2020 soweit (Abb. 2.5-1). Mit Datum vom 16.12.2020 wurde der Planfeststellungsbeschluss erlassen. Die Entscheidung umfasst insgesamt 972 Seiten. Möglich war dieser zügige und planmäßige Abschluss des Verfahrens nur mit der engagierten Mitwirkung aller Mitarbeitenden im Dezernat, der engen Zusammenarbeit mit Beschäftigten der anderen Fachdezernate des LAGB in der eigens dafür gegründeten Arbeitsgruppe sowie der Unterstützung von Kolleginnen und Kollegen aus allen Bereichen des LAGB bei den vielzähligen kleinen und großen logistischen, organisatorischen und technischen zu bewältigenden Aufgaben. Auch im Rahmen der erforderlichen

Zustellungen des Planfeststellungsbeschlusses stand das LAGB vor bis dahin unbekanntem logistischen Problemstellungen. So mussten 26 Ausfertigungen ihre jeweiligen Adressaten entsprechend den Anforderungen des Verwaltungszustellungsrechts erreichen, wobei ein Einwurf in den Briefkasten aufgrund des Umfangs der Entscheidung ausschied. Bis zum Schluss war also eine konsequente aber auch kreative und flexible Verfahrensführung gefragt, um das umfangreichste und komplexeste Verfahren, das dem LAGB jemals zur Entscheidung vorlag, rechtssicher abzuschließen. Neben diesem außergewöhnlichen Verfahren war über die Erweiterung des **Kiessandtagebaus Trabitze/Groß Rosenberg** (Abb. 2.5-2) um das Erweiterungsfeld Ost zu entscheiden. Da mit dem Vorhaben eine Abbaufäche von 139,8 ha beansprucht wird und dauerhaft drei weitere Gewässer hergestellt werden, war auch für diese Planänderung ein obligatorischer Rahmenbetriebsplan aufzustellen und für dessen Zulassung ein bergrechtliches Planfeststellungsverfahren mit integrierter UVP durchzuführen. Der Planfeststellungsbeschluss konnte am 08.06.2017 erlassen werden.

Im Übrigen hat sich der Schwerpunkt im Tätigkeitsbereich in den vergangenen Jahren auf Änderungen und Ergänzungen planfestgestellter Vorhaben verlagert. Gegenstand sind dabei unter anderem Änderungen des landschaftspflegerischen Begleitplanes, die Errichtung baulicher oder technischer Anlagen oder die Erweiterung von Abbaufächen. Zunehmend werden auch Anträge über die Verlängerung der Laufzeit bereits planfestgestellter Vorhaben beschieden. Sofern keine UVP-Pflicht besteht, wird hierfür ein Planänderungs- bzw. Planergänzungsverfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt. Im Berichtszeitraum war insgesamt über mehr als 20 Planänderungen und Planergänzungen zu entscheiden.

Daneben wurden zahlreiche allgemeine und standortbezogene Vorprüfungen zur Feststellung der UVP-Pflicht durchgeführt und 4 Verfahren eingestellt.

2.5.2 Förmliche Verfahren nach sonstigen umweltrechtlichen Vorschriften

Neben den bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren werden im Dezernat 33 förmliche Verwaltungsverfahren nach sonstigen umweltrechtlichen Vorschriften, z. B. nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Wasserhaushaltsgesetz (bzw. dem Wassergesetz des Landes Sachsen-Anhalt) oder dem Kreislaufwirtschaftsgesetz geführt.

Im Jahr 2018 beantragte die K + S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Zielitz, die Änderung des Betriebs der Untertagedeponie Zielitz (UTD Zielitz) gehörenden Silo- und Absackanlage. Das LAGB führte hierzu die allgemeine Vorprüfung zur Feststellung der UVP-Pflicht

für die beabsichtigte Änderung betreffend die Dichteregulierung durch Vermischen von Abfällen mit gleichen und unterschiedlichen Abfallschlüsselnummern durch. Im Ergebnis der Prüfung wurde festgestellt, dass keine Pflicht zur Durchführung einer UVP besteht.

Die GTS Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG kündigte einen Antrag auf Genehmigung für eine wesentliche Änderung der Anlage zum Umschlagen, Lagern und Behandeln von Abfällen am Standort Teutschenthal (immissionsschutzrechtliche Genehmigung vom 22.09.2004) an. Zielstellung sollte unter anderem die Optimierung der (vorhandenen Frei-)Lagerfläche sowie der Betrieb derselben unter Verzicht auf den Ausbau des bestehenden Freilagers zu einer Lagerhalle sein. Hierzu wurde im Jahr 2018 eine Unterlage zur Durchführung einer allgemeinen Vorprüfung zur Feststellung der UVP-Pflicht vorgelegt. Im Ergebnis der Prüfung wurde die Pflicht zur Durchführung einer UVP festgestellt, ein entsprechender Antrag auf Durchführung eines immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens wurde jedoch noch nicht gestellt. Mit Entscheidung vom 07.03.2019 wurde die Stilllegung und Beräumung des Freilagers angeordnet.

2.5.3 Grundabtretungsverfahren

Im Berichtszeitraum wurde ein Grundabtretungsverfahren mit Grundabtretungsbeschluss sowie vorzeitiger Besitzeinweisung und Anordnung der sofortigen Vollziehung abgeschlossen. Die Ausführung der Grundabtretung wurde nicht angeordnet, da nach Erlass des Grundabtretungsbeschlusses eine gütliche Einigung erzielt worden ist.

Im Übrigen konnten sechs Grundabtretungsverfahren nach einer gütlichen Einigung zwischen Antragstellerin und Grundstückseigentümer eingestellt werden.

Insgesamt ist die Zahl der angestregten Grundabtretungsverfahren rückläufig.

2.5.4 Feldes- und Förderabgabe

Nachdem in Sachsen-Anhalt die Pflicht zur Entrichtung der Feldes- und Förderabgabe nach den §§ 31 und 32 Bundesberggesetz (BBergG) sowie der Verordnung über Feldes- und Förderabgabe des Landes Sachsen-Anhalt (FörderAVO) für den Zeitraum vom 01.01.2002 bis zum 31.12.2012 ausgesetzt wurde, ist diese Pflicht ab dem 01.01.2013 wieder aufgelebt.

Der Inhaber einer Bewilligung ist damit grundsätzlich verpflichtet, jährlich für die innerhalb der jeweiligen Jahres aus dem Bewilligungsfeld gewonnenen und mitgewonnenen bergfreien Bodenschätze eine Förderabgabe zu entrichten. Ausgenommen von dieser Pflicht sind derzeit die Braunkohle und natürlich vorkommende

und für balneologische sowie touristische Zwecke genutzte Sole. Nach § 13 FörderAVO sind diese Rohstoffe im Zeitraum vom 01.01.2019 bis zum 31.12.2022 von der Förderabgabe befreit.

Der Marktwert für Bodenschätze im Sinne des § 31 Abs. 2 BBergG wird seit dem Jahr 2019 jährlich durch das LAGB festgestellt und auf der Internetseite des LAGB veröffentlicht. Dieser Marktwert orientiert sich am Produktionswert und der Produktionsmenge aus der Statistik für das Produzierende Gewerbe des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden.

Da im Berichtszeitraum lediglich drei Erlaubnisinhaber feldesabgabepflichtig waren, konzentrierte sich die Tätigkeit auf die Prüfung und Festsetzung der Förderabgabe. Insgesamt sind derzeit 91 Betriebe förderabgabepflichtig. Die notwendigen Prüfungen und Festsetzungen sind einschließlich des Erhebungsjahres 2018 abgeschlossen. Offen sind aktuell noch verschiedene Vorgänge aus den Erhebungsjahren ab 2019. Darüber hinaus wurde die Vollständigkeit und Richtigkeit der Förderabgabe in Bezug auf drei Betriebe für die Erhebungsjahre 2016 bis 2019 einer Prüfung im Sinne des § 6 FörderAVO durch eine beauftragte externe Prüfgemeinschaft unterzogen. Im Rahmen der Prüfung wurden die entrichteten Abgaben im Wesentlichen bestätigt.

Verwaltungsgerichtliche Klagen gegen zwei Festsetzungsbescheide, welche den Erhebungszeitraum bis 2018 betreffen, wurden abgewiesen und damit die Bescheide des LAGB bestätigt.

2.5.5 Bergbauliche Statistik

Im Dezernat 33 werden zudem die statistischen Mitteilungen entsprechend §§ 9 und 10 der Bergverordnung über vermessungstechnische und sicherheitliche Unterlagen (Unterlagen-Bergverordnung - UnterlagenBergV) erhoben und für die jährliche Bundesstatistik weiterverarbeitet.

Mit den auf der Internetseite des LAGB veröffentlichten Formularen wird es den derzeit 178 meldepflichtigen Unternehmen ermöglicht, ihre Meldungen einfach und effektiv vorzunehmen. Neben den Förderzahlen werden weitere Kennziffern, wie die Anzahl der Beschäftigten und die geleistete Arbeitszeit sowie die für die bergbaulichen Tätigkeiten in Anspruch genommenen und wiedernutzbar gemachten Flächen erhoben.

In den letzten Jahren zeigte sich eine stärker wachsende Akzeptanz der Unternehmen zur Erfassung der Daten, sodass die Anzahl der zusätzlichen Mahnungen und Mehrfachmahnungen signifikant abgenommen hat. Erinnerungen an die Meldepflicht an säumige Berichtspflichtige sind leider dennoch immer noch notwendig.

Hinsichtlich des Unfallgeschehens in Bergbaubetrieben in Sachsen-Anhalt wurden im Berichtszeitraum jährlich über 60 Unfälle erfasst. Dabei werden Auswertungen bezüglich der Bergbauzweige, der Unfallorte, der Art und Schwere der Unfälle und der Dauer des Arbeitsausfalls statistisch verarbeitet. Die Zahl der Arbeitsunfälle ist in den letzten Jahren leicht gestiegen, wobei im Berichtszeitraum ein tödlicher Arbeitsunfall zu verzeichnen war. Der Schwerpunkt der Unfälle lag im Zusammenhang mit technischen Arbeiten im überörtlichen Bereich.

2.6 Statistische Übersicht der bergbehördlichen Tätigkeiten im Berichtszeitraum 2017-2020

2.6.1 Markscheide- und Berechtamswesen, Altbergbau

Verfahren	2017	2018	2019	2020
Erteilung Erlaubnis gem. § 7 BBergG	0	0	1	0
Verlängerung/Versagung nach § 16 BBergG	0	0	1	10
Widerruf nach § 18 Abs. 3 BBergG	0	0	0	0
Aufhebungen nach § 19 BBergG (Erlaubnis, Bewilligung)	8	0	2	1
Aufhebungen nach § 20 BBergG (Bergwerkseigentum)	0	0	1	0
Zustimmungen nach § 22 BBergG (Übertragung ERL, BEW)	1	0	0	1
Genehmigung nach § 23 BBergG (Veräußerung BWE)	3	1	1	5
Teilung nach § 26, 28 BBergG	0	1	0	0
Genehmigung der Vereinigung nach § 26 BBergG	0	0	0	0

Tab. 2-5 Veränderungen an Bergbauberechtigungen

Art der Bergbauberechtigung	2017	2018	2019	2020
Erlaubnis	2	1	2	1
Bewilligung	130	128	116	112
Bergwerkseigentum	207	208	207	207
Alte Rechte	7	7	7	7
GEB nach § 3 Abs.4 BBergG	69	70	73	75
Gesamt	415	414	405	402

Tab. 2-6 Bestand an Bergbauberechtigungen zum 31.12. des jeweiligen Jahres

Verfahren	2017	2018	2019	2020
Amtliche Probenahmen (§ 3 Abs. 4 BBergG)	1	2	1	0
Feststellungen nach § 3 Abs. 4 BBergG	1	3	2	1
Anerkennung von Markscheidern gem. § 64 Abs.1 BBergG	2	1	1	2
Anerkennung anderer Personen gem. § 64 Abs.2 BBergG	0	2	0	0
Auskünfte in Berechtsamsangelegenheiten	20	18	15	20
Löschung von Dienstbarkeiten	4	0	0	2
Bergbauliche Stellungnahmen (ohne TÖB)	97	42	36	50

Tab. 2-7 Sonstige Verfahren aus dem Bereich Berechtsamswesen/Markscheidewesen

Bezeichnung	Anzahl der Risswerke/Blattanzahl			
	2017	2018	2019	2020
Risswerke nach § 63 BBergG	311/7673	380/8053	380/8373	380/8560
Berechtsamskarten	3/231	3/231	3/231	3/231
Übersichtskarten	2/19	2/19	2/19	2/19
Übersichtskarte	2/2	2/2	2/2	2/2
Orthophotos (analog/digital)	1/249	1/249	1/249	1/249
Summe	319/8174	388/8554	388/8874	388/9061

Tab. 2-8 Bestand an Risswerken

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

Tab. 2-9 Bestand an Rissen und Karten des Altbergbaus

2.6.2 Betriebsaufsicht/Betriebsplanverfahren/Besondere Verfahrensarten

Art/Bodenschatz	2017	2018	2019	2020
Steine und Erden	176	173	180	175
Braunkohlentagebaue	12	13	13	13
Braunkohlenveredlungsbetriebe	11	10	10	10
Kali- und Steinsalz (inkl. UTD und ERAM)	7	7	7	7
Haldenrückgewinnung (Eisenerz)	0	1	1	1
Erdgas	1	1	1	1
Erz (Kupfer; Schwefelkies; Flussspat; Schwerspat)	5	5	5	5
Besucherbergwerke	3	3	3	3
Besucherhöhlen	3	3	3	3
Solegewinnung	9	9	9	8
davon: Aussolung von Kavernen	6	6	6	4
Balneologische Nutzung	3	3	3	3
davon: Museumsbetrieb	0	0	0	1
Untergroundspeicher	9	9	9	9
davon: Kavernenspeicher für Erdgas	5	5	6	5
Bergwerksspeicher für Erdgas	1	1	1	1
Porenspeicher für Erdgas	1	1	1	1
Kavernenspeicher für Produkte	2	2	2	2
Betriebe gesamt	236	234	241	235

Tab. 2-10 Anzahl der Betriebe unter Bergaufsicht am 31.12. des jeweiligen Jahres

	2017	2018	2019	2020
in Tagebauen	400	347	370	302
über Tage	325	243	261	188
unter Tage	137	131	93	47
Summe	862	721	724	537

Tab. 2-11 Betriebsbefahrungen

	2017	2018	2019	2020
in Tagebauen	2	2	0	0
über Tage	2	1	1	0
unter Tage	2	5	4	3
Summe	6	8	5	3

Tab. 2-12 Unfalluntersuchungen

Betriebsplanart	2017	2018	2019	2020
Hauptbetriebsplan Gewinnung	104	86	97	71
Rahmenbetriebsplan (fakultativ)	2	0	1	1
Sonderbetriebsplan	72	103	69	107
Abschlussbetriebsplan	26	29	37	41
Summe	204	218	204	220

Tab. 2-13 Betriebsplanzulassungen inkl. Änderungen, Ergänzungen und Verlängerungen

Art der Entscheidung	2017	2018	2019	2020
Vorprüfung des Einzelfalls (§ 3c UVPG)	11	14	11	11
Verfahrenseinstellung	3	0	1	0
Zulassung vorzeitiger Beginn (§ 57b BBergG)	0	0	1	0
Planfeststellungsbeschluss	1	0	0	8
Planänderung/Planergänzung (§ 76 VwVfG)	4	5	5	0
Summe	19	19	18	19

Tab. 2-14 Planfeststellungsverfahren

Art der Entscheidung	2017	2018	2019	2020
Verfahrenseinstellung	2	1	2	1
Vorzeitige Besitzeinweisung (§§ 97ff BBergG)	1	0	0	0
Grundabtretungsbeschluss (§§ 77ff BBergG)	1	0	0	0
Ausführungsanordnung (§ 92 BBergG)	0	0	0	0
Summe	4	1	2	1

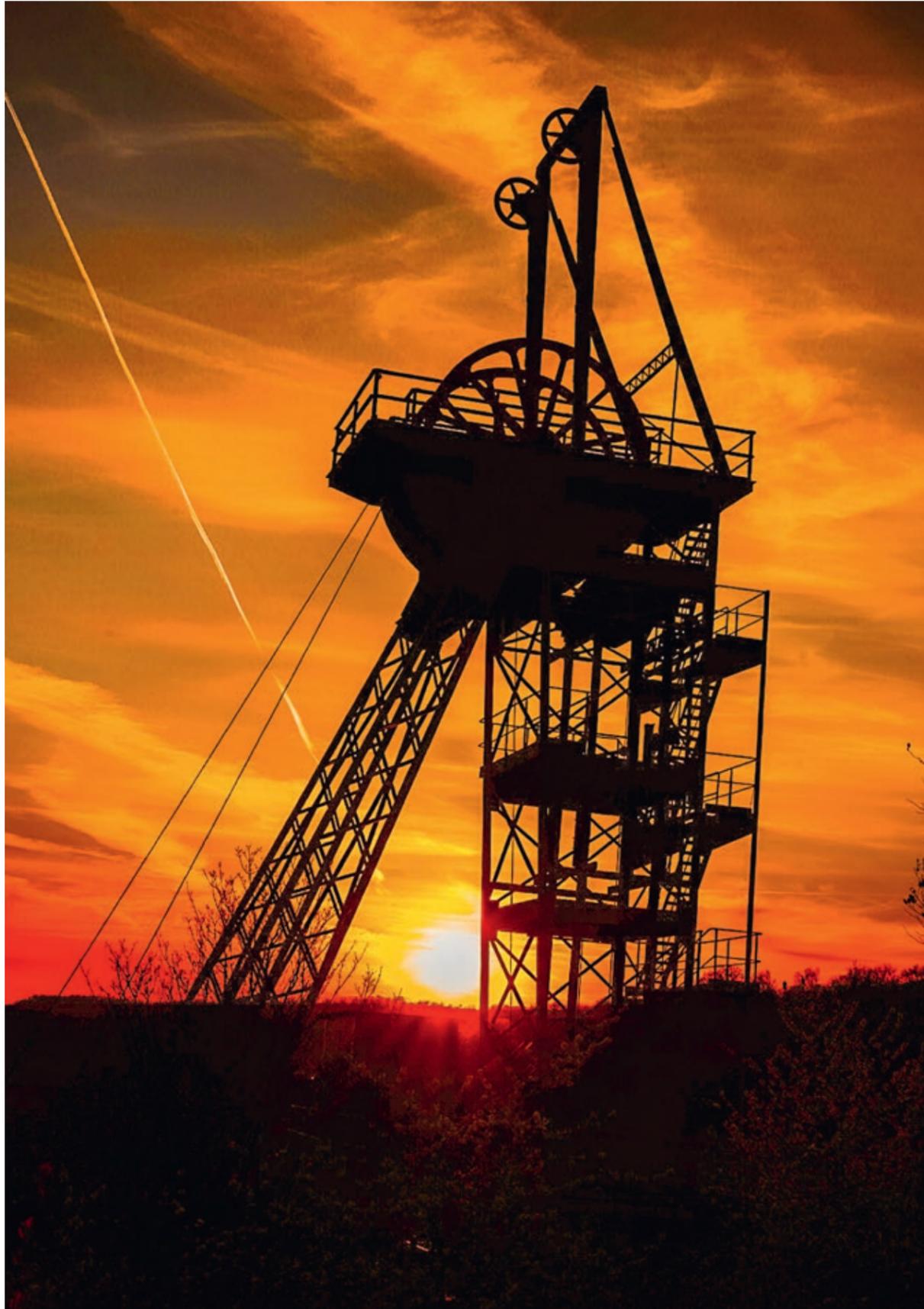
Tab. 2-15 Grundabtretungsverfahren

	2017	2018	2019	2020
Einnahmen aus Feldes-/Förderabgaben in Mio. €	1,547	2,375	2,142	2,198

Tab. 2-16 Einnahmen aus Feldes- und Förderabgaben

Art der Entscheidung	2017	2018	2019	2020
Nachträgliche Auflagen (§ 56 Abs.2 BBergG)	5	0	0	1
Anordnungen nach § 71 – 74 BBergG	0	1	0	1
Ausnahmegenehmigung (ArbZG - Verbot So-Arbeit)	12	10	3	5
Befähigungsscheine nach § 20 SprengG	19	7	19	19
Erlaubnisse nach § 7 SprengG	1	1	3	0
Unbedenklichkeitsbescheinigung, § 37 1. SprengV	84	90	69	56
Auskunftsersuchen allgemeiner Art	2	1	4	6
Sprengberechtigungen für Untertage	0	0	38	8
Einvernehmen nach § 36 SprengG	0	0	0	4
Prüfung und Abnahme von Seilfahrtsanlagen	0	0	0	0
Genehmigung von Schachtförderanlagen, § 4 BVOS	0	7	4	3
Wasserrechtliche Erlaubnisse	16	11	16	25
Anzeigen z. Umgang m. wassergefährd. Stoffen	5	4	5	3
Eignungsfeststellung nach § 63 WHG	5	2	0	2
Naturschutzrechtliche Eingriffsgenehmigungen	7	10	7	3
Anzeigen nach § 15 BImSchG	14	13	13	16
Genehmigung nach § 4/19 BImSchG	1	3	0	1
Vorzeitiger Beginn, § 8a BImSchG	2	0	0	1
Wesentliche Änderungen, § 16 BImSchG	2	1	1	1
Änderungen gemäß § 16 (4) BImSchG	1	0	0	0
Ausnahmegenehmigung nach § 26 der 13. BImSchV	0	1	0	2
Inspektionen nach § 16 der 12. BImSchV	0	0	1	0
Prüfung Sicherheitsbericht (§ 9 der 12. BImSchV)	1	1	0	0
Notfallübung gemäß § 10 Abs. 4 der 12. BImSchV	5	1	0	0
Dichtheitsprüfung umschlossener Strahler	5	85	73	76
Anzeige zum Einsatz radioaktiver Quellen	0	0	11	14
Umgangsgenehmigung nach § 7 StrSchV	3	1	1	2
EN nach § 5 NachwV (Grundverfahren)	14	30	8	13
EN nach § 5 NachwV (privilegiertes Verfahren)	51	56	51	37
Bergrechtliche Zulassungen Versatz	45	40	34	40
Notifizierung nach Art. 3 ff EG AbfallverbringungsVO	20	19	17	2
Anzeigen nach § 35 KrWG	0	2	0	1
Ausnahmen nach § 7 DepV	3	0	3	1
Entscheidungen nach § 5 GashochdruckleitungsVO	0	2	2	2
Anerkennung von Sachverständigen	1	2	0	1
Anträge nach UIG und IZG	7	8	6	8
Summe	330	409	389	356

Tab. 2-17 Sonstige Entscheidungen



Schachanlage Wettelrode. Hier wurde früher Kupferschiefer gewonnen. Heute befindet sich am Standort ein Besucherbergwerk (Quelle: Vera Böttge).

3 Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt

DR. CHRISTOPH GAUERT, REGINE SIMON, DR. DANILO WOLF

3.1 Entwicklung der Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt

Sachsen-Anhalt verfügt über zahlreiche Potentiale an oberflächennahen Rohstoffen (Abb. 3.1-3). Dazu zählen Kiese, Sande, Hartgesteine, Kalksteine, Tone/Kaoline und Quarzsande. Sie bilden den größten Anteil der Rohstoffförderung in unserem Land und sind die Basis für eine leistungsfähige Industrie (insbesondere Bau-, Zement- und Glasindustrie sowie Keramik). Die Verfügbarkeit von Rohstoffen war und ist eine unverzichtbare Voraussetzung für zahlreiche Industrieansiedlungen in unserem Land, sie bilden somit eine der wichtigsten Säulen der Volkswirtschaft. Der weitere Ausbau und der Erhalt der Infrastrukturen des Landes sowie die aktuell anhaltende Entwicklung im Wohnungsbau führen auch weiterhin zu einem unveränderten Bedarf an Baustoffen, vorrangig an Massenbaustoffen, wie Kies, Sand und Hartgesteinen.

Der Ausbau im Bereich der erneuerbaren Energien, wie Windkraft, Photovoltaik oder die Errichtung der Infrastruktur für die Wasserstoffproduktion werden, über einen noch nicht abzuschätzenden Zeitraum, zu einem zusätzlichen und deutlich erhöhten Bedarf an einheimischen Massenbaustoffen führen. Die regionale Verfügbarkeit dieser Rohstoffe bietet die Möglichkeit, mit geringen Transportwegen qualitativ hochwertige Produkte zu den Verbrauchern zu liefern.

In zahlreichen Branchen, wie z. B. der Zement- oder Soda-industrie wurden die Produktionsstätten in der Nähe der Rohstofflagerstätten errichtet. Zahlreiche Betriebe existieren bereits seit mehreren Jahrzehnten, allerdings werden die Technologien ständig verbessert, um sich den veränderten Qualitätsanforderungen sowie den gestiegenen Umweltstandards anzupassen.

In der nachfolgenden Abbildung 3.3-1 wird die Veränderung der Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt seit der politischen Wende im Jahr 1989 deutlich. Während vor 1989 die Gewinnung von Braunkohlen zur Absicherung der Energiebasis der damaligen Volkswirtschaft mit mehr als 40 Mio. t im Jahr den Hauptanteil der Rohstoffproduktion ausmachte, ist eine stetige Abnahme dieser Rohstoffmenge auf inzwischen nur noch rund 5 Mio. Jahrestonnen zu verzeichnen. Neben dem Ausbau mit erneuerbaren Energien (Windkraft, Photovoltaik) spiegeln sich hier die großen politischen Veränderungen mit der deutschen Wiedervereinigung und den damit verbundenen, neuen globalen Rahmenbedingungen der Rohstoffversorgung wider. Die Energieversorgung sowohl für die Volkswirtschaft als auch für die Bevölkerung wurde zu überwiegenden Teilen auf international verfügbares Erdgas umgestellt.

Allerdings zeigen die aktuellen globalen Entwicklungen, wie bedingt die Versorgung der Gesellschaft mit notwendigen Rohstoffen von der jeweiligen politischen Situation ist. Der Ukraine-Russland-Konflikt offenbart,

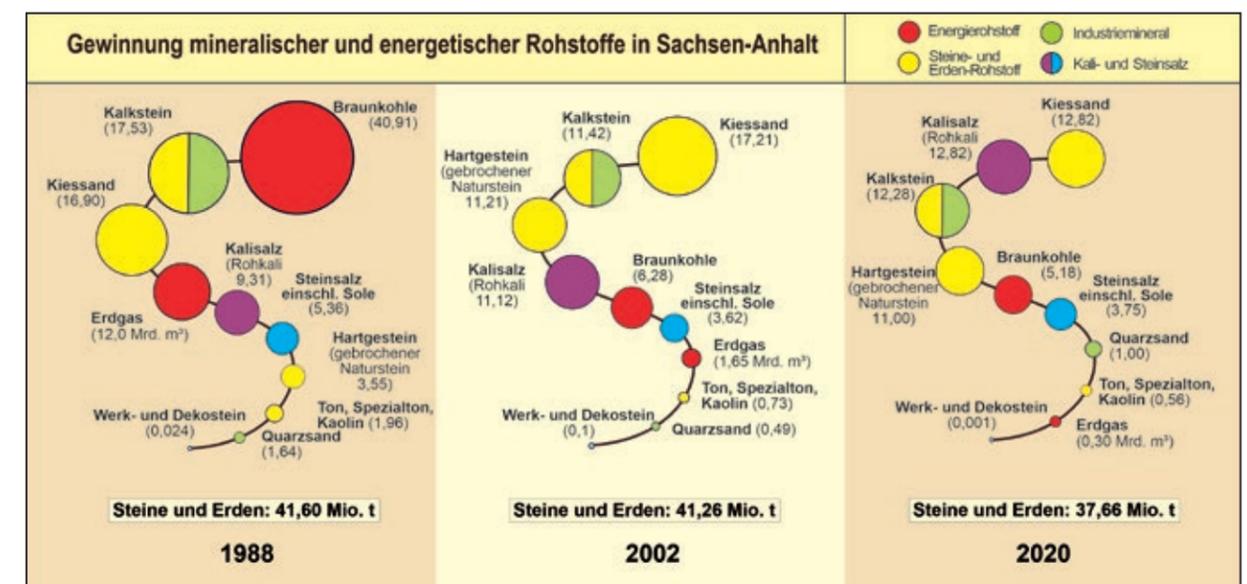


Abb. 3.1-1 Entwicklung der Rohstoffwirtschaft in Sachsen-Anhalt seit der politischen Wende im Jahr 1989

wie abhängig Deutschland von internationalen Rohstoffmärkten ist. Besonders beim Erdgas und Erdöl, die zur Aufrechterhaltung der gesellschaftlichen Strukturen notwendig sind, spitzt sich der weltweite Konflikt momentan extrem zu. Um diese Abhängigkeiten zu minimieren, sollte Deutschland wieder verstärkt das heimische Rohstoffpotenzial nutzen. Das setzt jedoch die Akzeptanz für den Rohstoffabbau in Deutschland voraus. Dafür gilt es, im Land das Rohstoffbewusstsein zu fördern und die Rahmenbedingungen zu verbessern.

Die Statistik zeigt (Abb. 3.1-1) auch, dass die Erdgasförderung stetig zurückgegangen ist. Inzwischen eignet sich die Qualität des in der Altmark geförderten Erdgases nicht mehr für die Einspeisung in das öffentliche Netz. Die erschlossene Lagerstätte ist fast komplett ausgebeutet. Neue Lagerstättenfelder sind bisher nicht bekannt. Es ist zu prüfen, ob unter den veränderten globalen Rahmenbedingungen die Suche nach alternativen Lagerstätten sinnvoll ist.

In den 20 Jahren seit Bestehen des Landesamtes für Geologie und Bergwesen zeigt die Rohstoffproduktion in Sachsen-Anhalt ein relativ stabiles Aufkommen. Auffällig ist lediglich der Rückgang der Fördermengen von Kiessanden, Braunkohle und Erdgas. Dafür ist für die Gewinnung von Kalisalzen und Quarzsanden ein leichter Anstieg zu verzeichnen (Abb. 3.1-1).

Um die Energieversorgung der Gesellschaft sicherzustellen, werden derzeit auch die Wiederinbetriebnahme einiger Braunkohlenkraftwerke wie auch die Laufzeitverlängerung von Atomkraftwerken diskutiert. Zahlreiche Unternehmen der rohstoffverarbeitenden Industrie, wie z. B. die Glas-, Soda- oder Zementproduktion benötigen eine konstante Energieversorgung. Dafür sind stabile, wirtschaftlich vertretbare Rahmenbedingungen seitens der Politik zu schaffen. Auch der weitere Ausbau mit erneuerbaren Energien erfordert einen zusätzlichen, noch nicht kalkulierbaren Bedarf an Rohstoffen. Es wird in naher Zukunft davon ausgegangen, dass es aufgrund der aktuellen Probleme auch zu Veränderungen in der Rohstoffpolitik kommen kann.

Der überwiegende Anteil der heimischen Rohstoffprodukte wird auch in der Region eingesetzt bzw. weiterverarbeitet. Die Gewinnung erfolgt an Standorten, an denen der Rohstoff unter wirtschaftlich nutzbaren Bedingungen verbreitet ist (Abb. 3.1-2 bis 4). Ziel muss sein, die Versorgungssicherheit der Wirtschaft und der Verbraucher auch zukünftig in genügender Menge, Qualität und zu vertretbaren Preisen zu gewährleisten. Die Sicherung einer wirtschaftlichen und umweltgerechten, nachhaltigen Rohstoffgewinnung muss von öffentlichem Interesse sein.



Abb. 3.1-2 Kiesgewinnung bei Dittfurt, im nördlichen Harzvorland. Die Gewinnung befindet sich im Bereich der Bodeaue, der Abbau erfolgt im Nassschnitt (Quelle: LAGB)

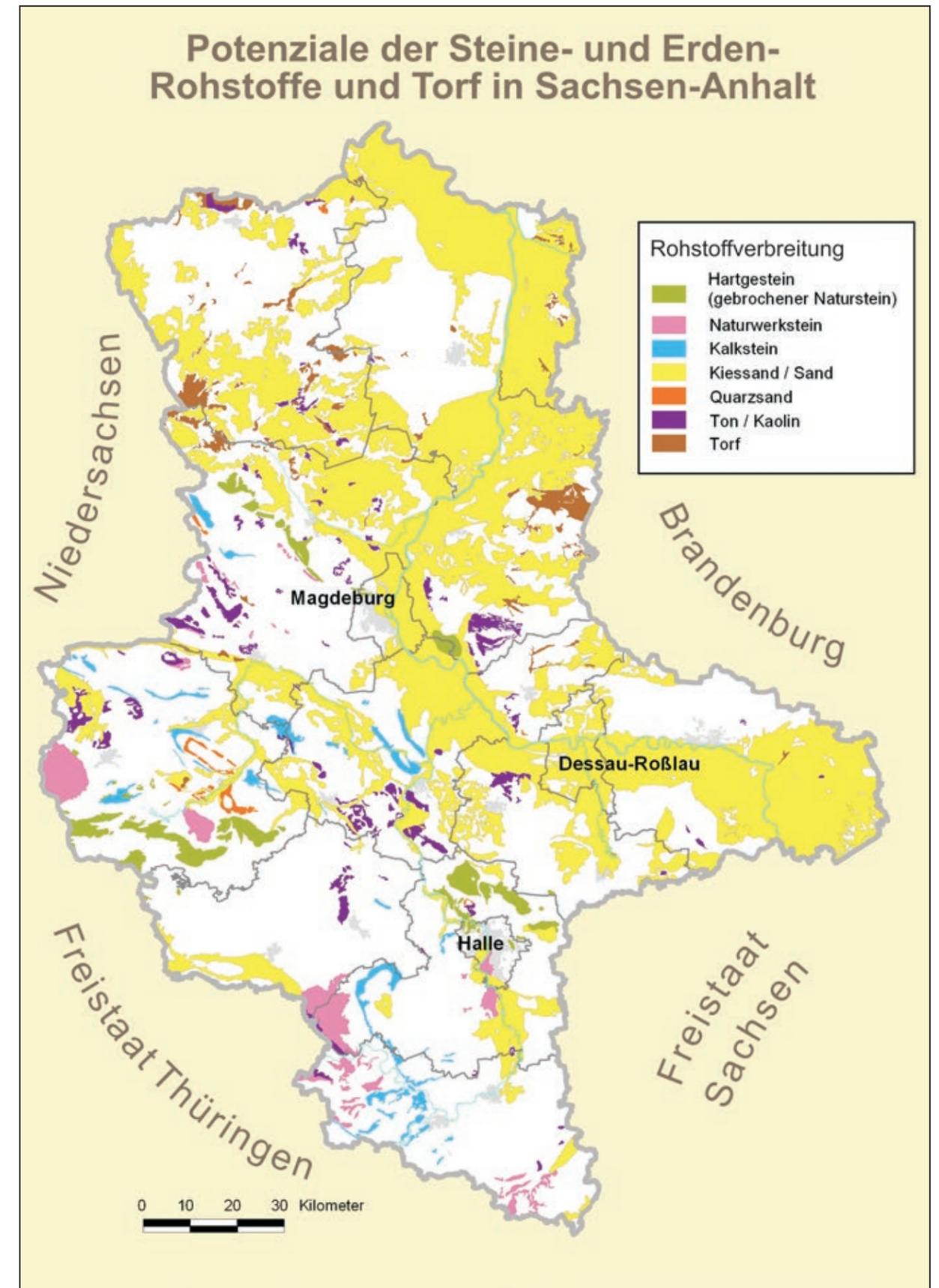


Abb. 3.1-3 Übersicht zur oberflächennahen Verbreitung von Steine- und Erden-Rohstoffen in Sachsen-Anhalt

3.1.1 Bergbauobjekte der Steine- und Erdenindustrie

Die nachfolgenden Ausführungen zeigen die Entwicklung zu den unterschiedlichen amtlichen Zuständigkeiten für die Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen in Sachsen-Anhalt. Die Übersichten führen die in den Rohstoffberichten 1998-2018 zusammengestellten Daten fort und zeigen damit den Trend der Entwicklung der Rohstoffwirtschaft.

Die gesetzliche Zuständigkeit für die Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen ist in Sachsen-Anhalt weiterhin geteilt. Mit Stand vom 31.12.2021 gibt es 208 Steine- und Erden-Betriebe, von denen 130 (62,5 %) der Bergaufsicht unterliegen und 78 (37,5 %), die in die Zuständigkeit der Landkreise fallen (Tab. 3-1 und Abb. 3.1-4). Der Vergleich zum vorangegangenen Berichtszeitraum zeigt weiter eine abnehmende Tendenz der Anzahl an Gewinnungsbetrieben von 232 im Jahr 2016 gegenüber 208 im Jahr 2020 (Abb. 3.1-5). Allerdings fand im Berichtszeitraum auch eine Bereinigung der Daten statt. Dabei wurden Betriebe, die langjährig über

einen zugelassenen Abschlussbetriebsplan verfügten/verfügen bzw. sich nur noch in der Renaturierungsphase befinden aus der Statistik entfernt. Es hat sich über die Jahre gezeigt, dass in diesen Betrieben keine nennenswerte Förderung mehr erfolgt ist. Die Reduzierung bei den Kies-/Sandtagebauen ist deutlich an die unter Aufsicht der Landkreise stehenden Betriebe gebunden. Hier reduzierte sich die Anzahl von 87 (2016) auf 60 (2020).

Entscheidend für die Rohstoffwirtschaft unseres Landes sind jedoch die Betriebe, die im Berichtszeitraum eine aktive Förderung aufweisen. Aus den Übersichten (Tab. 3-1 und Abb. 3.1-5) wird deutlich, dass trotz reduzierter Betriebszahlen die Rohstoffproduktion ein relativ gleichbleibendes Niveau aufweist. In 2020 haben 167 Tagebaue Steine- und Erden-Rohstoffe gefördert. Damit erbrachten sie eine Produktion von 37,86 Mio. t, das bedeutet einen Rückgang von knapp 2,5 % gegenüber dem Jahr 2016 (38,82 Mio. t).

Betriebsstatus	Rohstoff	Bergrecht	Grundeigentümer (GE)	gesamt
Gewinnung*	Kies/Sand	85	71	156
	Hartgestein (incl. Halden)	9	6	15
	Kalkstein	12	0	12
	Quarzsand	4	0	4
	Ton/Kaolin	14	1	15
	Naturwerkstein	4	0	4
	Sonstige (Torf/Kieselgur)	2	0	2
	gesamt	130	78	208

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

Tab. 3-1 Zugelassene Objekte für die Gewinnung von Steine- und Erdenrohstoffen in Sachsen-Anhalt (Stand: 30.12.2021)



Abb. 3.1-4 Übersichtskarte der zugelassenen oder in Unterbrechung befindlichen Gewinnungsstellen der Steine- und Erden-Rohstoffe mit Unterscheidung der rechtlichen Zuständigkeit (Stand: 2022)

Der seit 2008 geführte Vergleich bestätigt auch weiterhin die relativ stabile Entwicklung zwischen den zugelassenen Gewinnungsstellen und den Betrieben mit einer erfassten Rohstoffproduktion (Abb. 3.1-5). Die Differenz zwischen den zugelassenen und den fördernden Betrieben ist in den meisten Fällen darauf zurückzuführen, dass zahlreiche Unternehmen mehrere zugelassene Gewinnungsstellen besitzen und aus betriebswirtschaftlicher Sicht nur einzelne, bevorzugte Betriebe offenhalten. Allerdings muss auch bemerkt werden, dass die Anzahl der ton-/kaolinfördernden Betrieben sich in den vergangenen 4 Jahren halbiert hat. Ein Abbau auf Werk- und Dekosteinen findet aktuell nicht statt (Tab. 3-2). Hier spiegelt sich die globale Preispolitik wieder, da Gesteine zu Werk- und Dekorationszwecken auf dem internationalen Markt zu wesentlich günstigeren Preisen angeboten werden.

Aus lagerstättegeologischer Sicht wird auch weiterhin befürwortet, dass die temporär nicht abbauenden Betriebe ihre Zulassung behalten. So können vor allem unvorhersehbare Bedarfsschwankungen aus regionalen Lagerstätten, mit bekannter Rohstoffqualität und nachgewiesenen Rohstoffvolumina abgedeckt werden.

Die Gewinnung von oberflächennahen Rohstoffen erfolgt in Sachsen-Anhalt auch weiterhin in geteilter Zuständigkeit (Abb. 3.1-4 und Abb. 3.1-5). In der prozentualen Aufteilung nach den Rohstoffarten gab es keine

Veränderungen. Der Hauptanteil der Betriebe (75 %) gewinnt Sand und Kies, gefolgt von Produktionsstätten von Hartgesteinen, Kalksteinen sowie Ton/Kaolin zu Anteilen von 6 % bzw. 7 % (Abb. 3.1-6). Eine geringe Anzahl von Betrieben hat die Zulassung zum Gewinnen von Naturwerksteinen (2 %) und es gibt jeweils eine Gewinnungsstelle für Torf und Kieselgur. Die Übersicht der unter Bergrecht stehenden Betriebe zeigt, dass auch 30 Jahre nach der politischen Wende zahlreiche Steine- und Erdenlagerstätten, die heute den „Grundeigentümerbodenschätzen“ zuzuordnen wären, noch der Bergaufsicht unterliegen. Das bedeutet, dass diese Abbaustellen bereits seit vielen Jahren betrieben werden. Mit dem „Gesetz zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen“ vom 15.04.1996 wurde die Zuständigkeit in den Neuen Bundesländern für zahlreiche Rohstoffe angeglichen. Seither zählen Kiese und Sande, Hartgesteine, Kalksteine, Werk- und Dekosteine u. a. zu den „Grundeigentümerbodenschätzen“ und unterliegen den geltenden Umweltgesetzen (Wasser-, Naturschutz-, BImSch-Gesetz). In 2020 haben wir 77 zugelassene Tagebaue (Tab. 3-2), die sich damit in der Zuständigkeit der Landkreise bzw. des Landesverwaltungsamtes befinden. Überwiegend betrifft das kleinere Kies- bzw. Sandtagebaue sowie den Rückbau der Bergehalde aus dem Kupferschieferbergbau, die in der Region des Mansfelder Landes damit die Schotter- und Splittproduktion ersetzen.

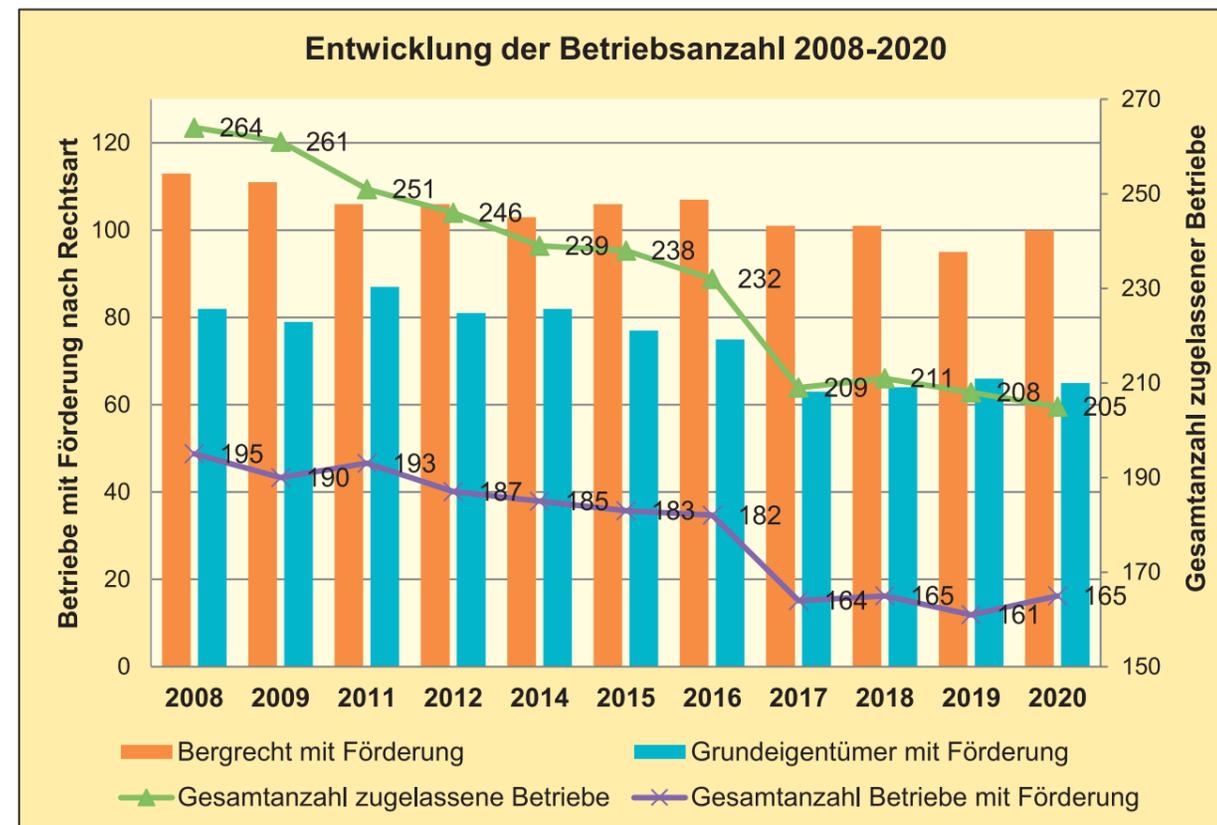


Abb. 3.1-5 Entwicklung der zugelassenen und fördernden Betriebe im Zeitraum von 2008 – 2020 unter Berücksichtigung ihrer Rechtsform

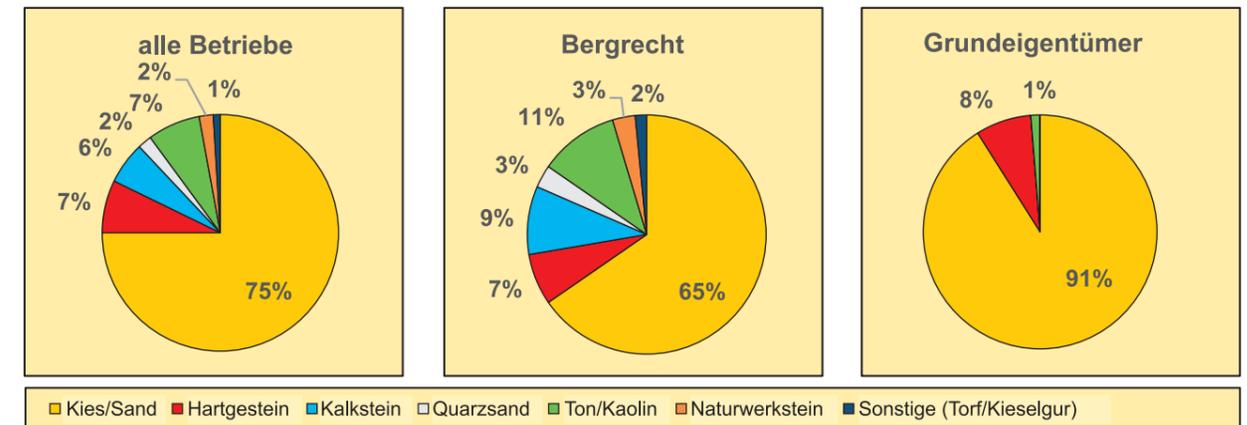


Abb. 3.1-6 Gliederung der Gewinnungsstellen in Abhängigkeit von Rohstoff und Rechtsform (Stand: 2020)

Inzwischen gibt es auch immer mehr Standorte mit gemischten Zuständigkeiten. In den meisten Fällen wurden hier nach 1996 (Rechtsangleichung) Abbauanträge für unmittelbar angrenzende Erweiterungsflächen gestellt und damit wird der zukünftige oberflächennahe Rohstoffabbau als Grundeigentümerbodenschatz erfolgen. Die daraus resultierende Zuständigkeit der Landkreise mit einer steigenden Anzahl an zu betreuenden Objekten bedeutet gleichzeitig, dass die Behörden zukünftig entsprechend fachlich ausgestattet werden müssen.

3.1.2 Förderstatistik der Steine- und Erden-Rohstoffe

Die Entwicklung der Rohstoffwirtschaft wird besonders deutlich, wenn man die Fördermengen der einzelnen Rohstoffe betrachtet. Seit 1993 erhebt der Geologische Dienst des Landes Sachsen-Anhalt jährlich die geförderten Rohstoffmengen der einzelnen Betriebe. Mit der Unterlagenbergverordnung haben die unter Bergaufsicht stehenden Betriebe die Pflicht zur Meldung der Förderzahlen. Bei der Angabe zu den abgebauten Rohstoffmengen für die „Grundeigentümerbodenschätze“ sind wir auf die Freiwilligkeit der Betreiber angewiesen, da es hierfür keine gesetzliche Grundlage gibt. Zahlreiche Unternehmen teilen uns bzw. den zuständigen Landkreisen auf Nachfrage die geförderten Mengen mit. Für die restlichen Betriebe erfolgt eine qualifizierte Schätzung anhand von Befahrungen bzw. Luftbildern.

Bei der Auswertung der Daten wird zwischen oberflächennaher und tiefliegender Rohstoffgewinnung unterschieden. Die nachfolgenden Statistiken führen die in den vorangegangenen Rohstoffberichten (STEDINGK et al. 1999, 2002, 2005, 2008 und 2012; GAUERT et al. 2018) veröffentlichten Übersichten zum Rohstoffverbrauch fort. Die detaillierte Zusammenstellung der Daten zu den einzelnen Gewinnungsbetrieben, getrennt nach den rechtlichen Zuständigkeiten sowie den Rohstoffarten ist für den Berichtszeitraum 2017-2020 in Tab. 3-2

zusammengestellt. Um den Langzeittrend zur Rohstoffentwicklung der Steine- und Erden-Industrie aufzuzeigen, erfolgt die graphische Darstellung durchgehend ab dem Jahr 1993 mit einem Vergleichswert von 1988 (Abb. 3.1-7). Der Trend in der Steine-Erden-Gewinnung kann für die Gesamtförderung in den vergangenen zehn Jahren als stabil eingeschätzt werden. Die geförderten Rohstoffmengen schwanken zwischen 68,60 Mio. t (1994) und 37,66 Mio. t (2020). Der Durchschnitt liegt für die letzten zehn Jahre bei 38,68 Mio. t (2011-2020). Die um etwa 1 Mio. t geringere Rohstoffförderung in 2020 wird auf die Corona-Pandemie zurückgeführt.

Oberflächennah werden in Sachsen-Anhalt folgende Rohstoffe gewonnen:

- Kiessand
- Kalkstein
- Hartgestein
- Tone/Kaolin
- Quarzsand
- Werk- und Dekosteine
- Torf
- Kieselgur

Die Bruttoförderung dieser Rohstoffgruppen zeigt die Abb. 3.1-8. Auch hier ist seit 2005 eine gewisse Mengenstabilität erkennbar. Die höchsten Fördermengen gibt es nach wie vor bei den Kiessanden, gefolgt von den Kalk- und Hartgesteinen. So wurden durch die Bauwirtschaft Kiese und Sande in Mengen zwischen 14,76 Mio. t (2018) und 12,82 Mio. t (2020) benötigt. Die Jahresproduktionen an Hart- und Kalksteinen ist ähnlich, sie schwanken zwischen 11-12 Mio. t/Jahr. Die Gewinnung von Quarzsanden zeigt mit rund 1 Mio. t ebenfalls stabile Jahresfördermengen. Lediglich bei der Gewinnung von Ton- bzw. Kaolinrohstoffen ist die Produktion stetig von 0,74 Mio. t in 2017 auf 0,56 Mio. t in 2020 zurückgegangen (Tab. 3-2)

Rohstoff	Zuständigkeit	2017			2018			2019			2020		
		Zugelassene GWS		Förderung									
		Gesamt	mit Förd.	Mio. t									
Kiessand / Sand	Bergaufsicht	87	67	13,12	90	69	14,01	87	63	12,59	83	69	11,92
	GE	70	57	0,67	69	59	0,75	69	60	0,81	70	58	0,9
	gesamt	157	124	13,78	159	128	14,76	156	123	13,4	153	127	12,82
Hartgestein (incl. Halden)	Bergaufsicht	9	8	10,45	9	9	10,79	9	8	11,31	9	8	10,60
	GE	6	5	0,34	6	4	0,32	6	5	0,34	6	6	0,40
	gesamt	15	13	10,79	15	13	11,11	15	13	11,65	15	14	11,00
Kalkstein	Bergaufsicht	12	11	12,45	12	11	11,9	12	11	11,76	12	11	12,28
	GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	12	11	12,45	12	11	11,9	12	11	11,76	12	11	12,28
Quarzsand	Bergaufsicht	4	4	1,19	4	4	1,15	4	4	1,11	4	3	1,0
	GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	4	4	1,15	4	4	1,15	4	4	1,11	4	3	1,0
Ton / Kaolin	Bergaufsicht	14	7	0,64	14	6	0,52	14	8	0,45	14	7	0,46
	GE	1	1	0,1	1	1	0,1	1	1	0,1	1	1	0,1
	gesamt	15	8	0,74	15	7	0,62	15	9	0,55	15	8	0,56
Naturwerkstein	Bergaufsicht	4	2	0,001	4	0	0	4	0	0	4	0	0
	GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	4	2	0,001	4	0	0	4	0	0	4	0	0
Sonstige (Torf/Kieselgur)	Bergaufsicht	2	2	0,0006	2	2	0,001	2	1	0,0001	2	2	0,0008
	GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	gesamt	2	2	0,0006	2	2	0,001	2	1	0,0001	2	2	0,0008
Gewinnungsstellen	Bergaufsicht	132	101	37,85	135	101	38,37	132	95	37,22	128	100	36,26
	GE	77	63	1,11	76	64	1,17	76	66	1,25	77	65	1,40
	gesamt	209	164	38,91	211	165	39,54	208	161	38,47	205	165	37,66

Tab. 3-2: Fördermengen der Steine- und Erden-Rohstoffe und Anzahl der Gewinnungsstellen (GWS) in Sachsen-Anhalt 2017-2020 (GWS - Gewinnungsstellen; **GE – Grundeigentümlagerstätten, in denen der jeweilige Landkreis bzw. das Landesverwaltungsamt zuständig sind)

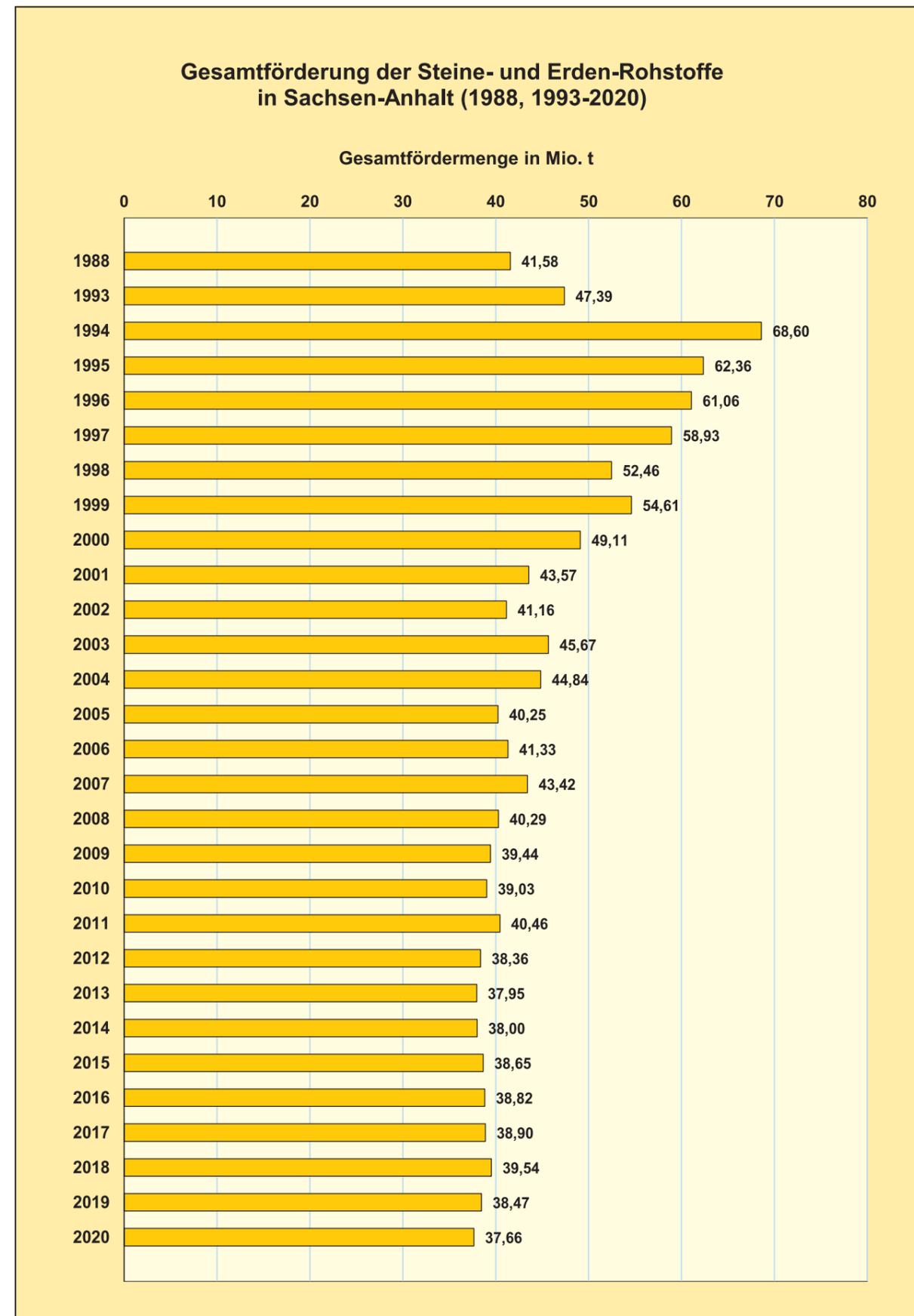


Abb. 3.1-7 Gesamtfördermenge der Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt von 1988, 1993-2020

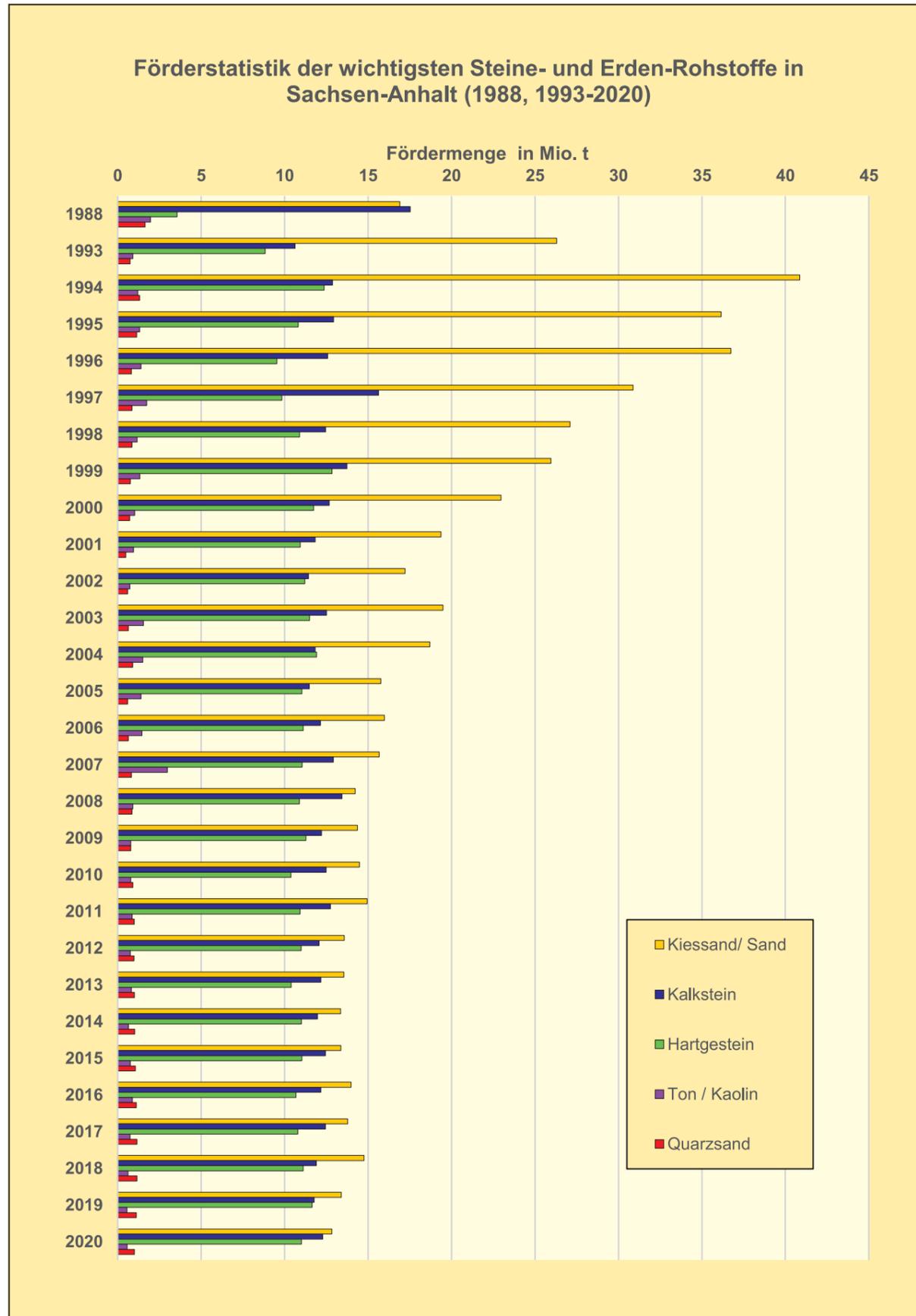


Abb. 3.1-8 Förderstatistik der wichtigsten Steine- und Erden-Rohstoffe in Sachsen-Anhalt von 1988, 1993-2020

Die Verteilung der Anzahl der Gewinnungsstellen bezogen auf die einzelnen Rohstoffarten sowie die dazugehörigen Gesamtfördermengen hat sich im Berichtszeitraum ebenfalls kaum verändert (Tab. 3-2 und Abb. 3.1-8).

So wurde im Jahr 2020 durch 127 Kies- und Sand-Gewinnungsstellen etwa 34 % der Gesamtförderung auf dem Steine- und Erden-Sektor erbracht (Abb. 3.1-9). Die Kalksteinindustrie fördert 33 % der Gesamtrohstoffjahresmenge in nur 11 Betrieben. Analog haben nur 14 Betriebe Hartgesteine gewonnen, die 29 % an der jährlichen Rohstoffförderung ausmachen. Dagegen stammt die Menge an Tonen bzw. Kaolin, die nur 1 % der Rohstofffördermenge ausmacht, von 8 Förderbetrieben in Sachsen-Anhalt. Darin spiegelt sich wieder, dass die Hartgesteins- und Kalksteinindustrie über große Werke verfügt, die in ihren Anlagen große Mengen an Produkten herstellen können. Die Versorgung der Wirtschaft mit Kiessanden wird dagegen aus sehr vielen Betrieben mit geringer Förderung (127 in 2020; vgl. Tab. 3-2; Abb. 3.1-10) realisiert.

Die einzelnen Rohstoffe unterscheiden sich in ihrer geologischen Verfügbarkeit, den qualitativen und quantitativen Parametern sowie ihrem regionalen und überregionalen Bedarf. Ein weiteres wichtiges Kriterium sind inzwischen die naturräumlichen Gegebenheiten, d.h. ist eine Gewinnung der Rohstoffe in Bezug auf die Schutzgutbetrachtung (Umweltverträglichkeit) überhaupt möglich. In die Abwägung zum jeweiligen Eingriff in die Schutzgüter sollte zukünftig auch der „ökologische Fußabdruck“ einbezogen werden. Dabei muss bewertet werden, welche Immissionen zusätzlich anfallen, wenn der Rohstoff aus einer Alternativlagerstätte in den Bedarfsraum transportiert werden muss. Die zahlreichen Rohstofftransporte bringen nicht nur zusätzliche Immissionen, sondern es werden Kraftstoffe (Diesel) benötigt, deren Verbrauch nicht nur aus Klimaschutzgründen, sondern auch aufgrund der veränderten globalen Rahmenbedingungen, zu minimieren ist. Der Ausweg aus der Klimakrise kann nicht dahin zielen, die Rohstoffgewinnung global in Regionen zu verlegen, in denen nicht so hohe Umweltstandards gelten. Klimaschutz ist kein nationales, sondern ein globales Gebot.



Abb. 3.1-9 Kiessandgewinnung im Elbe-Saale-Dreieck im Tagebau Tornitz II (Quelle: LAGB)

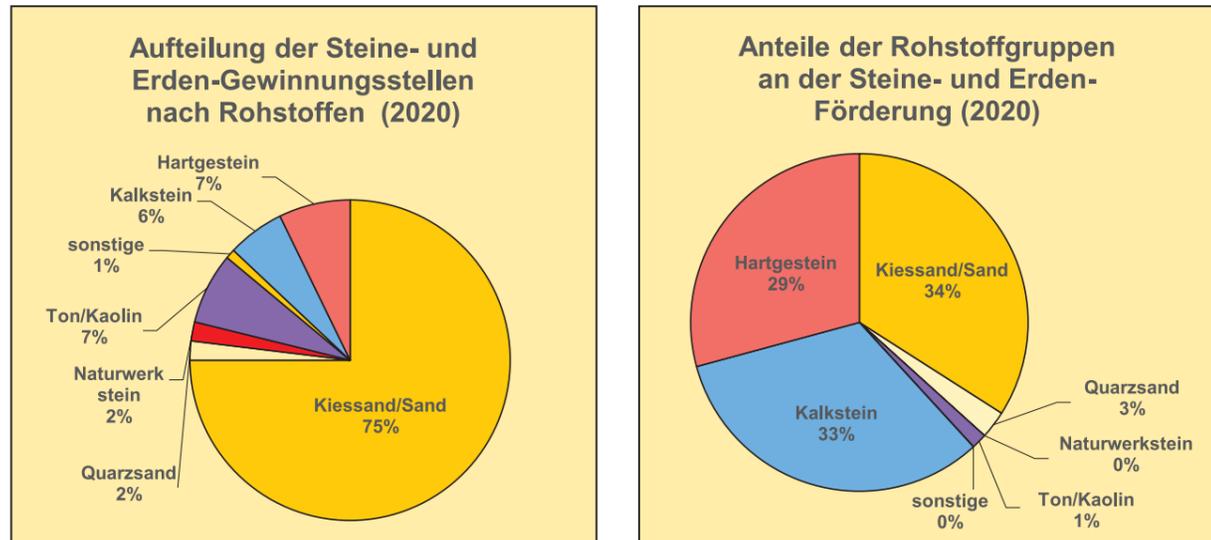


Abb. 3.1-10 Vergleich der Gewinnungsstellen des Steine- und Erden-Bergbaus mit der Fördermenge der einzelnen Rohstoffgruppen für das Berichtsjahr 2020

In den nachfolgenden Abschnitten werden die einzelnen Rohstoffgruppen betrachtet.

3.1.2.1 Kiese und Sande

Kiese und Sande sind die am meisten benötigten mineralischen Rohstoffe der Volkswirtschaft. In Sachsen-Anhalt ist die Produktion von Kiesen und Sanden in den vergangenen fünfzehn Jahren relativ stabil. Sie schwankt landesweit zwischen 13 und 15 Mio. t (Abb. 3.1-11). Vorrangig werden Kiese und Sande als Betonzuschlag verwendet sowie im Hoch-, Tief-, Straßen- und Wegebau benötigt. Die durch die Baubranche vorgegebenen, hohen Qualitätsanforderungen werden nicht von allen kiesig-sandigen Horizonten gleichermaßen erfüllt. In den kommenden Jahren werden zusätzlich große Mengen an Baurohstoffen benötigt, um den Ausbau der erneuerbaren Energien, vorrangig für Windkraftanlagen, zu realisieren. Unter Beachtung wirtschaftlicher Gegebenheiten spielen bei den Kiessand-Rohstoffen, neben der Lagerstättengröße, die lagerstättengeologischen Parameter (vor allem Rohstoff- und Abraummächtigkeit; Korngrößenstruktur; Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen) eine wichtige Rolle. Daraus ergibt sich der Aufwand für die Aufbereitung, die für die Herstellung bestimmter Produkte erforderlich ist. Die Verbreitung hochwertiger Kiessande ist in unserem Land vorrangig an die Flussauen gebunden. Bedingt durch die hohen Grundwasserstände in diesen Bereichen ist nur eine Nassgewinnung der Rohstoffe möglich. Der Rohstoffabbau in Flussauen ist mit einem hohen Konfliktpotenzial verbunden, da Auen hochsensibel bezüglich ihrer naturschutzfachlichen Ausstattung sind sowie Retentionsflächen bei Hochwasser darstellen.

Dem gegenüber ist die Gewinnung von Rohstoffen für den Bodenaustausch regional fast über das gesamte Land möglich (Abb. 3.1-3). Den Anforderungen ent-

sprechen auch die deutlich feinkörnigeren, jedoch unregelmäßigen Ablagerungen der Schmelzwässer, deren Verbreitung sich fast über den gesamten Norden Sachsen-Anhalts erstreckt.

Die Gewinnungsstellen von Kiesen und Sanden sind über das Land hinweg und auch regional relativ gleichmäßig verteilt, so dass der Bedarf an hochwertigen Zuschlagstoffen und auch Massenbaustoffen innerhalb des Landes gedeckt und verfügbar ist. Ausgenommen sind der Landkreis Mansfeld-Südharz und Teile des Landkreises Harz (vgl. Abb. 3.1-4). Hier sind die Gewinnungsstellen durch die geologischen Gegebenheiten auf bestimmte Gebiete der Landkreise konzentriert und nicht flächendeckend verfügbar.

Ein Teil der Kiessandprodukte aus der Elbaue und dem Elbe-Saale-Dreieck wird aufgrund des hohen Bedarfs und des fehlenden Potentials in die nördlich und östlich an Sachsen-Anhalt angrenzenden Bundesländer geliefert. Dafür werden auch Wasser- und Schienenwege genutzt. Damit haben Kiessand-Rohstoffe in unserem Land auch eine überregionale Funktion.

Die Übersicht (Tab. 3-3) zeigt, dass der Hauptteil der Betriebe (schwankend zwischen 37 und 44) jährlich Kiessandmengen zwischen 10.000-50.000 t abbauen. Daneben gibt es zahlreiche Unternehmen (20-23), die ein jährliches Fördervolumen zwischen 1.000-5.000 t besitzen. Diese Gewinnungsstellen befinden sich überwiegend in der Zuständigkeit der Landkreise, d.h. die Rohstoffe sind den „Grundeigentümerbodenschätzen“ zugeordnet. Es handelt sich fast ausschließlich um kleine bis mittelständische Betriebe, die überwiegend trocken gesiebtes Material für den Bodenaustausch

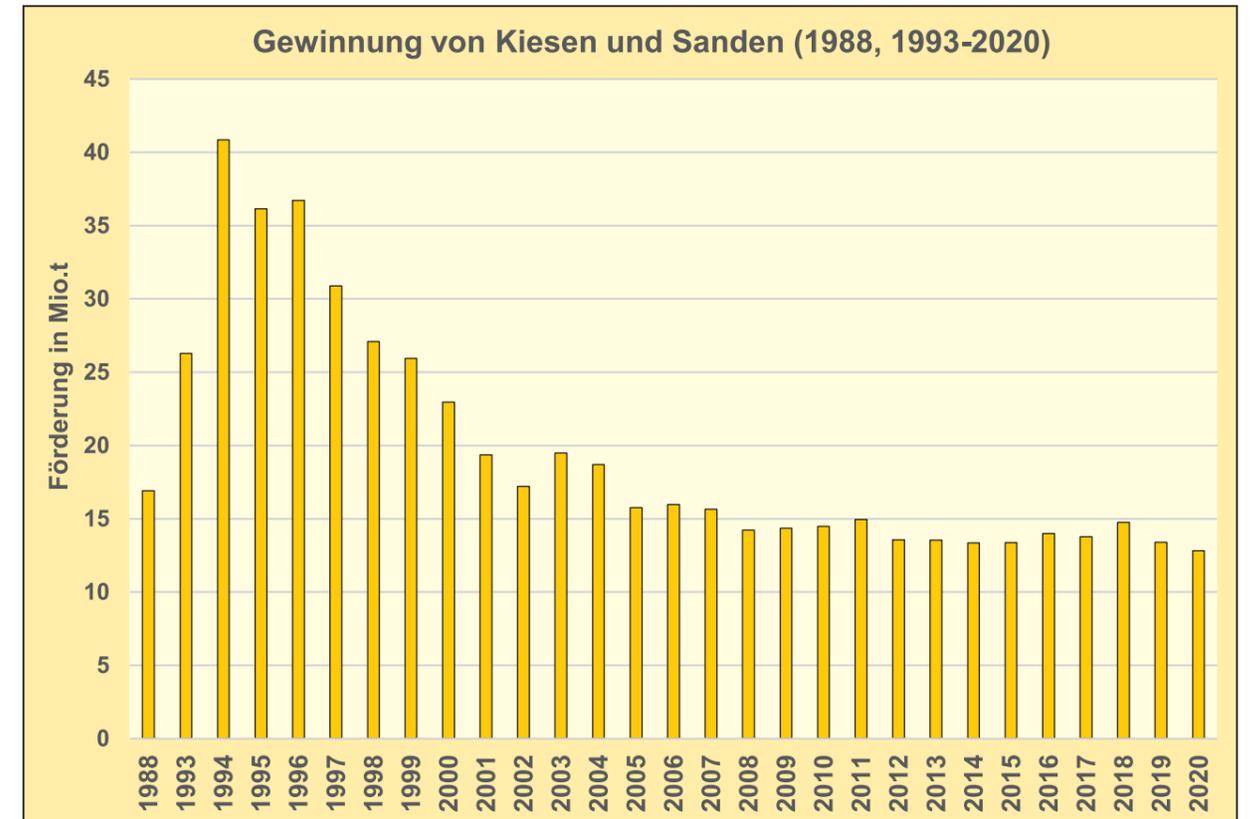


Abb. 3.1-11 Förderung von Kiesen und Sanden in Sachsen-Anhalt (1988, 1993-2020)

anbieten. In diesen Tagebauen findet häufig eine Kombination mit Bauschuttrecycling und Annahme von Bodenaushub statt. Dabei können meist die Transporte kombiniert und somit Emissionen reduziert werden.

Rund 12 % der Kiessandabbauenden Unternehmen (12-18) gewinnen jährlich Mengen zwischen 50.000-100.000 t. Eine große Anzahl von Kieswerken (17-19) fördert Mengen zwischen 100.000-500.000 t. In Sachsen-Anhalt gab es im Berichtszeitraum anteilig rund 8 % (8-13) große Tagebaue, mit einer jährlichen Produktion zwischen 500.000 – 1 Mio. t, wobei der Rückgang in 2020 auf nur 8 Betriebe auf die wirtschaftliche Stagnation während der Corona-Pandemie zurückgeführt wird. Jährliche Gewinnungsmengen von mehr als 1 Mio. t sind die Ausnahme. In 2017 wurde diese Mengen nur im Kieswerk Trabit-Sachsendorf-Schwarz erreicht.

Rund 50 % der Kiessandabbauenden Betriebe laufen unter der Aufsicht des Bergamtes. Dabei handelt es sich überwiegend um Tagebaue mit einer Jahresproduktion >50.000 t. Seit dem Gesetz zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen (BodSchVereinHG) am 23.04.1996 sind Kiese und Sande auch in den neuen Bundesländern den „Grundeigentümerbodenschätzen“ zuzuordnen. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die noch dem Bergrecht unterliegenden Betriebe bereits seit mehr als 30 Jahren bestehen. Betriebe mit hohen Produktionsmengen verfü-

gen meist über große stationäre Aufbereitungsanlagen zur Herstellung hochwertiger Zuschlagsstoffe für die Bauindustrie. Um den Bedarf auch weiterhin abzusichern, müssen Regelungen getroffen werden, die eine Gewinnung von Kies- und Sandrohstoffen auch weiterhin ermöglichen. Aufgrund der unvermeidbaren Konflikte mit Schutzgütern (vorrangig Fauna, Flora, Wasser) gestalten sich die Planungs- und Genehmigungsverfahren zunehmend umfangreicher und schwieriger. Die Vergangenheit zeigt hinreichend, dass der Bedarf an Kiessandrohstoffen nicht zurückgeht (Abb. 3.1-11). Zukünftig muss bei den Verfahren auch bewertet werden, dass längere Transportwege zu den Hauptabnehmern zusätzliche Emissionen bedeuten. Gleichzeitig werden mehr Kraftstoffe (Diesel) für die Verfrachtung benötigt. Der eigentliche Eingriff in den Naturhaushalt wird dabei nur räumlich verlagert. Gleichzeitig werden Lieferketten verändert und soziale Strukturen gebrochen.

Es wird abschließend darauf hingewiesen, dass ein Ersatz durch Recyclingbaustoffe nur bedingt möglich ist. Ein Teil der Rohstoffe könnte allerdings eingespart werden, wenn die öffentliche Hand als wichtigster Bauherr in den Ausschreibungen statt Primärrohstoffe auch Recyclingbaustoffe zulassen würde.

Jahresförderung in t	Anzahl der Betriebe							
	2017	davon GE	2018	davon GE	2019	davon GE	2020	davon GE
>1 Mio.	1							
500.000 - 1 Mio.	11		13		11		8	
100.000 - 500.000	17	2	19	4	17	3	21	4
50.000 - 100.000	13	6	12	5	18	8	16	5
10.000 - 50.000	40	24	44	25	37	24	43	25
5.000 - 10.000	12	6	10	6	12	7	11	6
1.000 - 5.000	20	13	22	12	23	14	21	15
<1.000	10	6	8	7	5	4	7	3
Betriebe mit Förderung	124	57	128	59	123	60	127	58

Tab. 3-3: Übersicht zu den Betriebsgrößen der sand- und kiesfördernden Unternehmen; in der Gegenüberstellung dazu der Anteil an Grundeigentümer-Lagerstätten

3.1.2.2 Hartgestein (Gebrochener Naturstein)

Hartgesteine werden fast ausschließlich im Verkehrswegebau eingesetzt. Für den Neubau und die Sanierung von Straßen, Bahnstrecken sowie Wasserwegen werden Hartgesteinsprodukte in unterschiedlicher Qualität benötigt. Höhere Nutzlasten sowie Geschwindigkeiten führen zu einem schnelleren Verschleiß der Verkehrswege. Der zusätzliche Ausbau der Logistikbranche bedingt eine Zunahme der Verkehrslast für das Straßen- und Bahnnetz. Damit verkürzen sich die Sanierungsabstände und parallel dazu steigen die qualitativen Anforderungen an die Hartgesteinsprodukte.

Sachsen-Anhalt verfügt deutschlandweit über die nördlichsten Hartgesteinsvorkommen. Damit haben diese Rohstoffe eine überregionale Bedeutung für die Versorgung angrenzender Bundesländer. Die Gewinnung von Hartgesteinen beschränkt sich jedoch auf drei Regionen:

- Flechtinger Höhenzug,
- Harz,
- Hallescher Porphyorkomplex.

Seit Jahrzehnten erfolgt in allen drei Gebieten an jeweils mehreren Standorten die Gewinnung von Hartgesteinen. Alternativ werden im Mansfelder Land die Bergehalden des ehemaligen Kupferschieferbergbaus an sechs Standorten rückgewonnen und in der Region vorrangig als Schotter und Auffüllmaterial eingesetzt. Die Qualität dieser aufgehaldeten Kalksteine und Schiefer entspricht jedoch nicht den hohen Anforderungen im Straßen- und Tiefbau.

In analoger Weise ergänzen die Kalksteine des Unteren Muschelkalkes den hohen Bedarf an Hartgesteinsprodukten. Diese werden vorrangig im südlichen Sachsen-Anhalt bzw. im Staßfurt-Bernburger Raum abgebaut. Im zuletzt genannten Gebiet fällt dieses Material

als Nebenprodukt bei der Kalksteingewinnung der Zement- bzw. Sodaindustrie an. In einem separaten Abschnitt wird auf die eigentliche Nutzung von Kalksteinen eingegangen.

Die Gewinnung von Hartgesteinen, inklusive Bergehalden schwankt in den vergangenen zwanzig Jahren nur geringfügig zwischen 10-12 Mio. t (Abb. 3.1-12). Es wird davon ausgegangen, dass diese Mengen auch weiterhin von der Volkswirtschaft benötigt werden. Für den aktuell geplanten Ausbau mit erneuerbaren Energien werden zusätzlich große Mengen an Hartgesteinen benötigt werden. Der Bedarf kann allerdings noch nicht sicher prognostiziert werden.

Die Anzahl der fördernden Tagebaue variiert zwischen 12-14 (Tab. 3-4). Rund zwei Drittel der zugelassenen Gewinnungsstellen befinden sich auch weiterhin in der Zuständigkeit des Bergamtes. Neu zu erschließende Tagebaue müssen aufgrund des Gesetzes zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen (BodSchVereinG) am 23.04. 1996 beim zuständigen Landkreis bzw. Landesverwaltungsamt beantragt werden.

In acht Betrieben liegt die jährliche Fördermenge durchgehend bei mehr als 500.000 t, teilweise wird auch mehr als 1 Mio. t abgebaut (Tab. 3-4). Diese Betriebe (Abb. 3.1-13) verfügen über stationäre Aufbereitungsanlagen, die die Herstellung einer umfangreichen und flexiblen Produktpalette ermöglichen. Derartige Anlagen erfordern hohe Investitionen, d. h. die Unternehmen benötigen für den ordnungsgemäßen Betrieb eine entsprechend langfristige Planungssicherheit.

Bei den Betrieben mit einer Jahresförderung unter 500.000 t handelt es sich um die Haldenrückgewinnung im Mansfelder Land. Die vorwiegend aus Zechsteinkalken und Tonschiefern bestehenden Halden

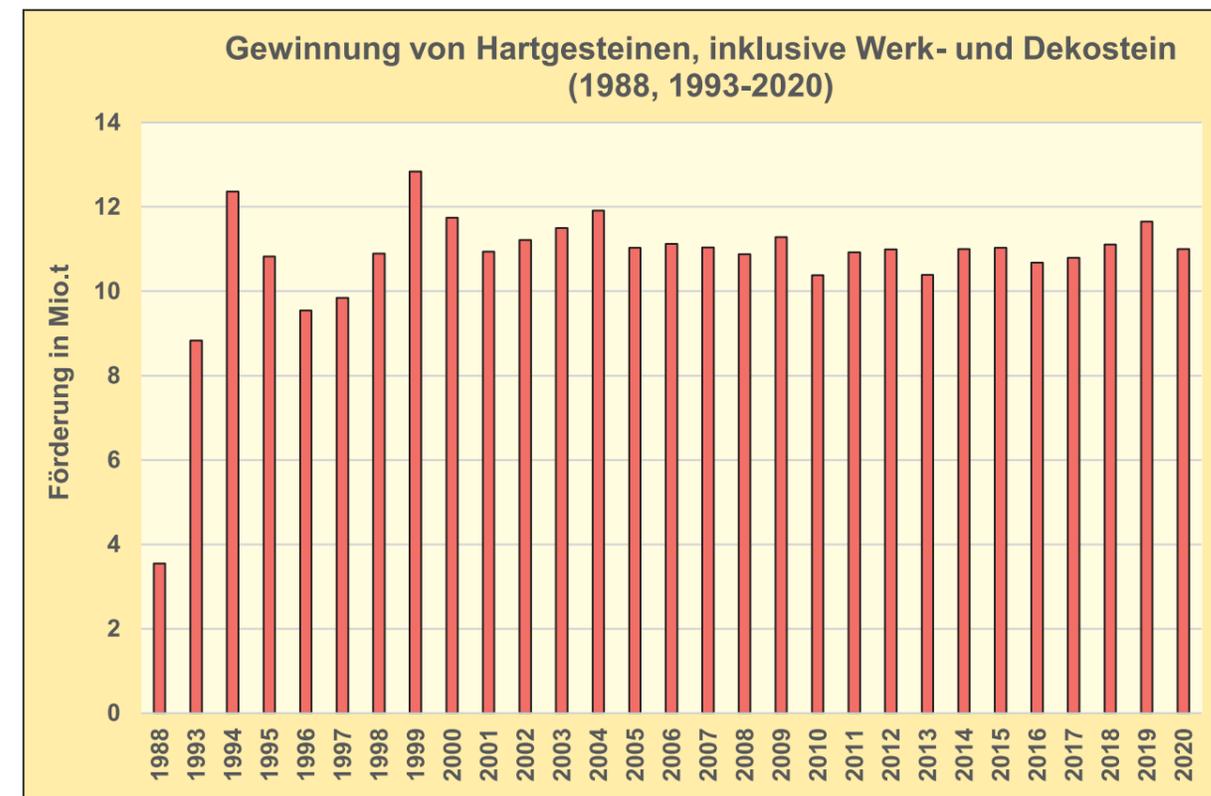


Abb. 3.1-12 Förderung von Hartgesteinen in Sachsen-Anhalt (1988, 1993-2020)

werden mittels Brecher und Siebung aufbereitet und fast ausschließlich in der Region wiedereingesetzt.

Einige der produzierenden Tagebaue, auch solche mit hohen jährlichen Fördermengen, kommen an die Grenzen einer wirtschaftlichen Gewinnbarkeit der Rohstoffe. Auch die Rückgewinnung der Bergehalden ist

endlich. Das bedeutet, dass diese Region (vorrangig Mansfelder Land) zusätzlich mit primären Hartgesteinsprodukten versorgt werden muss. Dafür müssen Alternativen geschaffen werden. Die zukünftige Versorgung der Gesellschaft mit Hartgesteinen kann nur aus den Gebieten erfolgen, in denen Hartgesteine mit den erforderlichen Parametern auch geologisch verbreitet sind.

Jahresförderung in t	Anzahl der Betriebe							
	2017	davon GE	2018	davon GE	2019	davon GE	2020	davon GE
> 1 Mio.	4		6		5		4	
500.000 - 1 Mio.	4		2		3		4	
100.000 - 500.000	1	1	1	1	1	1	1	1
50.000 - 100.000	1	1	1	1	1	1	1	1
10.000 - 50.000	3	3	2	2	1	1	4	4
5.000 - 10.000					1	1		
< 5.000			1		1	1		
Betriebe mit Förderung	13	4	12	4	13	5	14	6

Tab. 3-4 Übersicht zu den Betriebsgrößen bei der Gewinnung von Hartgesteinen im Vergleich dazu der Anteil an Grundeigentümer-Lagerstätten



Abb. 3.1-13 Gesamtansicht zum Hartgesteinstagebau Rieder. Aktuell sind die Planungen zur Prüfung eingereicht, um den Tagebau in östlicher Richtung (rechte Bildseite) zu erweitern und damit eine Vertiefung um weitere zwei Sohlen vornehmen zu können. Für die Erweiterung ist das Landesverwaltungsamt die zuständige Genehmigungsbehörde. Die aktuelle Gewinnung wird durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen zugelassen, d. h. der Tagebau ist ein Beispiel, das für eine Gewinnungsstelle zwei Behörden zuständig sind.

Damit ist in Sachsen-Anhalt die Gewinnung auf die bereits o.g. Verbreitungsgebiete beschränkt. Allerdings handelt es sich im Harz und im Flechtinger Höhenzug um bewaldete Flächen und im Halleschen Porphyrgbiet zeichnen sich die Lagerstättenflächen durch Trockenrasenvegetation aus. Das bedeutet für alle Verbreitungsgebiete gibt es ein hohes Konfliktpotential aufgrund der naturschutzfachlichen Gegebenheiten. Aus Sicht der Einhaltung der Klimaschutzziele sollten Transportentfernungen minimiert werden und damit regional verfügbare Vorkommen den Vorrang gegenüber Importen aus anderen Ländern bekommen.

Trotz dieser Kontroversen müssen zukünftig Lösungen gefunden werden, um regional qualitativ hochwertige Gesteine unter durchdachten, finanzierbaren und praktisch umsetzbaren Umweltauflagen für das Baugewerbe zu gewinnen. Die Vergangenheit zeigt, dass sich in ehemaligen Hartgesteinslagerstätten in allen drei Regionen, nach Abschluss der Gewinnungsarbeiten, einzigartige und wertvolle Biotope entwickelt haben.

3.1.2.3 Kalkstein

Sachsen-Anhalt verfügt über großflächige, oberflächennahe Kalksteinvorkommen, deren Eigenschaften für verschiedene Einsatzzwecke bereits seit Jahrzehnten genutzt werden. Dabei muss zwischen den Kalksteinen des Devons, die lediglich im Harz um Elbingerode, und den Kalksteinen des Unteren Muschelkalkes, für die es mehrere, großräumige Verbreitungsgebiete (Bernburg-Nienburg-Förderstedt; nördliches Harzvorland, Querfurter sowie Naumburg-Bad Köseener Raum) gibt, unterschieden werden. Der Unterschied in den Kalksteinen liegt in der höheren Kristallinität, der hohen Reinheit und dem hohen CaCO_3 -Anteil für die devonischen Massenkalken.

Kalksteine sind aufgrund ihrer chemischen, technologischen und auch gesteinsphysikalischen Eigenschaften vielfältig einsetzbare Rohstoffe. Die breite Palette der Einsatzgebiete reicht u.a. von der Zementherstellung über die Stahlerzeugung, chemische Industrie, Bauwirtschaft, Umweltschutz, Glas- bis hin zur Lebensmittel-, Kosmetik- und Pharmaindustrie. Aktuell werden auch noch große Mengen an Kalksteinen in den Kraftwerken für die Rauchgasentschwefelung benötigt. Allerdings fällt dieser Verwendungszweck mit der Einstellung der Braunkohlenverstromung weg. In einigen Regionen wurde der Kalkstein früher auch als Naturwerkstein genutzt, oft erkennbar an Bauwerken wie Kirchen, Fundamenten von Gebäuden oder Mauern. Erst in jüngster Vergangenheit werden die Kalksteine als Schotter bzw. Splitt eingesetzt. Hier wird jedoch darauf hingewiesen, dass Kalksteine weniger frostbeständig sind, als beispielsweise die Grauwacken, Andesite bzw. Porphyre. Damit dienen die Schotter und Splitte aus Kalkstein zur

Schonung der qualitativ sehr hochwertigen und flächenmäßig begrenzt verfügbaren Grauwacken und (Sub-)Vulkanite.

Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von Kalksteinen bedingen auch eine gleichbleibend hohe jährliche Produktionsmenge, die aktuell um die 12 Mio. t/Jahr beträgt (Abb. 3.1-14). Diese Rohstoffmengen werden in nur 12 Betrieben gewonnen (Tab. 3-5).

Bei den Betrieben mit Produktionsmengen von mehr als 1 Mio. t handelt es sich um Tagebaue, die bereits seit vielen Jahrzehnten Kalksteine abbauen. In der Nähe zu den Gewinnungsstellen wurden gezielt Infrastrukturen (z. B. Zementwerke, Sodafabriken, Werke zur Herstellung von Kalkprodukten) entwickelt. Für die Vermarktung der Produkte wurden die Standorte in das Schienen- und Straßennetz integriert.

Die geologischen Verhältnisse in den Kalksteinverbreitungsgebieten sind gleichmäßig. Aufgrund der einfachen Lagerungsverhältnisse lässt sich der Untersuchungsaufwand für Nachfolgelagerstätten aufgrund zahlreicher Analogien minimieren. Das bedeutet, dass der Erkundungsgrad für die Kalkstein-Rohstoffe als gut eingeschätzt werden kann.

In der Landes- und Regionalplanung von Sachsen-Anhalt wird aktuell die besondere Bedeutung dieser Rohstoffe für die Volkswirtschaft berücksichtigt. Die derzeit raumordnerisch gesicherten Flächen bieten die theoretischen Voraussetzungen, die regionale Kalkstein-Industrie mittel- bis langfristig mit Rohstoffen zu beliefern.

Schonung der qualitativ sehr hochwertigen und flächenmäßig begrenzt verfügbaren Grauwacken und (Sub-)Vulkanite.

Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von Kalksteinen bedingen auch eine gleichbleibend hohe jährliche Produktionsmenge, die aktuell um die 12 Mio. t/Jahr beträgt (Abb. 3.1-14). Diese Rohstoffmengen werden in nur 12 Betrieben gewonnen (Tab. 3-5).

Bei den Betrieben mit Produktionsmengen von mehr als 1 Mio. t handelt es sich um Tagebaue, die bereits seit vielen Jahrzehnten Kalksteine abbauen. In der Nähe zu den Gewinnungsstellen wurden gezielt Infrastrukturen (z. B. Zementwerke, Sodafabriken, Werke zur Herstellung von Kalkprodukten) entwickelt. Für die Vermarktung der Produkte wurden die Standorte in das Schienen- und Straßennetz integriert.

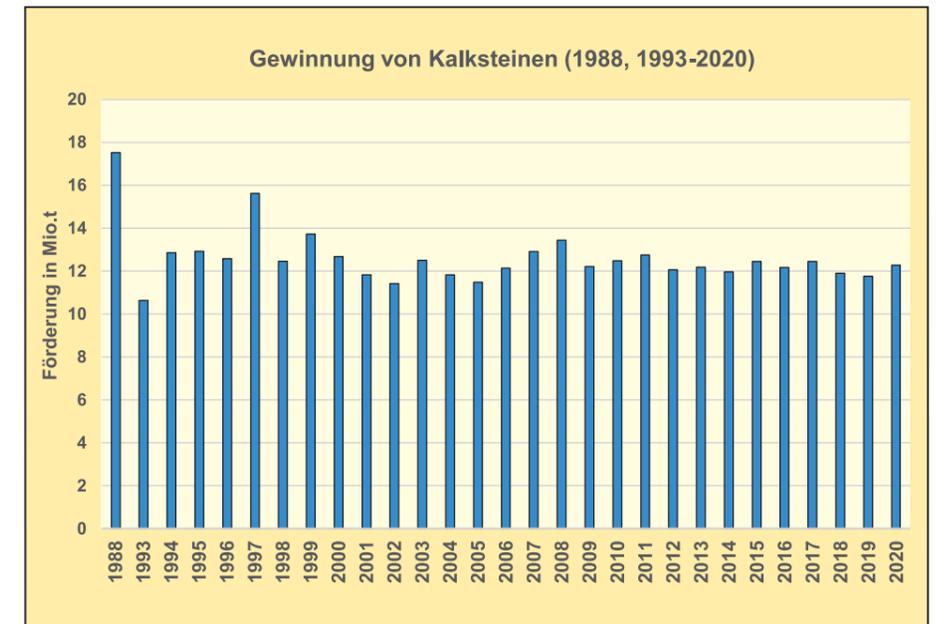


Abb. 3.1-14 Förderung von Kalksteinen in Sachsen-Anhalt (1988, 1993-2020)

3.1.2.4 Quarzsande

Als „Quarzsand“ werden die Sande bezeichnet, die sich durch einen natürlichen mineralischen Quarzanteil (SiO_2) von mehr als 80 Masseprozent auszeichnen. Generell gilt, je höher der Quarzanteil und je geringer der Anteil an Nebenbestandteilen (u. a. Ton, Schwermminerale), desto hochwertiger sind die Verwendungsmöglichkeiten. In Sachsen-Anhalt gibt es zwei geologische Horizonte, die als Quarzsand genutzt werden:

- verwitterte Anteile der Kreidesandsteine,
- tertiäre Feinsande (sog. Dünsande).

Diese Sande zeichnen sich neben den hohen Quarzgehalten auch durch eine hohe Gleichkörnigkeit der einzelnen Quarzkörner aus. Das sind ideale Voraussetzungen für den Einsatz in der Feuerfest-, Glas- und Gießereiindustrie. Die oberflächennahe, geologische Verfügbarkeit beschränkt sich auf wenige Bereiche und sehr kleine Flächen innerhalb unseres Landes. Die Besonderheit dieser Rohstoffe wird auch durch die Zuordnung zum Bergrecht deutlich. Die Quarzsande sind hier im § 3, Abs. 4 BBergG den grundeigenen Bodenschät-

Jahresförderung in t	Anzahl			
	2017	2018	2019	2020
> 1 Mio.	5	5	5	6
100.000 - 1 Mio.t	3	3	4	3
< 100.000	4	2	0	1
Betriebe mit Förderung	12	10	9	10

Tab. 3-5 Übersicht zu den Betriebsgrößen der Kalksteingewinnung. Diese erfolgt in Sachsen-Anhalt noch ausschließlich unter Bergrecht.

zen zugeordnet. Aufgrund der industriellen Bedeutung zählen die Quarzsande zu den überregional bedeutsamen Rohstoffen. Allerdings unterscheiden sich die o.g. geologischen Schichten sowohl nach ihrer Verfügbarkeit als auch nach der Qualität. Die Quarzsandsteine aus der Kreidezeit weisen geringere Nebenbestandteile auf. Sie sind geologisch an das nördliche Harzvorland (Abb. 3.1-15) und das Ohre-Aller-Hügelland nordöstlich von Helmstedt gebunden. Die Kreidesandsteine sind unterschiedlich stark verwittert. Bereiche mit höheren Festigkeiten bilden morphologisch Härtlinge und sind am nördlichen Harzrand als „Teufelsmauer“ markant. Die verwitterten hellen, feinkörnigen Kreidesande wurden seit mehr als hundert Jahren als Scheuersand oder als sogenannte „Stubensande“ zum Reinigen von Dieleböden verwendet. Aktuell liegt ihre Bedeutung eher in der Glas- bzw. Gießereiindustrie.

In Sachsen-Anhalt werden an zwei Standorten (Weferlingen und Lehof bei Quedlinburg) die kreidezeitlichen Quarzsande gewonnen.

Geologisch zeichnen sich auch tertiäre (miozäne) Sande, die Sedimente von ehemaligen Flachmeer- bzw. Seeküsten darstellen, durch einen hohen Quarzgehalt aus. Oberflächennah sind diese durch eiszeitliche Prozesse in der Lagerstätte Nudersdorf-Möllendorf aufgeschlossen. In der Schmiedeberger Stauchendmoräne treten hier mehrere, parallel zueinander verlaufende,

schmale Schuppen zutage, in denen die Quarzsande aufgrund der Steilstellung in Mächtigkeiten bis zu 30 m anstehen. Daneben gibt es das erkundete, ebenfalls miozäne Quarzsandvorkommen bei Kläden, das sich westlich des Arendsees befindet und sich durch seine Feinkörnigkeit auszeichnet. Vor der politischen Wende wurden diese Sande für die Scheuer- und Waschmittelproduktion genutzt. Aktuell findet hier kein Abbau statt.

Die Rohstoffe aller Lagerstätten können bei entsprechender Aufbereitung in zahlreichen Anwendungen der Glas-, Gießerei- und Bauindustrie eingesetzt werden. Untergeordnet werden diese Sande auch als Bremssand im Bahnverkehr sowie zu Freizeit Zwecken (Spiel- und Reitsand) verwendet. Auch bei der Bewältigung der Energiewende können die Quarzsande eine zunehmende Bedeutung erlangen. Am Standort Weferlingen wurde die Eignung der Quarzsande als Rohstoff für die Herstellung von Solarmodulen nachgewiesen. Auf dieser Grundlage wurde eine Aufbereitungslinie installiert, um qualitätsgerecht Quarzrohstoffe für die Solarindustrie herstellen zu können.

Mit der Wiederaufnahme einer einheimischen Solarmodulproduktion könnten die derzeitigen Lieferschwierigkeiten aufgrund der globalen Situation verbessert und der Ausbau mit erneuerbaren Energien beschleunigt sowie die Rohstoffabhängigkeit verringert werden.



Abb. 3.1-15 Gewinnung von kreidezeitlichen Quarzsanden am Standort Lehof bei Quedlinburg. Mit Hilfe eines neuen Saugbaggers, der mit einem Schneidrad ausgerüstet ist, können auch stärker verfestigte Sandsteinpartien genutzt werden. Damit kann der Tagebau weiter in die Tiefe geführt werden (Quelle: LAGB).

Landesweit wird in den vergangenen zehn Jahren eine Quarzsandmenge von jeweils etwa 1 Mio. t produziert. Der leichte Anstieg (Abb. 3.1-16) hat vor allem mit dem Ausbau und der umfangreichen Modernisierung der Aufbereitung inklusive der Verladeeinrichtung im Tagebau Lehof bei Quedlinburg (Abb. 3.1-15) zu tun. Der Rückgang im Jahr 2020 kann mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Corona-Pandemie und die damit verbundenen Produktions- und Lieferschwierigkeiten in vielen Branchen (vor allem auch der Autoindustrie) zurückgeführt werden.

In Sachsen-Anhalt gibt es drei Quarzsand-Produzenten, deren jährliche Produktionsmengen sich auf einem leicht schwankenden, aber konstanten Niveau beläuft (Tab. 3-6). Die insgesamt knapper werdende Situation für Quarzrohstoffe in Deutschland erfordert Aktivitäten zur Sicherung von zukünftigen Lagerstätten. Bedingt durch landschaftliche und naturschutzfachliche Sensibilität von potenziellen Erkundungsflächen muss langfristig nach Lösungen für eine möglichst nachhaltige Rohstoffgewinnung gesucht werden.

3.1.2.5 Tone/Kaolin

Sachsen-Anhalt verfügt über zahlreiche, erkundete Tonvorkommen. Der Kenntnisstand ist in einem umfangreich mit Europäischen Mitteln geförderten Programm dokumentiert worden. Die Verfügbarkeit von Tonroh-

stoffen kann als gut bewertet werden. Die Ergebnisse sind ausführlich im Rohstoffbericht 2005 präsentiert (STEDINGK et al., 2005). Das EFRE-Projekt war Grundlage, um Tonvorkommen mit besonderen Rohstoffqualitäten, als Vorranggebiet für Rohstoffgewinnung in den Landesentwicklungsplan LEP ST 2010 zu integrieren. Jedoch ist in der Vergangenheit eine ständige Abnahme der Tonproduktion zu erkennen (Abb. 3.1-17).

Tone werden in unzähligen Bereichen unseres Alltags benötigt. Die wichtigsten Einsatzgebiete sind die Herstellung von Ziegeln, Sanitärkeramik, Steinzeugprodukten, Porzellan, Papier und Zement. Für jeden dieser Einsatzzwecke werden unterschiedliche Anforderungen an den bzw. die Rohstoffe gestellt. Oftmals müssen Mischungen aus mehreren Rohstoffen hergestellt werden, um bestimmte Produkteigenschaften zu erfüllen. So kann beispielsweise bei der Herstellung von Ziegeln Einfluss auf die Brennfarbe, die Festigkeit oder die Porosität genommen werden. Entscheidend für die Qualität von Tonprodukten ist die mineralogische Zusammensetzung. Die meisten Tone bestehen aus Ton- und Glimmermineralen sowie geringen Anteilen an feinkörnigem Quarz, Feldspat und z.T. Karbonaten, Sulfaten, Sulfiden, Eisenhydroxiden und organischen Substanzen. Daneben muss der Anteil der tonigen Fraktion (Korn <0,002 mm) größer als 50 % sein.

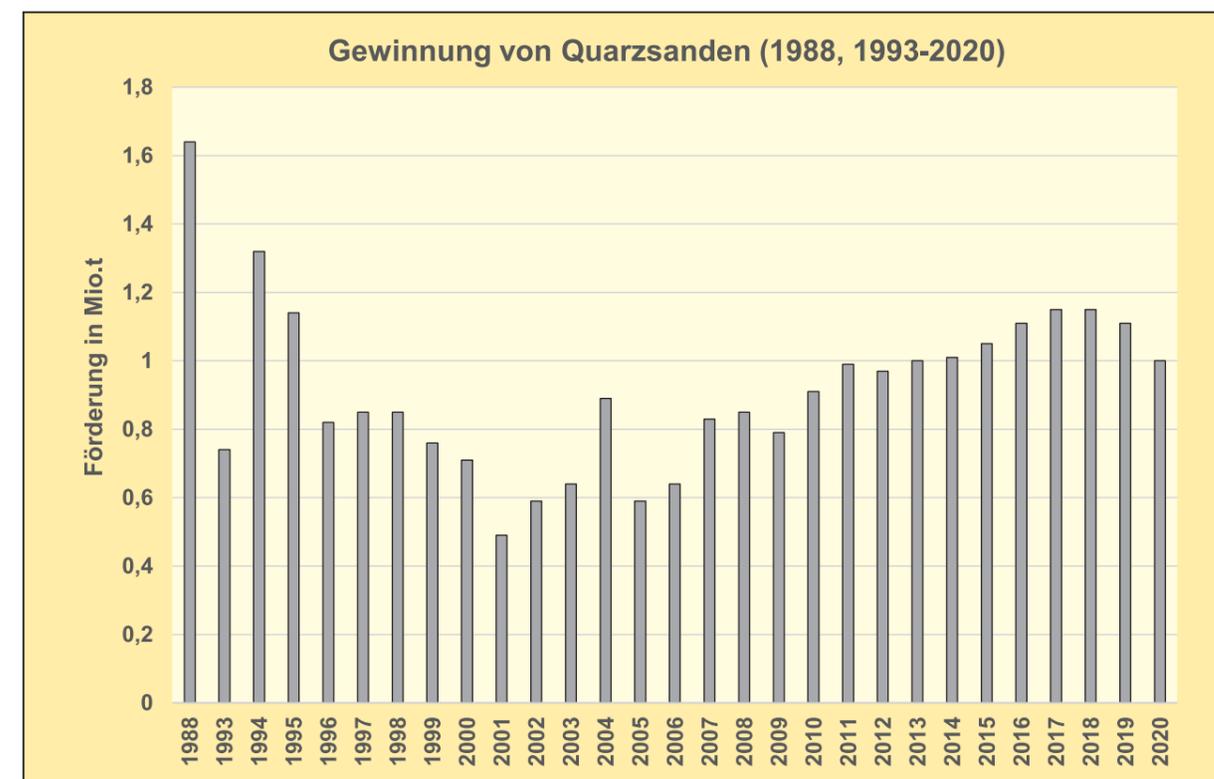


Abb. 3.1-16 Förderung von Quarzsanden in Sachsen-Anhalt (1988, 1993-2020)

Jahresförderung in t	Anzahl			
	2017	2018	2019	2020
> 500.000	1	1	1	1
100.000 - 500.000	1	1	1	1
< 100.000	1	1	1	1
Betriebe mit Förderung	3	3	3	3

Tab. 3-6 Die Übersicht über die Betriebsgrößen der Quarzsandproduzenten. Diese bezieht sich ausschließlich auf die Betriebe, die auch Quarzsandprodukte herstellen. Lagerstätten, die ebenfalls als „grundeigen“ nach § 3, Abs. 4 BBergG eingestuft sind, jedoch Kiese und Sande für die Bauwirtschaft herstellen, bleiben hier unberücksichtigt. Die Quarzsandgewinnung unterliegt in Sachsen-Anhalt ausschließlich dem Bergrecht.

Die Wirtschaftlichkeit von Tonprodukten ergibt sich heute durch große und gleichbleibende Produktionsmengen an einem Standort mit sehr komplexen Herstellungsprozessen. Dies setzt letztlich auch große standortgebundene Lagerstätten mit gleichmäßigen Tonqualitäten voraus.

Die in der Vergangenheit zahlreichen existierenden, kleinen Produktionsbetriebe (oft Ziegeleien), lagen zumeist in unmittelbarer Nähe zu den Tonvorkommen und mussten unter den veränderten wirtschaftlichen Bedingungen den Betrieb einstellen. Zu den veränderten Bedingungen kommt hinzu, dass alternative Entwicklungen auf dem Bausteinsektor, wie z. B. Dachsteine aus Beton oder Mauersteine aus Kalksandstein oder Porenbeton, einfacher und preiswerter herzustellen sind. Kleinere tonabbauende Betriebe bzw. Betriebe mit einer geringen Fördermenge beliefern zumeist Zementfabriken mit Tonrohstoff oder beliefern Deponie- und Hochwasserschutzmaßnahmen, produzieren jedoch keine eigenen Produkte mehr.

Kaoline bzw. auch hellbrennende Tone nehmen eine besondere Stellung unter den Tonrohstoffen ein. Sie bestehen zum überwiegenden Anteil aus dem Mineral Kaolinit, das auch namensgebend ist. Die Besonderheit ist, dass sich daraus ein feiner, hell- bzw. weißbrennender Scherben herstellen lässt, der vorrangig in der Porzellanindustrie benötigt wird. Anteilig werden die Kaoline aufgrund ihres hohen Weißgrades in der Papierherstellung eingesetzt. Jedoch gehen hier die benötigten Mengen aufgrund der hohen Recyclingquote immer weiter zurück.

In der Berichtsetappe 2017-2020 gibt es nur noch 8 ton- bzw. kaolinfördernde Betriebe (Tab. 3-7). Die Produktion insgesamt ist für die Rohstoffgruppe generell rückläufig (Abb. 3.1-17). Im Jahr 2020 lag die Abbauemenge bei 560.000 t (Tab. 3-2), während sie in 2012 noch 760.000 t betrug (GAUERT et.al. 2018 und Tab. 3-2).

In Sachsen-Anhalt gibt es nur noch einen Tagebau, in dem Tonrohstoffe für die Herstellung von Ziegeln (Hintermauer- und Schornsteinziegel) erfolgt. Der vor-

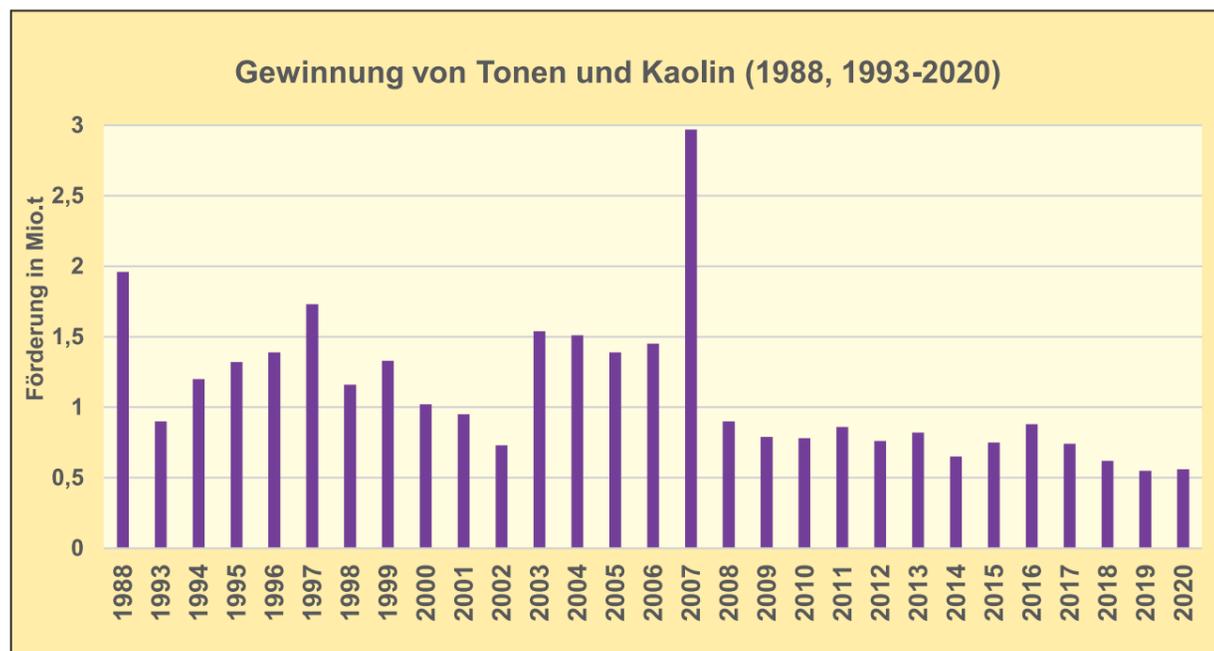


Abb. 3.1-17 Förderung von Tonen/Kaolin in Sachsen-Anhalt (1988, 1993-2020)

Jahresförderung in t	2017	davon GE	2018	davon GE	2019	davon GE	2020	davon GE
> 100.000	4	1	2	1	3	1	3	1
50.000 - 100.000	2		3		1		1	
10.000 - 50.000	1		1		1		2	
< 10.000	1		1		4		2	
Betriebe mit Förderung	8	1	7	1	9	1	8	1

Tab. 3-7 Die Übersicht zu den Betriebsgrößen anhand der jährlichen Fördermengen für die ton- und kaolinfördernden Betriebe in Sachsen-Anhalt, gegenübergestellt zum Anteil der nicht unter Bergrecht stehenden Betriebe (Spalte davon GE)

wiegenden Verwendung der Tone in Sachsen-Anhalt liegt im Bereich für den Bau von Hochwasserschutzdämmen und Deponien. Kleinere Mengen werden als Zuschlagstoff für die Zementindustrie eingesetzt.

In der Vergangenheit konnten größere Ton- bzw. Kaolinnmengen für die Fliesenproduktion exportiert werden. Jedoch ist hier der Absatz komplett eingebrochen.

Aktuell laufen zahlreiche Projekte, um die regional verfügbaren Tone besonders aus dem Blickwinkel von Nachhaltigkeit und Klimaneutralität wieder als Baurohstoff attraktiv zu machen. So hat sich in Mitteldeutschland 2020 ein Bündnis aus Vereinen, Unternehmen, Bauhandwerk, BürgerInnen und kommunalen VertreterInnen unter dem Namen „Golehm“ (<https://www.golehm.de/>) entwickelt, um den massiven Lehmabbau in Mitteldeutschland wiederzubeleben und zukunftsfähig zu gestalten. Lehme sind natürlich, formbar, brandresistent, diffusionsoffen, schalldämmend, wiederverwertbar, klimaregulierend und vor allem leicht gewinnbar und nahezu überall verfügbar.

3.1.2.6 Naturwerkstein (Werk- und Dekosteine)

In der Vergangenheit bestand die Notwendigkeit, Baumaterialien aus der lokalen/regionalen Umgebung zu verwenden. In vielen Regionen sind auch heute noch historische Gebäude (Kirchen, Klöster, Schlösser), Mauern, Denkmäler, Straßen und auch Wege erhalten, oft erbaut aus Naturwerkstein aus Vorkommen der näheren Umgebung.

Günstige gesteinsphysikalische Eigenschaften bedingen die Langlebigkeit dieser Bauwerke. Mit dem infrastrukturellen Ausbau hat sich über Jahrzehnte hinweg auch die Baustruktur verändert, so dass heute inzwischen die kostengünstigeren Ziegel-, Klinker- und Betonbauten die Ortsbilder prägen. Hinzu kommt, dass internationale Importe mit deutlich preiswerteren Werk- und Dekosteinen den Markt versorgen. Unter marktwirtschaftlichen Bedingungen ist hierzulande eine Gewinnung von Naturwerksteinen nur sehr schwer umzusetzen. Daher erfolgt die Gewinnung von diesen Gesteinen oft nur noch temporär.

Da sich die Abbaufelder vorwiegend in naturschutzfachlich sensiblen Gebieten befinden und der Natursteinabbau nicht kontinuierlich fortgesetzt wird, entwickelt sich auf den beräumten, vegetationslosen Flächen sukzessive wieder eine wertvolle Flora und Fauna. Damit wird es immer schwieriger, die Genehmigungen zum Abbau aufrecht zu erhalten bzw. ist eine wirtschaftliche Gewinnbarkeit der anstehenden Naturwerksteine mit den immensen Aufwendungen für die Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen nicht mehr möglich.

In Sachsen-Anhalt wurden 2017 zum letzten Mal Sandsteine im Bereich des Saale-Unstrut-Triaslandes abgebaut. Seither ruht die Gewinnung von Naturwerksteinen komplett. Wenn es langfristig keine Gewinnung von Naturwerksteinen in Sachsen-Anhalt mehr gibt, wird auch die Restaurierung und der Erhalt von Baudenkmalern in Frage gestellt. Hier sollten gesellschaftliche Rahmenbedingungen geschaffen werden, die auch langfristig die temporäre Gewinnung von regionalen Werksteinen ermöglichen.

3.1.2.7 Sonstige Rohstoffe (Torf und Kieselgur)

In Sachsen-Anhalt gibt es jeweils eine Gewinnungsstelle für Torf und Kieselgur. Beide Rohstoffe werden bereits seit vielen Jahrzehnten abgebaut. Die geförderten Rohstoffmengen sind gegenüber den anderen Rohstoffarten als sehr gering zu bewerten. Torf wird ausschließlich für balneologische Zwecke abgebaut. In Abhängigkeit vom Bedarf wird eine Menge zwischen 50 - 400 t im Jahr gewonnen. Die Gewinnung erfolgt jeweils über einen kurzen Zeitraum, in dem gleichzeitig einmal verwendete Torfmassen, die aus hygienischen Gründen nicht mehrmals eingesetzt werden dürfen, wieder in den Abbau verbracht werden.

Eine weitere Besonderheit ist die Gewinnung von Kieselgur. Dabei handelt es sich um Ablagerungen von sogenannten Kieselalgen, die in der Vergangenheit vorwiegend als Filtersubstanz eingesetzt wurde. Als natürlicher Rohstoff verfügt die Kieselgur über zahlreiche brauchbare Eigenschaften, wie beispielsweise:

- wärmedämmender Zusatz in Ziegelsteinen
- Speichersubstrat für Wasser und Nährstoffe im Gartenbau und in der Landwirtschaft
- getrocknet und sehr fein gemahlen wirkt Kieselgur als natürliches Biozid
- Filtersubstanz für Rapsöl
- Fließhilfsmittel für Futtermittel.

Bezüglich einer Nutzung dieses Rohstoffes wird bemerkt, dass es sich um das einzige erkundete, räumlich begrenzte Vorkommen in Sachsen-Anhalt handelt. Jedoch ist aufgrund zahlreicher alternativer Produkte die Gewinnung und der Absatz von Kieselgur sich auf geringe Jahresmengen zwischen 500-1000 t beschränkt (Tab. 3-2).

3.2 Gewinnung von tiefliegenden Rohstoffen und Energierohstoffen

Neben den zahlreichen Gewinnungsstellen der Steine- und Erden-Industrie gibt es in Sachsen-Anhalt die Gewinnung von Kali- und Steinsalzen sowie Energierohstoffen (Braunkohlen und Erdgas).

Sachsen-Anhalt verfügt über großflächig erkundete Lagerstätten an Kali- und Steinsalz, die bereits seit vielen Jahrzehnten in Abbau stehen. Der bekannteste und gleichzeitig größte Einzelstandort der Kalisalzgewinnung ist Zielitz in Sachsen-Anhalt. Es wird von der K+S Minerals and Agriculture GmbH, einer Tochtergesellschaft des weltweit tätigen Konzerns K+S Aktiengesellschaft mit Hauptsitz in Hessen, geführt. Die kaliumhaltigen Rohsalze werden vorrangig als Düngemittel, in der Futter- und Lebensmittelindustrie sowie für zahlreiche industrielle Anwendungen benötigt. Dabei ist eine der wichtigsten Aufgaben, die globale Versorgung der stetig steigenden Weltbevölkerung mittels effizienter Düngung der landwirtschaftlichen Flächen zur Produktion von Nahrungsmitteln sicherzustellen.

Die Besonderheit der Lagerstätte Zielitz liegt in dem durchschnittlich hohen Wertstoffgehalt von etwa 11 % K_2O und einer Rohstoffmächtigkeit bis zu 7,5 m. Aktuell besitzt das Grubenfeld eine Größe von etwa 61 km². Um die Produktion kontinuierlich fortführen zu können, sind große Anstrengungen erforderlich, um die bei der Aufbereitung anfallenden, nicht verwertbaren Reststoffe entsprechend der geltenden Umweltstandards aufhalten zu können. Mit der in 2021 genehmigten Haldenkapazitätserweiterung (HKE II) von ca. 200 ha kann die Kaliproduktion für rund 40 Jahre weiter fortgeführt werden (vgl. Kap. 2).

Von globaler Bedeutung ist auch die Förderung von Steinsalzen in unserem Land. Neben der Untertagegewinnung an den Standorten Bernburg und Grasleben (Braunschweig-Lüneburg) werden Steinsalze an mehreren Standorten auch durch Solung gefördert. Die Sole bildet den Ausgangsstoff für die Sodaherstellung

(Standorte Bernburg und Staßfurt) sowie für die chemische Industrie. So ist Soda einer der wichtigsten Industriechemikalien. Etwa die Hälfte der Produktion geht in die Glasindustrie. Soda ist Reinigungsmittel und u.a. Grundstoff für die Pharmazie, Lebensmittelindustrie sowie Papier- und Zellstoffherstellung. Als Schmelz- und Flotationsmittel wird es in der Metallurgie und der Recyclingindustrie eingesetzt. Die hier ansässigen Unternehmen Ciech Soda Deutschland GmbH & Co. KG (Staßfurt) und Solvay Chemicals GmbH (Bernburg) haben sich zu weltweit anerkannten Lieferanten entwickelt. Neben dem Steinsalz gewährleistet an beiden Standorten die Nähe zu oberflächennahen Kalksteinlagerstätten nachhaltige, regionale Voraussetzungen für die Soda-Herstellung.

Im Chemiesiedeldreieck Leuna-Merseburg-Bitterfeld wird Steinsalz in Form von Sole am Standort Teutschenthal/Bad Lauchstädt gefördert und hier für die Herstellung von Chlor und Natronlauge eingesetzt. Diese wird von zahlreichen regional ansässigen Unternehmen als Grundlage für die Herstellung von Kunststoffen, Papier und Waschmittel genutzt. Erwähnenswert ist, dass seit 2019 am Standort das Pilotprojekt „HYPOS“ läuft, in dem die durch Solung entstandenen Kavernen genutzt werden, um „Grünen Wasserstoff“, der in großen Mengen von der chemischen Industrie der Region benötigt wird, mittels Grobelektrolyse herzustellen, zu speichern und bedarfsgerecht in das vorhandene, langgestreckte Netz einzuspeisen.

Generell wird der überwiegende Teil der gesolten Kavernen im Anschluss als Sekundärlagerstätte zur Zwischenlagerung von Gasen und chemischen Grundstoffen genutzt. Aus lagerstättenwirtschaftlicher Sicht muss hier bemerkt werden, dass an die Nachnutzung von Kavernen als Sekundärspeicher besondere Anforderungen an die Sicherheit gestellt werden, was zu einer geringeren Ausbeutung des Rohstoffes „Steinsalz“ führt.

An Einzelstandorten (Bad Kösen, Bad Dürrenberg, Halle) werden geringe Mengen an Sole für Kureinrichtungen bzw. die Saline in Halle gewonnen.

Aufgrund der veränderten Klimapolitik sowie der globalen Krise, hervorgerufen durch den Ukraine-Krieg, muss aktuell ein komplettes Umdenken bezüglich der Energierohstoffe stattfinden. Bezüglich der Einhaltung der Klimaschutzziele soll die Nutzung von fossilen Energieträgern eingestellt werden. Zusätzlich führt der Ukraine-Konflikt aktuell zu einer europäischen Energiekrise, d. h. auch für Deutschland. Da der Ausbau mit erneuerbaren Energien nur schleppend vorangeht, muss kurzfristig nach Alternativen gesucht werden, um die Energieversorgung für die Volkswirtschaft und die Bevölkerung auch weiterhin zu gewährleisten. Diese Krise macht die Abhängigkeit von internationalen Rohstofflieferungen besonders deutlich. Bereits vor 10 Jahren gab es eine Preisexplosion auf dem internatio-

nen Rohstoffmarkt bezüglich Erdöl. Damals wurde im Rahmen des Regionalen Wachstumskerns „ibi- Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland“ das in Mitteldeutschland verfügbare, erkundete Potenzial an Braunkohlenlagerstätten digital erfasst und neu bewertet. In dem o.g. Projekt wurden neue Technologien aufgezeigt, um aus Braunkohlen vorrangig Produkte für die chemische Industrie herzustellen und damit Erdöl zu ersetzen.

Gerade im Hinblick auf eine ökologische Bewertung muss berücksichtigt werden, dass die Braunkohlen regional und ohne große Transportwege verfügbar sind. Erdöl ist in Sachsen-Anhalt nicht verfügbar, es muss in Abhängigkeit vom politischen Weltmarktpreis eingekauft und teilweise über sehr weite Strecken transportiert werden. Auch die Erdgasgewinnung zeigt in unserem Land eine rückläufige Tendenz und ist aktuell von untergeordneter Bedeutung für den Bedarf unserer Wirtschaft.

Bei der Nutzung von fossilen Energieträgern sollte klimapolitisch ein Umdenken stattfinden. Es ist davon auszugehen, dass der Konflikt auch zukünftig vorhanden ist. Es gilt neue Technologien zu finden, um den Energiebedarf zu minimieren und damit den Rohstoffabbau zu reduzieren. Die Gewinnung in anderen Ländern bedeutet ebenfalls einen Eingriff in Naturhaushalt. Es geht nicht nur darum, dass Deutschland seine Klimaschutzziele erreicht, sondern es geht um das globale Klima.

Aktuell zeigt gerade die globale Entwicklung, wie abhängig der Wirtschaftsstandort Deutschland von Ener-

gierohstoffen ist. Betrachtet man die gesamte Rohstoffproduktion in Sachsen-Anhalt, so liegt der Anteil der untertägigen und Energierohstoffgewinnung (Abb. 3.2-1) aktuell bei etwa 37 %, während die Steine- und Erden-Produktion mit rund 63 % den Hauptteil der Wertschöpfungsketten der Rohstoffwirtschaft unseres Landes erbringt. Die Braunkohlenproduktion ist mit der Festlegung des Ausstiegs der Braunkohlenverstromung generell rückläufig. Sie nimmt nur noch knapp 9 % der Gesamtrohstoff-Förderung ein (Abb. 3.2-1).

3.2.1 Bergbauobjekte der tiefliegenden und Energierohstoffe

Alle Bergbauobjekte der o. g. Rohstoffe (Tab. 3-8) unterliegen dem Geltungsbereich des Bundesberggesetzes, da es sich ausschließlich um bergfreie Bodenschätze handelt. Eine Einstufung als Grundeigentümergebiet und damit eine Abbaugenehmigung außerhalb des Bergrechtes, wie bei den Steine- und Erdenrohstoffen ist nicht möglich.

In der Übersicht wird auch die Nutzung der Steinsalzlagerstätten zur behälterlosen unterirdischen Speicherung von Gasen oder Flüssigkeiten aufgeführt, obwohl sie nicht der Gewinnung von Primärrohstoffen dienen. Jedoch wird die einfache Möglichkeit der Schaffung von Hohlräumen gezielt genutzt, um Erdgas und Rohstoffe für die chemische Industrie zwischenzulagern. Anteilig erfolgt auch die Nachnutzung von ausgesohlenen Kavernen der Sodaindustrie zur Speicherung der o.g. Stoffe. Hier sind erhöhte Anforderungen an die Sicherheit be-

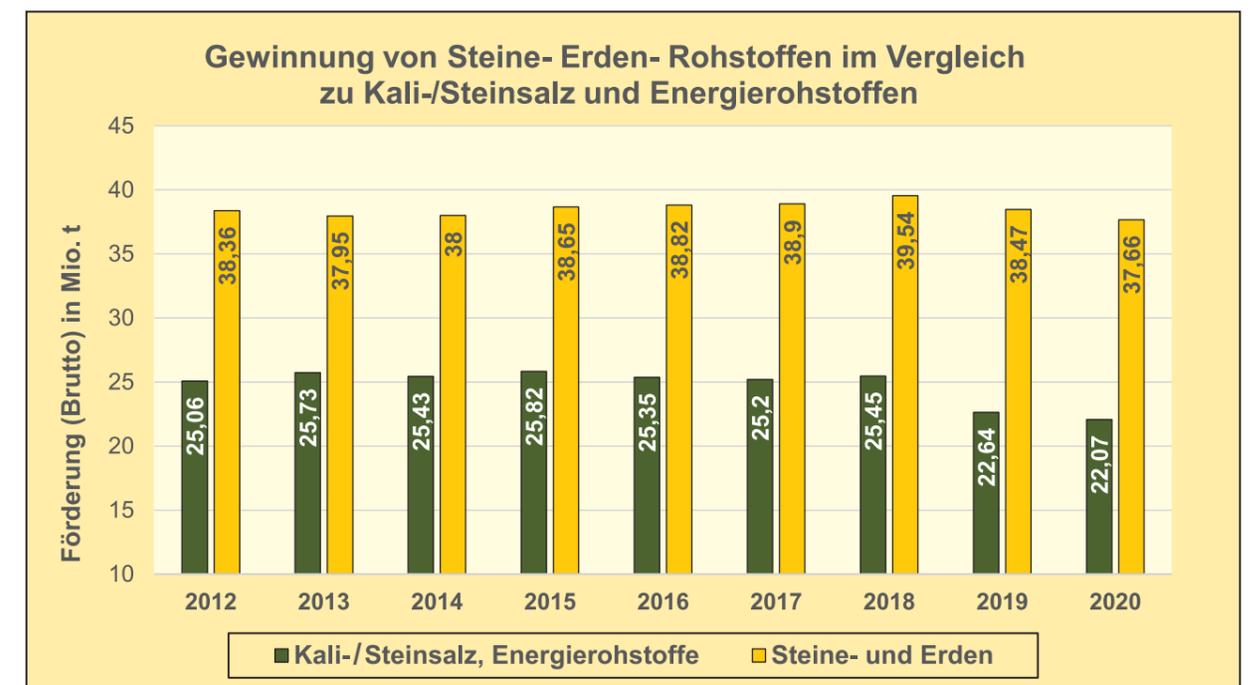


Abb. 3.2-1 Der Vergleich der Rohstoffbruttoförderung zeigt auch weiterhin eine stabile Produktion der Steine-Erden-Betriebe. Der deutlich erkennbare Rückgang der Gewinnungsmengen bei Salzen und Energierohstoffen ist auf den bereits rückläufigen Abbau von Braunkohlen zurückzuführen.

Gruppe	Rohstoff	Nutzung	Bergbauobjekt	Nr
Energierohstoffe	Braunkohle	Stofflich und energetisch	Tagebau Amsdorf	1
	Braunkohle	Energetisch, in geringen Anteilen stofflich	Tagebau Profen-Schwerzau	2
	Erdgas	Energetisch	Förderfeld Altmark Salzwedel	3
Salze	Kalisalz	Düngesalz	Werk Zielitz	4
	Steinsalz	Speise- und Industriesalz	Braunschweig-Lüneburg (Werk Grasleben)	5
	Steinsalz	Speise- und Industriesalz	Werk Bernburg	6
	Steinsalz	Sole	Solbetrieb, Werk Bernburg	7
	Steinsalz	Sole	Solbetrieb SOLVAY Bernburg	8
	Steinsalz	Sole und Speicherung	Solbetrieb UGS Bernburg	9
	Steinsalz	Sole und Speicherung	Sol- und Speicherfeld Teutschenthal	10
	Steinsalz	Sole und Speicherung	Solbetrieb Neustaßfurt	11
	Steinsalz	Sole für Kur- und Heilzwecke	Solbetrieb Schönebeck	12
	Steinsalz	Sole für Kur- und Heilzwecke	Bad Kösen	13
	Steinsalz	Sole für Kur- und Heilzwecke	Borlachschant Bad Dürrenberg	14
	Erze und Spate	Erz		Feinerzhalde Badeleben

Tab. 3-8: Übersicht der Bergbauobjekte der tiefliegenden und Energierohstoffe

reits während der Solung zu beachten. Das bedeutet eine geringere Ausnutzung der Steinsalzlagerstätten.

Bei der Gewinnung von Kali- und Steinsalz (einschließlich Sole) zeigt sich eine langjährige Stabilität, sowohl in der Produktion als auch bei der Anzahl der Unternehmen. Es handelt sich fast ausschließlich um große Betriebe und Werke, die schon seit Jahrzehnten fester Bestandteil in der Industrielandschaft Sachsen-Anhalts sind und die auch in Zukunft einen wichtigen Wirtschaftsfaktor darstellen.

Eine Besonderheit stellt die Steinsalzlagerstätte „Braunschweig-Lüneburg“ dar, die sich über zwei Bundesländer (Niedersachsen und Sachsen-Anhalt) erstreckt. Das Werk Grasleben mit dem Förderschacht befindet sich in Niedersachsen, aber der Abbau geht nur noch auf dem Gebiet Sachsen-Anhalts um, da die Lagerstätte auf niedersächsischer Seite bereits ausgebeutet ist.

Die Lage der Bergbauobjekte ist in der Potenzialkarte der tiefliegenden Rohstoffe und Energierohstoffe (Abb. 3.2-2) dargestellt.

3.2.2 Förderstatistik der tiefliegenden und Energierohstoffe

Die erhobene Gesamtfördermenge der tiefliegenden und Energierohstoffe lag bezogen auf die letzten 9 Jahre bei durchschnittlich 24,75 Mio. t (Abb. 3.2-3). Deutlich erkennbar wird dabei, die abnehmende Tendenz, die auf die ersten Schließungen von Braunkohlenkraftwerken und die damit verbundene geringere Förder-

menge an Braunkohle in unserem Land zurückzuführen ist (Abb. 3.2-4).

Die unterschiedlichen Entwicklungstendenzen sind bei der Einzelauswertung zu den Rohstoffgruppen Braunkohle/Erdgas, Kalisalz sowie Steinsalz/Sole deutlich erkennbar (Abb. 3.2-4). Dabei zeigt die Förderung von Kalisalzen mit durchschnittlich 12,13 Mio. t eine stabile Entwicklung (Schwankungsbreite 11,3 – 12,82 Mio. t). Die Fördermengen haben einen Wert erreicht, der auf Grund der begrenzten Kapazität des Förderschachtes in Zielitz nicht wesentlich weiter gesteigert werden kann. Durch die Aufbereitung werden aus dem Rohsalz ca. 2 Mio. t/a verkaufsfähige Produkte hergestellt.

Die Gewinnung von Steinsalz und Sole besitzt einen deutlich geringeren Anteil an der Rohstoffproduktion des Landes (Abb. 3.2-4). Für den Zeitraum von 2012 bis 2020 beträgt die durchschnittliche Jahresfördermenge 4,3 Mio. t. Das entspricht etwa einem Drittel der Kalisalzförderung. Dabei können konjunkturelle Schwankungen auftreten, da ein erheblicher Anteil des Steinsalzes als Streusalz für den Winter eingesetzt wird. Niederschlagsreiche, kalte Winter steigern die Förderung und den Absatz von Streusalz, was aber auch umgekehrt gilt.

Mit dem politischen Beschluss zum Ausstieg aus der Braunkohlenverstromung nimmt dieser Rohstoff eine besondere Stellung ein. Bereits in den Jahren 2019 und 2020 ist ein deutlicher Produktionsrückgang zu erkennen (Abb. 3.2-5). Darin spiegelt sich die Schließung der ersten Braunkohlenkraftwerke bzw. die Umstellung

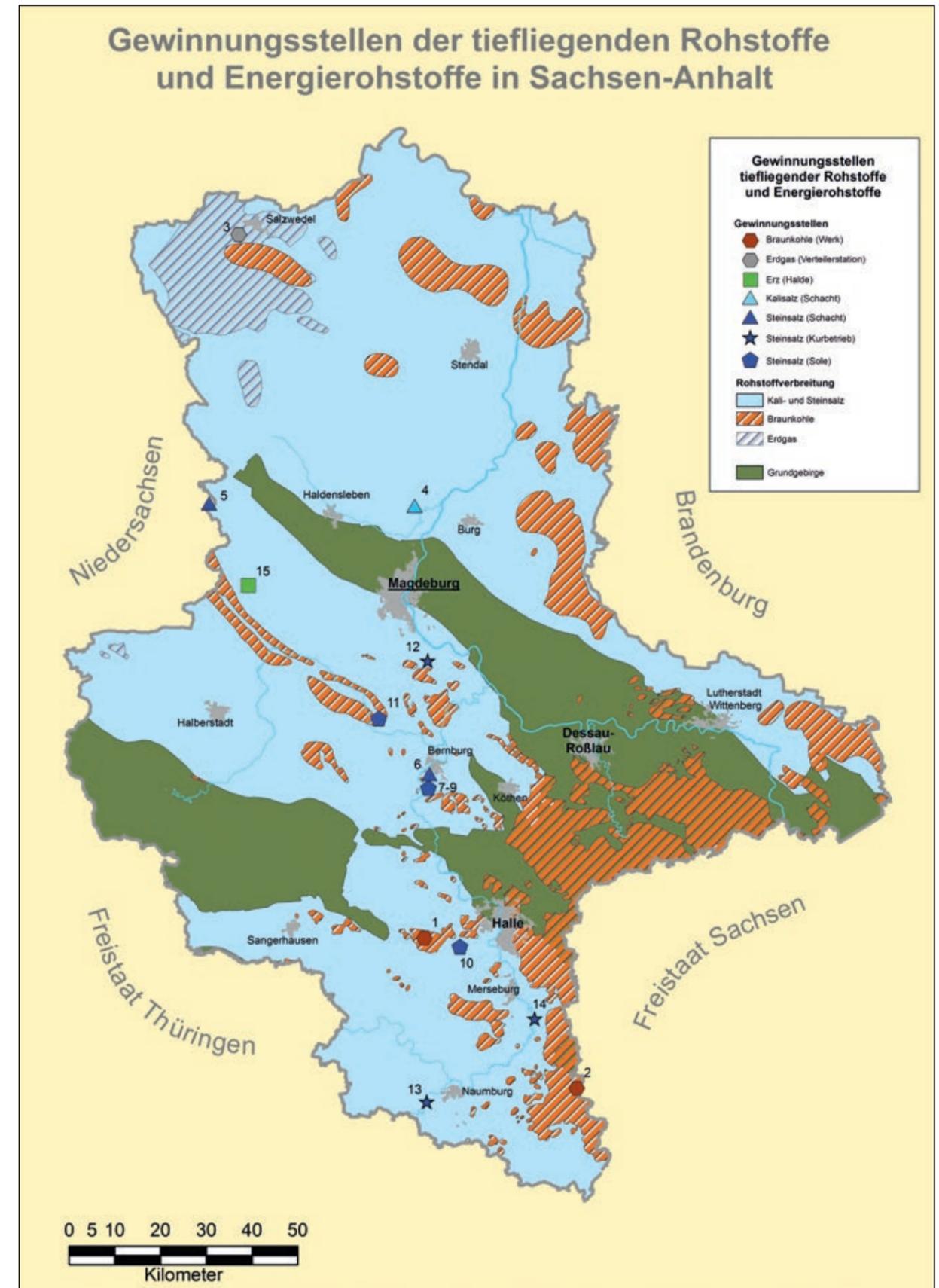


Abb. 3.2-2 Potenzialkarte tiefliegende und Energierohstoffe mit Gewinnungsstellen (die Beschriftung entspricht der laufenden Nummer in Tab. 3-8)

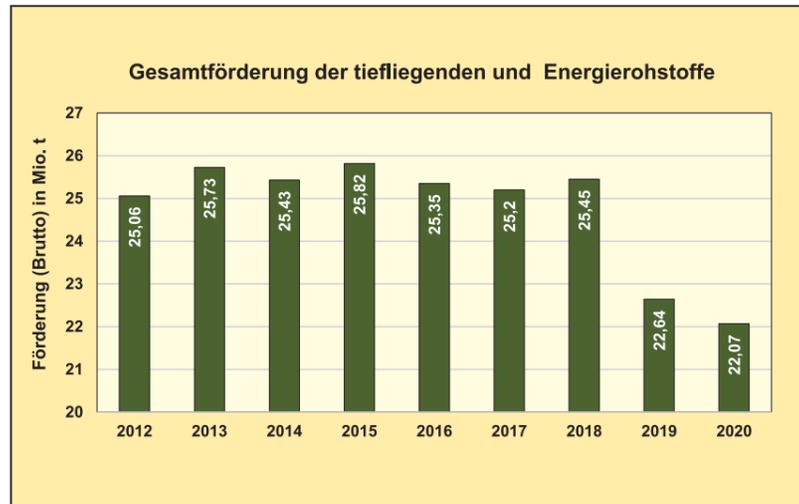


Abb. 3.2-3 Gesamtfördermengen der tiefliegenden und Energierohstoffe von 2012 bis 2020

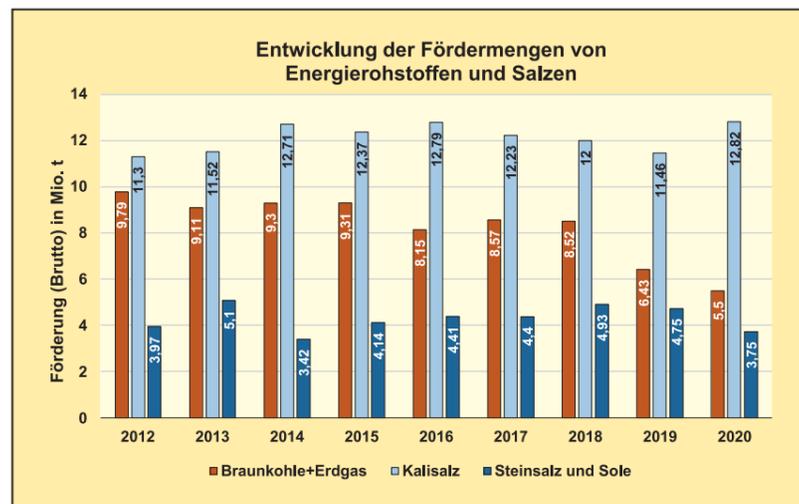


Abb. 3.2-4 Fördermengen von Braunkohle, Kali- und Steinsalz von 2012 bis 2020

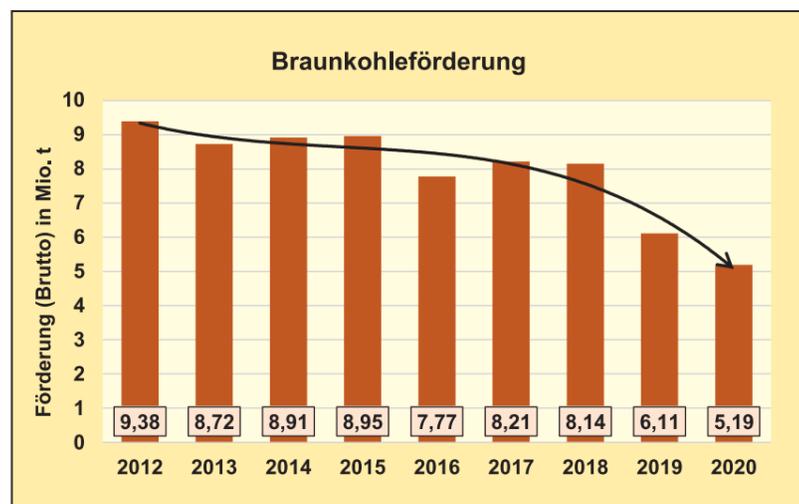


Abb. 3.2-5 Entwicklung der Braunkohleförderung 2012 bis 2020

einzelner Standorte auf andere Energierohstoffe (Erdgas) wider. Die Förderung ging im Vergleich zu 2012 von 9,38 Mio. t auf 5,19 Mio. t in 2020 zurück. Das entspricht nur noch etwa 45 % der früheren Abbaumengen.

Die Förderung der Braunkohle beschränkt sich nicht nur auf die Energiegewinnung. Im Unternehmen der ROMONTA GmbH wird aus den bitumenreichen Anteilen der Braunkohle fossiles Wachs hergestellt. Die am Standort in Amsdorf hergestellten Montanwachsprodukte werden weltweit vermarktet und trotz unzähliger Neuentwicklungen von synthetischen Wachsen, ist der Bedarf uneingeschränkt vorhanden. Im Tagebau Amsdorf werden jährlich knapp 500.000 t an Rohbraunkohle gewonnen, das entspricht etwa einem Zehntel der Gesamtbraunkohleförderung in Sachsen-Anhalt. Die nicht für die Wachsproduktion geeigneten Anteile werden im werkseigenen Kraftwerk zur Stromerzeugung eingesetzt.

Auch zukünftig sollte Vorsorge getroffen werden, dass die gut erkundeten, regional verfügbaren Braunkohlenpotentiale in die Rohstoffsicherung integriert werden. Das begründet sich gerade durch die aktuell anhaltende weltweite Energie- und Wirtschaftskrise.

3.2.3 Kali-, Steinsalz und Industriesole

Die Kali- /Steinsalz- und Solegewinnung nimmt für die Wirtschaft in Sachsen-Anhalt eine besondere Stellung ein. Hier werden die Grundlagen für zahlreiche Wertschöpfungsketten erzeugt. So verbessern sich durch den Einsatz von hochwertigem Kalidünger die Erträge in der Landwirtschaft. Hier ist ein weltweiter Bedarf vorhanden. Die aktuellen globalen Veränderungen können zu einem weiteren Anstieg der Produktion führen. Mit der in 2021 erteilten Zulassung zur flächenhaften Erweiterung der Au-

ßenhalde (HKE II) ist die Grundlage für den Weiterbetrieb der Kalisalz-Gewinnung in Zielitz gegeben. Nur so ist unter heutigen technologischen und wirtschaftlichen Bedingungen die weitere Nutzung der großflächig verbreiteten Salzlagerstätte möglich. Die Aufrechterhaltung der Produktion am Standort Zielitz hat inzwischen zur Ansiedlung von zahlreichen kleinen und mittelständischen Serviceunternehmen geführt, die insgesamt die Region wirtschaftlich stärken.

Die Gewinnung von Steinsalz erfolgt in Sachsen-Anhalt sowohl bergmännisch im Tiefbau als auch durch Bohrlochsolung. In den Steinsalzbergwerken Bernburg und Braunschweig-Lüneburg wird das hochreine Steinsalz trocken abgebaut und fast ausschließlich als Auftausalz im weltweiten Markt abgesetzt. Untergeordnet wird das reine Steinsalz als Speisesalz bzw. zur Wasserenthärtung genutzt. Das in Form von Sole gewonnene Salz wird als Grundstoff für die Sodaproduktion und in der chemischen Industrie eingesetzt. Die in Bernburg und Staßfurt betriebenen Werke zählen zu den weltweit größten Herstellern von Sodaprodukten. An beiden Standorten hat die geologische Nähe von Steinsalz- und Kalksteinlagerstätten zur Entwicklung der Produktionsstätten geführt. Soda wird unter anderem für die Herstellung von Glas, Waschmitteln, in chemischen Prozessen und bei der Metallverarbeitung benötigt.

Für die langfristige Kaliproduktion ist das geologische Vorfeld großräumig nachgewiesen und aktuell auch raumordnerisch als Vorranggebiet für die Rohstoffgewinnung gesichert. Zur Aufrechterhaltung der mit der Gewinnung von Steinsalzen verbundenen Produktionslinien müssen langfristig die Möglichkeiten der Aufsuchung von Nachfolgelagerstätten geschaffen werden. Zahlreiche Industrieansiedlungen in Sachsen-Anhalt sind auf die Lieferungen von Steinsalz-Produkten angewiesen. Im Sinne der weiteren nachhaltigen Entwicklung unseres Landes sollte die Möglichkeit der Nutzung von regionalen Salzvorkommen untersucht werden. Die Kali- und Steinsalzindustrie steht vor immer größer werdenden Herausforderungen. Länger werdende untertägige Transportwege, zunehmender Flächenbedarf für die Außenhalden und deren Gestaltung sowie die Salzbelastung von Grund- und Oberflächenwässern belasten die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens. In analoger Weise muss sich die Soda-Industrie den Aufgaben der dauerhaften Sicherung der Rückhaltebecken für die Kalkschlämme sowie der langfristigen Sicherung der Sol-Kavernen stellen. Derzeitig werden die meisten Solkavernen als Gasspeicher genutzt. Diese Nachnutzung erfordert bestimmte Sicherheitskriterien, die bereits vor Beginn der Solung festgelegt werden. Höhere Sicherheitsabstände und kleinere Volumina der Einzelkavernen senken dabei die optimale Ausnutzung der eigentlichen Salzlagerstätten. Die aufgeführten Probleme sind gleichzeitig eine Herausforderung für die laufenden Genehmigungsverfahren.

3.2.4 Energierohstoffe

Die aktuelle globale politische Situation zeigt besonders deutlich, wie abhängig die einheimische Wirtschaft von Energie ist. Um jedoch auch die hoch gesteckten Klimaschutzziele zu erreichen, soll auf die Nutzung fossiler Energieträger komplett verzichtet werden. Derzeitig werden die fossilen Energieträger noch benötigt, um eine stabile Versorgung der Volkswirtschaft und der Bevölkerung zu gewährleisten. Im laufenden Anpassungsprozess bildet dabei in Sachsen-Anhalt die Braunkohle als Brückentechnologie noch den Hauptenergieträger. Jedoch haben auch hier die ersten Braunkohlenkraftwerke ihren Betrieb eingestellt, die jährliche Produktionsmenge geht deutlich zurück (Abb. 3.2-5). Aufgrund des Kohleausstiegsgesetzes soll bis spätestens 2038 die Verstromung von Braunkohlen beendet sein. Im Energiekonzept 2030 der Landesregierung von Sachsen-Anhalt soll „die Braunkohle in modernen, hocheffizienten Kraftwerken ihre Funktion als Brückentechnologie mittelfristig, also jedenfalls so lange wahrnehmen, wie sie systemtechnisch notwendig ist“.

Wiederholt wird darauf hingewiesen, dass 2014 ein durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Projekt „Regionaler Wachstumskern ibi – Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland“ aufgrund der zum damaligen Zeitpunkt extrem gestiegenen Erdölpreise initiiert wurde, in dem Braunkohlen in innovativen Anlagen zu Grundstoffen für die chemische Industrie aufbereitet werden sollten. Mit der regionalen Verfügbarkeit der Rohstoffe könnten Preisschwankungen auf dem Weltmarkt ausgeglichen und somit stabile Rahmenbedingungen für die Chemieindustrie geschaffen werden.

Die weltweite aktuelle Situation zeigt, wie abhängig der Wirtschaftsstandort Deutschland von Importen sowohl von Erdöl als auch von Erdgas ist. Aus diesem Grund sollten die regional verfügbaren Braunkohlenlagerstätten sowie die seit vielen Jahrzehnten bekannten Technologien und Verfahren zur Nutzung für die Energiewirtschaft und die chemische Industrie bewusst als Alternative betrachtet werden. Aus fachlicher Sicht wird auch weiterhin an der Sicherung von Braunkohlenpotentialen, auch wegen dem schleppenden Netzausbau und fehlender Speichermöglichkeiten für alternative Energien, festgehalten.

Dagegen geht die Förderung der erkundeten Erdgasfelder in der Altmark dem Ende entgegen. Seit einigen Jahren stagniert die Fördermenge auf niedrigem Niveau. Seitens des Unternehmens werden Alternativen gesucht, um den Standort und die Anlagen zu erhalten. Erste Konzepte gehen von einer Gewinnung von Lithium aus den Lagerstättenwässern und die Möglichkeit der Nachnutzung von Anlagen für die Geothermie aus. Es sollte aber auch untersucht, ob mittels Fracking die aktuelle Rohstoffförderung mobilisiert werden könnte.

3.3 Flächenbilanz der Rohstoffgewinnung im oberflächennahen Steine- und Erden-Bereich

Im Rahmen der Flächenbilanz wird aufgezeigt, wieviel Landesfläche durch die aktuell zugelassene Steine- und Erden-Gewinnung in Anspruch genommen wird. Diese Analyse ist bereits Bestandteil des ersten Rohstoffberichtes aus dem Jahr 1999 (STEDINGK et al., 1999).

Zur damaligen Zeit wurde der Flächenentzug durch die oberflächennahe Rohstoffgewinnung auf der Basis von Rückrechnungen über die durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit auf der Grundlage der jeweiligen Jahresfördermenge bzw. durch Schätzungen ermittelt. Seit dem Rohstoffbericht 2005 erfolgt diese Bilanzierung auf der Grundlage der landesweit vorhandenen Luftbilder (digitale Orthofotos des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt- LVerGeo mit Stand 2020). Dabei werden die Luftbilder innerhalb der für den Rohstoffabbau vorgesehenen Flächen in fünf Kategorien digitalisiert (Tab. 3-9). Diese Kategorien weisen die jeweils für die Rohstoffgewinnung typischen Merkmale auf (Abb. 3.3-1).

Um eine gewisse Vergleichbarkeit zu gewähren, wurden für die aktuelle Erhebungsetappe ebenfalls die Flächen nach den Luftbildern in analoger Weise zu den vorhergehenden Rohstoffberichten 2005, 2008, 2012 sowie 2018 digitalisiert. In die Analyse werden alle Gewinnungsstellen einbezogen, die über eine Genehmigung zum Abbau der anstehenden Rohstoffe verfügen. Bei dieser Flächenbilanz werden in Planung befindliche Vorhaben sowie eingestellte Betriebe nicht berücksichtigt.

Die GIS- gestützte Interpretation der Luftbilder führt prinzipiell zu lagegenauen Flächendaten, die eine qualifizierte Auswertung der Flächeninanspruchnahme durch die aktuelle, oberflächennahe Rohstoffgewinnung ermöglicht. Problematisch gestaltet sich die Diffe-



Abb. 3.3-1 Digitalisierung der Flächen innerhalb einer Lagerstättenfläche entsprechend der Inanspruchnahme für den Rohstoffabbau. Problematisch ist die Abgrenzung und Einstufung von Vegetationsflächen aus dem Luftbild heraus. Eine Differenzierung in unverritzte oder Sukzessions- bzw. renaturierte Flächen setzt detaillierte vor-Ort-Kenntnisse voraus

renzung der einzelnen Flächen. Die Unterscheidung, ob Flächen unverritzte oder bereits renaturiert sind, setzt die genaue Kenntnis zum Abbauverlauf innerhalb eines Gewinnungsbetriebes voraus. In einigen Tagebauen hat sich nach großflächiger Abraumbeseitigung wieder eine natürliche Vegetation auf den vom Abbau bisher nicht in Anspruch genommenen Flächen eingestellt.

Auf Grund des Luftbildes würden diese Flächen der Kategorie „Sukzession bzw. renaturierte Flächen“ zu-

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

Tab. 3-9 Flächenkategorien und die ihnen zu Grunde liegenden Kriterien

geordnet werden. Entsprechend der Tagebauentwicklung werden sie aber für die zukünftige Rohstoffgewinnung benötigt und sollten daher in die „aktiven Abbaufächen“ eingestuft werden. Auf einigen Flächen ist die Renaturierung heute bereits so weit fortgeschritten, dass eine Unterscheidung zu den unverritzten Flächen auf dem Luftbild teilweise nicht mehr möglich ist. Auch die Einstufung von Betriebsflächen, die sich oftmals innerhalb oder randlich in den aktiven Gewinnungsflächen befinden, ist nicht immer eindeutig abzugrenzen. Daher ist eine gewisse subjektive Abweichung bei den einzelnen Flächenzuordnungen auch weiterhin gegeben. Auf die Differenzen wird auch in den vorangegangenen Rohstoffberichten ausführlich eingegangen.

Im Ergebnis der aktuellen Digitalisierung ist eine Fläche von insgesamt 20.344 ha ausgewiesen, die durch die oberflächennahe Rohstoffgewinnung aktiv genutzt wird bzw. werden kann. Das entspricht etwa 1 % der Landesfläche von Sachsen-Anhalt (Tab. 3-10). Das entspricht in etwa dem Wert, der in den vorangegangenen Berichtszeiträumen für die Flächeninanspruchnahme durch die Tagebaubetriebe der Steine- und Erden-Industrie in Sachsen-Anhalt (vgl. STEDINGK et al. 2005, 2008, 2012; GAUERT et al. 2018) ausgewiesen worden ist. Im Vorfeld der zugelassenen Gewinnungsstellen sind noch etwa 13.288 ha Flächen (0,65 % der Landesfläche), die für zukünftige Rohstoffgewinnung genutzt werden können. Diese Areale sind bisher unverritz, aber geologisch erkundet, verfügen jedoch meist nicht über die behördliche Zulassung zur Gewinnung der

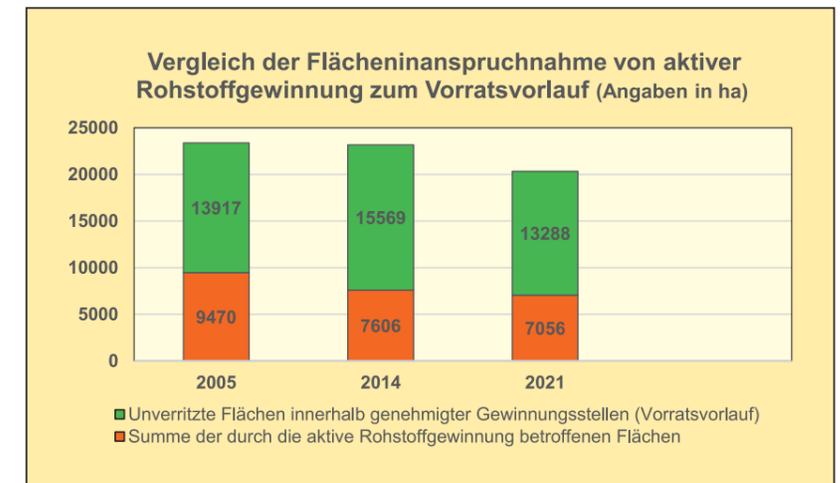


Abb. 3.3-2 Vergleicht man die Flächeninanspruchnahme von aktiver Rohstoffgewinnung zum möglichen Vorratsvorlauf für die Steine- und Erden-Lagerstätten, steht für die zukünftige Rohstoffgewinnung noch ein relativ hoher Flächenanteil zur Verfügung. Es wird aber darauf hingewiesen, dass ein Großteil dieser Flächen nicht über eine Genehmigung zum Abbau der nachgewiesenen Bodenschätze verfügt.

Bodenschätze. Aktuell stehen diese Flächen fast ausschließlich noch in landwirtschaftlicher Nutzung. Aus lagerstättenwirtschaftlicher Sicht sollten einmal zugelassene und erschlossene Tagebaue in ihrer gesamten erkundeten Ausdehnung optimal genutzt werden. So werden auch regionale Wertschöpfungsketten erhalten.

Gegenüber der digitalen Erfassung zum Rohstoffbericht 2018 ist ein leichter Abwärtstrend erkennbar (Tab. 3-10, Abb. 3.3-2). Dieser wird aber darauf zurückgeführt, dass in den vergangenen Jahren mehrere Betriebe (teilweise auch pandemiebedingt) geschlossen wurden. Zusätzlich wurden Betriebe, die sich in der Abschluss- bzw. Renaturierungsphase befinden und damit keine effektive Rohstoffproduktion erbringen, in der Analyse nicht mehr betrachtet (siehe auch Abschnitt 3.1.1). Die Verteilung der einzelnen differenzierten Flächenkategorien zeigt in etwa eine analoge Zusammensetzung

Flächenkategorie	2005	2014	2021	
	Gesamtfläche (ha)	Gesamtfläche (ha)	Gesamtfläche (ha)	Anteil an Landesfläche (%)
aktive Abbaufächen	2833	3132	2951	0,15
Betriebsflächen	588	101	459	0,02
renaturierte Flächen	3975	2221	1738	0,08
Wasserflächen	2074	2152	1908	0,10
Summe der durch Rohstoffgewinnung betroffenen Flächen	9470	7606	7056	0,35
Unverritzte Flächen innerhalb genehmigter Gewinnungsstellen (Vorratsvorlauf)	13917	15569	13288	0,65
Gesamtflächen	23387	23175	20344	1,00

Tab. 3-10 Flächenbilanz für die Rohstoffgewinnung (Steine- und Erden-Gewinnung) in Sachsen-Anhalt

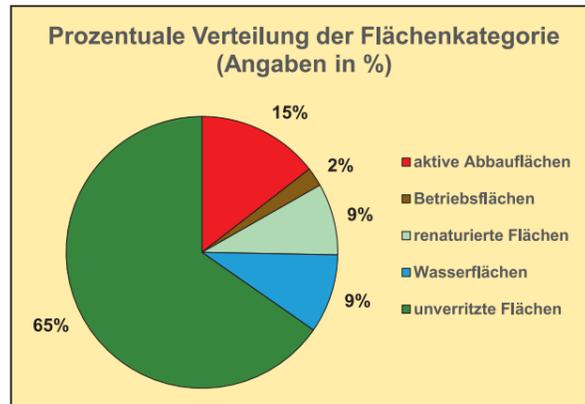


Abb. 3.3-3 Prozentuale Verteilung der einzelnen Flächenkategorien für den aktiven Steine- und Erden-Rohstoffabbau im Ergebnis der Digitalisierung der Luftbilder (Stand: 2020)

gegenüber den vorangegangenen Berichtszeiträumen. Die aktiven Bereiche der Rohstoffgewinnung (aktive Abbauflächen, Betriebsflächen, renaturierte Flächen, Wasserflächen) nehmen dabei einen Anteil von rund 35 % in Anspruch (Abb. 3.3-3). Demgegenüber wird ein noch zu nutzender Teil von rund 65 % (unverritzte Flächen) ausgewiesen, der theoretisch für eine zukünftige Rohstoffversorgung zur Verfügung steht. Für diese Flächen ist die Rohstoffverbreitung nachgewiesen, jedoch gibt es nur anteilig Zulassungen für die Gewinnung der anstehenden Rohstoffe. Eine nachhaltige Rohstoffwirtschaft erfordert die komplette Ausnutzung der erkundeten Lagerstätten. Daher kann nur empfoh-

len werden, Lösungen für die Nutzung der bisher noch nicht erschlossenen Lagerstättenteile im Rahmen der ausstehenden Genehmigungsverfahren zu finden.

Fazit ist, dass es über die einzelnen Berichtszeiträume Veränderungen der flächenhaften Zuordnung innerhalb eines Lagerstättenabbaus gibt, dass diese jedoch, bezogen auf den generellen, aktiven Steine- und Erden-Bergbau in der Gesamtbetrachtung relativ gleichbleibend sind. Bestätigt wird die Analyse durch fast gleichbleibende Produktionsmengen bei den Steine- und Erden-Rohstoffen (Kap. 3.1).

Auch zukünftig wird die oberflächennahe Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen mit einem unvermeidbaren Eingriff in das Schutzgut „Boden“ verbunden sein. Das Vorfeld der erkundeten Lagerstätten wird zum überwiegenden Teil noch landwirtschaftlich genutzt. Das wurde in den vorangegangenen Rohstoffberichten qualifiziert nachgewiesen. Da der überwiegende Teil der damals bewerteten Lagerstätten auch weiterhin von Bestand ist, kann davon ausgegangen werden, dass für die zukünftige Rohstoffgewinnung Böden von mittlerer bis hoher Wertigkeit in Anspruch genommen werden müssen.

Im behördlichen Genehmigungsverfahren wird darauf geachtet, dass bereits vor der Gewinnung, die als Bedeckung zum Rohstoff anstehenden Bodensedimente entsprechend abgeräumt, verwendet bzw. zwischengelagert werden (Abb. 3.3-4). Der Eingriff in das Schutzgut „Boden“ ist durch den Vorhabenträger zu bewerten



Abb. 3.3-4 Naßgewinnung von Kiessanden im Bereich der Elbaue. Im Bildhintergrund ist gut erkennbar, dass vor der Gewinnung die Bodensedimente mittels Bagger abgeräumt werden. (Quelle: LAGB)

und auszugleichen. Es wird jedoch auch darauf hingewiesen, dass aufgrund der zunehmenden Konflikte bei den Flächennutzungen (wachsender Anteil an Flächen für erneuerbare Energien) darauf geachtet werden muss, dass nach Möglichkeit nach der Rohstoffgewinnung, ein möglichst hoher Flächenanteil für eine Bodennutzung zurückgegeben werden sollte.

Literatur und Quellen

- STEDINGK, K., BORBE, H., KARPE, P. & MODEL, E. unter Mitarbeit von: BALZER, G., BRASSE, A., FORKER, A., JOST, G. UND SCHULZE, G. (1999): Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 1998.- Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beih. 2, 73 S., Halle (Saale).
- STEDINGK, K., BALZER, G. & KARPE, P. (2002): Rohstoffgewinnung und -bedarf in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industriemineralien).- in: Rohstoffbericht 2002.- Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft 5, 11-30, 10 Abb., 4 Tab., Halle (Saale).
- STEDINGK, K., BALZER, G. & KARPE, P. (2005): Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industriemineralien).- in: Rohstoffbericht 2005.- Mitt. zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft 9, 15-30, 9 Abb., 6 Tab., Halle (Saale).
- STEDINGK, K., PRÄGER, R., BALZER, G. & KARPE, P. unter Mitarbeit von DESSELBERGER, U., JOST G. UND RUDOLPH, N. (2008): Gewinnung von Bodenschätzen und Rohstoffsicherung in Sachsen-Anhalt (Steine und Erden, Industriemineralien).- in Rohstoffbericht 2008 - Mineralische Bodenschätze in Sachsen-Anhalt - Potenziale, Nutzung, Sicherung, Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 16, S.15-54, Halle (Saale).
- STEDINGK, K., PRÄGER, R., BALZER, G. unter Mitarbeit von DESSELBERGER, U. UND RUDOLPH, N. (2012): Gewinnung von Steine- und Erden-Bodenschätzen und Industriemineralien in Sachsen-Anhalt.- in Rohstoffbericht 2012 - Mineralische und energetische Bodenschätze in Sachsen-Anhalt – Sachstand und neue Nutzungswege, Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 17, S. 37-64, Halle (Saale).
- GAUERT, C., SIMON, R., BALZER, G. & HARTMANN, K.-J. (2018): Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt.- in Rohstoffbericht 2018 – Steine und Erden-, tiefliegende und Energierohstoffe in Sachsen-Anhalt, Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 19, 13-40, Halle (Saale).

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



Gewinnung von Kiessanden in der Elbaue mittels Schwimmgreifer (Quelle: CEMEX Deutschland/Mehdi Bahmed)



Schiffsverladung von hochqualitativen Kiessanden zur Versorgung angrenzender Regionen (Quelle: CEMEX Deutschland/Mehdi Bahmed)

4 Rohstoffvorsorge und -sicherung in Sachsen-Anhalt

REGINE SIMON, DR. DANILO WOLF

Die Gewinnung von Rohstoffen bildet das Fundament der wirtschaftlichen Entwicklung unserer Gesellschaft. Das tägliche Leben ist von Rohstoffen geprägt. Dabei beinhaltet die Rohstoffgewinnung in der Regel ein Konfliktpotential mit anderen Nutzungsansprüchen und ist mit erheblichen Eingriffen in den Naturhaushalt verbunden. Damit steht sie auch im Widerspruch zur Klimapolitik. Der größte Rohstoffverbraucher ist die Bauindustrie, die mit dem Erhalt und dem Ausbau der Infrastruktur (v. a. Straßen, Bahnlinien) sowie mit dem Wohnungs- und Industriebau die Grundlagen für die Produktivität unserer Volkswirtschaft bildet. Jedoch werden auch für die Herstellung von Glas, Ziegeln, Waschmitteln, Fahrzeugen, Kosmetika sowie in der chemischen Industrie eine Vielzahl von mineralischen Bodenschätzen benötigt. Verbunden mit dem Ausbau der alternativen Energieversorgung wird eine Vielzahl von Rohstoffen ebenfalls für die Herstellung, den Bau und den Betrieb von Solarmodulen, Windrädern, Anlagen zur Erzeugung von Biogas und Wasserstoff sowie Gaskraftwerken benötigt. Nicht alle, der dafür benötigten Rohstoffe sind landesweit verfügbar. Aus Sicht des Klimaschutzes muss zukünftig dafür gesorgt werden, verfügbare Rohstoffe verbrauchernah zu nutzen und Recyclingmöglichkeiten zu optimieren. Bei regional nicht verfügbaren Rohstoffen sollte auf Importe von fairen und transparenten Rohstofflieferanten geachtet werden.

Für das umfangreiche Rohstoffpotential in Sachsen-Anhalt sind gezielte Maßnahmen notwendig, um die mittel- und langfristige Versorgung der Gesellschaft mit Rohstoffen (Daseinsvorsorge) abzusichern. Dabei muss der sorgsame Umgang mit den Bodenschätzen, eine nachhaltige und umweltschonende Gewinnung und die Vorsorge für nachfolgende Generationen durch gezielte Aufsichtung im Vordergrund stehen. Das ist eine der Kernaufgaben der Raumordnung. Die vielfältigen Ansprüche aus Natur, Gesellschaft und Wirtschaft stehen im Wettbewerb um den begrenzt verfügbaren Raum. Unterschiedliche Interessen müssen berücksichtigt und optimal aufeinander abgestimmt werden, um eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Raumnutzung sicherzustellen.

Dafür hat sich der Bund das Raumordnungsgesetz (ROG) vom 30.06.2009 (zuletzt geändert am 19.06.2020) geschaffen. Darin sind die Planungsträger aller Bundesländer zur Rohstoffvorsorge im Sinn einer nachhaltigen Entwicklung eines Landes verpflichtet.

Die landesspezifische Umsetzung erfolgt in Sachsen-Anhalt auf der Grundlage des Landesentwick-

lungsgesetzes (LEntwG LSA) vom 23.04.2015 (zuletzt geändert am 30.10.2017).

Die Festlegung von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung erfolgt in Sachsen-Anhalt in zwei Stufen. Die Oberste Landesentwicklungsbehörde führt die raumordnerischen Planungen auf Landesebene in Abstimmung mit dem Bund und den anderen Bundesländern durch.

Für die räumliche Präzisierung und Anpassung sind die Unteren Landesentwicklungsbehörden zuständig. Das sind in der Regel die Kreise und kreisfreien Städte. Über einen Zusammenschluss einzelner Kreise und kreisfreien Städte sind in Sachsen-Anhalt fünf Regionale Planungsgemeinschaften gebildet worden, die jeweils die Festlegung und Kontrolle der Ziele und Grundsätze der Raumordnung übernehmen und soweit erforderlich konkretisieren und ergänzen.

Die Sicherung raumordnerisch bedeutsamer Planungen erfolgt mittels „**Vorranggebieten**“ (VRG). § 7 Abs. 3 Satz 2 Nr. 1 ROG definiert VRG als „Gebiete, die für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen sind und andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind“. Damit besitzen VRG in der Praxis reale Bindungswirkung.

Seitens § 7 Abs. 3 Nr. 2 ROG besteht ergänzend die Möglichkeit, „**Vorbehaltsgebiete**“ (VBG) auszuweisen. Dabei handelt es sich um Gebiete, in denen bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen ist.

Aus fachlicher Sicht reichen diese Instrumentarien für die Gewinnung und Sicherung von Rohstoffen nicht aus. Die Rohstoffgewinnung ist standortgebunden, sie nimmt sukzessive und temporär über teilweise lange Zeiträume (z. T. mehr als hundert Jahre) Flächen in Anspruch. Die wirtschaftliche Umsetzung eines Rohstoffabbauvorhabens erfordert in Abhängigkeit von der Rohstoffart, der nutzbaren Mächtigkeit sowie der notwendigen Aufbereitung eine bestimmte Mindestflächengröße. Die Rohstoffgewinnung ist immer mit Eingriffen in den Naturhaushalt verbunden. Aus naturschutz- und umweltrechtlicher Sicht sind vor Beginn der Arbeiten umfangreiche Untersuchungen erforderlich, mit denen die Machbarkeit der Rohstoffgewinnung an einem Standort geprüft wird. Die Genehmi-

gungsverfahren dauern aufgrund der Sensibilität des Rohstoffabbaus inzwischen mehrere Jahre bis hin zu einer Dekade und auch länger. Die Kosten für den Flächenerwerb, die Fördertechnik, Aufbereitungsanlagen, die Betriebsinfrastruktur sowie die umfangreichen Genehmigungsunterlagen setzen eine Investitionssicherheit voraus. Diese wirkt sich auch auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtvorhabens aus. In zahlreichen Gewinnungsvorhaben werden parallel zum laufenden Abbau bereits Flächen renaturiert und stehen für andere Nutzungen (Naturschutz, Tourismus/Erholung, Landwirtschaft) wieder zur Verfügung. Dieser teilweise Jahrzehnte und damit über mehrere Regionalplanzeiträume hinweg andauernde Prozess muss in seiner Gesamtheit betrachtet und gesichert werden.

Um unsere natürlichen Rohstoffressourcen auch weiterhin langfristig, nachhaltig, optimal, vollständig und umweltschonend zu nutzen, wird daher aus fachlicher Sicht die Sicherung von Lagerstätten von der Aufsuchung, dem vollständigen Abbau bis zur Renaturierung der Flächen gefordert. Es wird darauf hingewiesen, dass die Nichtumsetzung eines Rohstoffabbaus nur zu einer Verlagerung des Eingriffes in andere Regionen führt, da der Bedarf an mineralischen Bodenschätzen (vgl. Kap. 3, Tab. 3-2, Abb. 3.1-7 und Abb. 3.1-8) durch die Volkswirtschaft für die Umsetzung von Bauvorhaben oder zur Herstellung bestimmter Industrieprodukte trotzdem vorhanden ist.

Es gilt, einmal erschlossene Gewinnungsstandorte möglichst langfristig zu erhalten, da neben dem eigentlichen Rohstoffabbau auch die Aufbereitung und die infrastrukturelle Erschließung eine Veränderung des Naturhaushaltes darstellen. Die fehlende langfristige Planungssicherung für die Betriebe würde vermutlich zum ständigen Wechsel bzw. Neuerschließungen von Lagerstätten und damit zu neuen Eingriffen führen, was einerseits den klimapolitischen Ansätzen widerspricht sowie andererseits die Daseinsfürsorge gefährden kann. Dadurch können einmal erschlossene Lagerstätten kaum effektiv und optimal genutzt werden. Auf diese Weise werden auch soziale und wirtschaftliche Strukturen der jeweiligen Region verändert. Die Rohstoffindustrie sowie die rohstoffverarbeitenden Branchen sind einer der größten Arbeitgeber des Landes. Bei einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft müssen die genannten Aspekte im Abwägungsprozess zur Rohstoffsicherung berücksichtigt werden. Die Rohstoffgewinnung bildet den Beginn zahlreicher, industrieller Wertschöpfungsketten und beeinflusst erheblich die Entwicklung der gesamten nachgelagerten Wirtschaftsbereiche. Ohne eine sichere Rohstoffversorgung wird die Wirtschaftlichkeit sowie die Wettbewerbsfähigkeit des Landes in Frage gestellt.

Die aufgeführten Gesichtspunkte sollten die Politik zu einem Umdenken bezüglich der Sicherung von Roh-

stoffen lenken. Die Landes- und Regionalplanung muss bindende Grundlagen schaffen, dass die Volkswirtschaft stabil und durchgehend mit Rohstoffen versorgt wird. Dabei sollte die Nutzung von regional verfügbaren Rohstoffen gegenüber dem Import forciert werden. Das schließt auch die Suche nach alternativen Rohstoffen sowie effizienten Recyclingmöglichkeiten ein. Die Standortgebundenheit und die Langlebigkeit von Lagerstätten erfordern dabei eine neue Herangehensweise in der Planung:

1. Im Landesentwicklungsplan sollten überregionale, raumbedeutsame Lagerstätten in ihrer gesamten Ausdehnung gesichert werden. Dazu zählen in Sachsen-Anhalt die Gewinnung von:
 - Kali- und Steinsalzen, einschließlich Sole
 - Kalksteine
 - Energierohstoffe
 - Speicherstandorte
 - Quarzsande
 - Kaoline/Spezialtone (Fein- und Feuerfestkeramik)
 - Hartgesteine, einschließlich Naturwerksteine (Werk- und Dekosteine)
 - überregional bedeutsame Kiessandlagerstätten.
2. In den jeweiligen Regionalen Entwicklungsplänen (REP) kann eine räumliche Präzisierung der im LEP gesicherten Flächen vorgenommen werden. In den REP's werden zusätzlich regional bedeutsame Lagerstättenflächen raumordnerisch eingeordnet. Dabei müssen alle bereits in Gewinnung befindlichen Standorte in die Rohstoffsicherung integriert werden.
3. Bei allen Standorten müssen die obertägigen Produktionsanlagen sowie die Transportanbindung bis an das öffentliche Verkehrsnetz in die Sicherung einbezogen werden.
4. Im Rahmen der Generationenvorsorge muss Raum für die fortschreitende Entwicklung bereits genehmigter Abbaustellen bzw. für eine geordnete Aufsuchung für entsprechende Nachfolgestandorte gewährt werden.

Um eine flächenhafte Priorisierung in verschiedene Teilgebiete vornehmen zu können, werden den Raumordnungsbehörden für zukünftige Planungen folgende Instrumente zur Rohstoffsicherung vorgeschlagen:

Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung

Vorranggebiete für Rohstoffgewinnung sind Gesamt- oder Teilflächen von erkundeten Rohstofflagerstätten, die bereits wirtschaftlich genutzt werden, die für eine wirtschaftliche Nutzung vorgesehen sind oder in denen das Rohstoffvorkommen wegen seiner besonderen wirtschaftlichen Bedeutung geschützt werden soll.

Dieser Kategorie sind generell Lagerstättenflächen bzw. -teilflächen – unabhängig von Rohstoff und Größe – zuzuordnen, die sich in Betrieb befinden und damit für einen Abbau zugelassen sind sowie für die ein Genehmigungsverfahren beantragt ist bzw. vorbereitet wird. Im Rahmen der Einstufung sollten zeitlich begrenzte Zwischennutzungen auf nicht abgebauten Flächen sowie Renaturierungsmaßnahmen auf bereits vollständig ausgebeuteten Arealen nach Einholung einer fachlichen Stellungnahme möglich sein.

Vorranggebiete für langfristige Rohstoffsicherung

Vorranggebiete für langfristige Rohstoffsicherung sind Gebiete mit erkundeten Rohstoffvorkommen, die zeitlich der langfristigen Nachfolge von bestehenden wirtschaftlich bedeutsamen Lagerstätten dienen, jedoch derzeit noch nicht für die Rohstoffversorgung der Region benötigt werden.

Hierbei handelt es sich um eine aus fachlicher Sicht erforderliche neue Kategorie der Rohstoffsicherung. Bei zahlreichen Lagerstätten erstreckt sich die Rohstoffgewinnung über sehr lange Zeiträume, teilweise auch mehr als einhundert Jahre. Mit dieser Zuordnung werden gezielt erkundete, teilweise überregional bedeutsame Lagerstätten bzw. Lagerstättenteilflächen gesichert, die der Nachfolge von bereits bestehenden Standorten dienen. Damit soll eine durchgehende Versorgung der Region mit volkswirtschaftlich notwendigen Rohstoffen garantiert und Lieferstrukturen erhalten werden.

Eine konsequente Umsetzung der raumordnerischen Sicherung macht eine effektive, optimale, nachhaltige und umweltschonende Lagerstättennutzung möglich. Anteilig stehen sie damit auch nachfolgenden Generationen zur Verfügung.

Vorbehaltsgebiete für Rohstoffsicherung

Aus fachlicher Sicht wird empfohlen, für diese Kategorie die Definition wie folgt anzupassen:

Vorbehaltsgebiete für Rohstoffsicherung sind erkundete Lagerstätten, für deren Nutzung derzeit kein wirtschaftlicher Bedarf gesehen wird. Nutzungen in diesen Gebieten sollen das Vorhandensein des potentiell nutzbaren Bodenschatzes und die künftige Möglichkeit einer Gewinnung des Rohstoffs in der raumordnerischen Abwägung mit erhöhtem Gewicht berücksichtigen.

Mit dieser Einstufung sollen die Kenntnisse zu erkundeten, derzeit wirtschaftlich nicht benötigten Lagerstätten gesichert werden. Zum Zeitpunkt der Erkundung hatten diese Rohstoffe eine hohe volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung. Einzelne Lagerstätten verfügen weiterhin über gültige Bergrechtstitel

(z. B. Bergwerkseigentum oder Bewilligung) und sind gegenüber konkurrierenden Nutzungen besonders zu berücksichtigen und abzuwägen. Auch gerade unter aktuellen klimapolitischen Veränderungen könnten diese Rohstoffe wieder zunehmend an Bedeutung gewinnen. Beispielsweise erlangt Lehm als alternativer Baurohstoff zunehmendes Interesse. Dieser ist regional über das gesamte Land in großen Mengen und ohne große Transportentfernungen verfügbar.

Erfahrungen der letzten Jahrzehnte zeigen, dass es zu langwierigen Verzögerungen bei Genehmigungsverfahren bzw. Verlängerungen oder Planänderungen kommen kann, wenn Lagerstätten nicht raumordnerisch eingestuft sind, wobei hier auch nur „Vorranggebiete“ eine gewisse rechtliche Bindung besitzen. Problematisch gestalten sich auch die Genehmigungsverfahren, in denen es um die für den ordnungsgemäßen Produktionsbetrieb erforderlichen Anlagen sowie deren Erweiterungen geht (z. B. Haldenerweiterung Zielitz oder Erschließung des Hartgesteinsvorkommens Ballenstedt, hier speziell der Transport der Rohstoffe vom Gewinnungs- zum Aufbereitungsstandort). Den Unternehmen wird die Empfehlung gegeben, sich möglichst zeitig mit einer schlüssigen Konzeption an die Raumordnungs- bzw. Fachbehörde zu wenden.

Zeitliche Unterbrechungen, z. B. durch fehlende Genehmigungen, in den Produktionsbetrieben führen auch zu Verzögerungen in den Lieferketten und schaden damit der Volkswirtschaft.

Da Rohstoffabbau sich teilweise über sehr lange Zeiträume erstreckt, sollte in den Grundsätzen zur Rohstoffsicherung die Möglichkeit gewährt werden, auf Flächen, die nicht mehr bzw. in absehbarer Zeit noch nicht zum Abbau genutzt werden, bestimmte Nachnutzungen bzw. Zwischennutzungen zuzulassen. Aktuell eröffnet sich damit für die Unternehmen die Möglichkeit, beispielsweise sich mit der Errichtung von zeitlich befristeten Photovoltaikanlagen unabhängig vom öffentlichen Stromnetz zu machen und damit die Wirtschaftlichkeit des Betriebes auch weiterhin zu gewährleisten. Für derartigen Maßnahmen sollte eine Stellungnahme seitens der Fachbehörde abgefordert werden.

4.1 Landesentwicklungsplan (LEP)

Die oberste Landesentwicklungsbehörde (aktuell in LSA das Ministerium für Infrastruktur und Digitales) hat die Aufgabe, die raumordnerische Abstimmung der Planung auf Landesebene, mit dem Bund und den anderen Bundesländern zu regeln. Die Ergebnisse der raumordnerischen Abwägung aller Ziele und Grundsätze sind im Landesentwicklungsplan fixiert. Der geltende LEP ST 2010 wurde am 14.12.2010 von der Landesregierung Sachsen-Anhalt als Verordnung beschlossen. Für die Rohstoffsicherung wird darin im Z 133 vorgegeben, dass „sich die Gewinnung von Rohstoffen im Rahmen einer räumlichen Gesamtentwicklung des Landes unter Beachtung wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Erfordernisse vollziehen muss“.

Im LEP ST 2010 sind derzeit 25 Vorranggebiete (VRG) für die Rohstoffgewinnung ausgewiesen. Aufgrund der geringen Flächengröße wurde für vier Lagerstätten eine räumliche Konkretisierung in den entsprechenden Regionalen Entwicklungsplänen gefordert.

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

In der Begründung wird aufgeführt: „Mineralische und energetische Rohstoffe sind ortsgebunden, nicht regenerierbar und somit endlich. Substitutionsalternativen durch andere Rohstoffe oder Fortentwicklung von Recyclingverfahren können dieses Problem nicht lösen. Mit dem fortschreitenden Verzehr der Lagerstättensubstanz innerhalb der genehmigten und betriebenen Gewinnungsflächen ist langfristig eine Verknappung bestimmter Rohstoffe (z. B. Braunkohle, Kalisalze, hochwertigste Quarzsande oder Spezialtone) zu erwarten. Unter dem Gebot der Nachhaltigkeit liegt die Ausweisung von Vorranggebieten für Rohstoffgewinnung, die die langfristige Verfügbarkeit überregional bedeutsamer Bodenschätze sichert, im öffentlichen Interesse“ (LEP ST 2010). Hiermit finden im Grundsatz die Standortgebundenheit, die Endlichkeit und die Verfügbarkeit von Rohstoffen entsprechende Berücksichtigung.

Gegenüber dem vorhergehenden Landesentwicklungsplan wird im LEP ST 2010 das gestiegene öffentliche Interesse an der Rohstoffsicherung klar erkennbar. Die Politik wird damit ihrer Aufgabe der Daseinsvorsorge gerecht.

Ein LEP bewertet die Raumentwicklung für einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren. Dieser Zeitraum vergeht inzwischen bereits, um das Konfliktpotenzial im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung zu einem Rohstoffabbau-Vorhaben aufzuzeigen und zu bewerten. Aus

diesem Grund muss für die Rohstoffsicherung zukünftig der Planungszeitraum zur Raumordnung zeitlich erweitert werden.

Ziel der landesplanerischen Sicherung von Rohstofflagerstätten muss die Umsetzung der raumordnerischen Vorgaben sein, damit müssen gleichzeitig die Genehmigungsverfahren vereinfacht und über einen überschaubaren Zeitraum entschieden werden. Es gilt insgesamt, die Akzeptanz für eine nachhaltige Rohstoffgewinnung deutlich zu verbessern. Aufgrund der in Deutschland geltenden Gesetze wird der Abbau von Bodenschätzen auf der Grundlage von hohen Umweltstandards geführt.

Das in 2021 in Sachsen-Anhalt neu gewählte Landesparlament bezieht im „Koalitionsvertrag 2021-2026 – Wir gestalten Sachsen-Anhalt. Stark. Modern. Krisenfest. Gerecht.“ vom 13.09.2021 auch zum Thema Rohstoff und Rohstoffsicherung Stellung.

Danach sollen in der aktuellen Legislaturperiode das Landesentwicklungsgesetz und „der Landesentwicklungsplan zur Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse (Verfassungsauftrag)“ (Koalitionsvertrag LSA 2021) überarbeitet werden. Die „Erstellung eines Rohstoffsicherungskonzeptes“ als Grundlage für die Abwägung zur aktiven und zukünftigen Rohstoffgewinnung ist explizit als Maßnahme aufgeführt (Koalitionsvertrag LSA 2021). Seitens der Landesregierung sind für das Rohstoffsicherungskonzept prioritär folgende Aufgaben vorgegeben:

- „Angesichts der aktuellen Preisentwicklungen im Baubereich wollen wir ein Rohstoffsicherungskonzept erarbeiten und in die weitere Landesentwicklungsplanung einfließen lassen. Damit sollen unsere heimischen Rohstofflagerstätten nachhaltig gesichert sowie deren umweltverträgliche Gewinnung ermöglicht werden. Dieses Konzept berücksichtigt einerseits den bundesweit gefassten Beschluss zum Kohleausstieg und sichert andererseits Wertstoffe für nachhaltiges Bauen und Produzieren, wie zum Beispiel Gips. Bei Konflikten in Planungen mit umweltrechtlichen Aspekten ist der Belang der Rohstoffsicherung als öffentliches Interesse im Abwägungsprozess angemessen zu berücksichtigen.“
- Bezüglich der Nutzung von Braunkohle „werden die regionalen Planungsgemeinschaften dabei unterstützt, regionale Teilgebietsentwicklungspläne, die bisher für die Gebiete des Braunkohleabbaus aufgestellt worden sind, unter der Prämisse des Strukturwandels zu überarbeiten (zum Beispiel, Suggestionsflächen zu Gewerbegebieten entwickeln).“
- „An der stofflichen Nutzung von Braunkohle (Montanwachsherstellung) halten wir solange fest, wie der Rohstoff zur Verfügung steht.“

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

Der Landesentwicklungsplanung nachgeordnet, dient die Regionalplanung der Konkretisierung, der fachlichen Integration und Umsetzung der Ziele der Raumordnung in den einzelnen Regionen. Sie nimmt damit eine vermittelnde Stellung zwischen Landesentwicklung und kommunaler Gemeindeentwicklung ein. Indem die Regionalplanung Grundsätze und Ziele für Raumordnung aufstellt, erzeugt sie Planungssicherheit für Gemeinden und Fachplanungsträger.

Sachsen-Anhalt ist in fünf Regionale Planungsgemeinschaften (RPG) unterteilt (vgl. Abb. 4.2-1):

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



Abb. 4.2-1 Übersicht zu den fünf Regionalen Planungsgemeinschaften in Sachsen-Anhalt

Mit der Vorlage des LEP ST im Jahr 2010 wurden alle Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG) verpflichtet, ihre Regionalen Entwicklungspläne neu aufzustellen bzw. in entsprechender Weise fortzuschreiben. Diese sind von der Obersten Landesplanungsbehörde zu genehmigen und von den jeweiligen Regionalversamm-

- „Um den steigenden Bedarf an Gips-Baustoffen abzudecken und die heimischen Wertschöpfungsketten der Gipsindustrie zu erhalten, ist somit eine Steigerung der Naturgipsgewinnung notwendig (siehe Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“). Daher sollten die Gips-Lagerstätten in Sachsen-Anhalt gesichert sowie deren umweltverträgliche Gewinnung ermöglicht werden.“ (Koalitionsvertrag LSA 2021)

Die zunehmenden Konflikte im Hinblick auf eine nachhaltige Flächennutzung erfordern eine abgewogene Raumentwicklung, die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung mit gleichwertigen Lebensverhältnissen in den Teilräumen führen soll.

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

Gleichzeitig sind Forschungen durchzuführen, die den primären Rohstoffverbrauch im Sinne des Nachhaltigkeitsgebots weiter reduzieren (z. B. durch Substitution oder Recycling). Aktuell wird dieses Potential bei Baurohstoffen auf max. 10 bis 15 % geschätzt, die derzeit bei Sicherung der Qualität und unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit bzw. ökologischer Verträglichkeit realisiert werden können. Ebenso sind die aktuellen politischen Gegebenheiten in das Rohstoffsicherungskonzept einzubeziehen. Die derzeitige Rohstoffpolitik basiert vorrangig auf dem Import zahlreicher Rohstoffe. Um diese Abhängigkeiten zu minimieren, ist zu prüfen, ob der Ersatz durch regional verfügbare Rohstoffe möglich ist. Dabei muss auch bewertet werden, ob ein inländischer Rohstoffabbau unter globalen Gesichtspunkten nicht klimaschonender gegenüber den Importen ist, denn Klimaschutz ist kein nationales, sondern ein globales Problem. Für einzelne Rohstoffe wird generell die Importabhängigkeit aufgrund fehlender geologischer Standortbedingungen bestehen bleiben.

Das LAGB als Fachbehörde für die Rohstoffsicherung erarbeitet aktuell das im Koalitionsvertrag verankerte Rohstoffsicherungskonzept. Es soll im Sommer 2023 fertig gestellt sein.

Region	Geltender REP vom	Aktueller Arbeitsstand in Bezug auf die Rohstoff-sicherung nach LEP ST 2010
Altmark	14.02.2005	1. Entwurf zur Ergänzung und Änderung des REP vom 12.06.2019 wurde aufgehoben; per 22.06.2022 wurde die Neuaufstellung des REP´s beschlossen
Magdeburg	17.05.2006	2. Entwurf zur Neuaufstellung vom 29.09.2020
Harz	09.03.2009	bisher keine beschlossene Anpassung; Rohstoffsicherungskonzept Region Harz (Sachsen-Anhalt) vom Juli 2021 als Grundlage für Fortschreibung durch das LAGB erarbeitet
Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg	27.04.2019	neuer Regionaler Entwicklungsplan beschlossen
Halle	21.12.2010	2. Entwurf der Planänderung zum REP Halle vom 10.11.2020

Tab. 4-1 Stand der Regionalen Entwicklungspläne LSA (Stand: Dezember 2021)

lungen zu beschließen. Der Arbeitsstand dazu ist in den einzelnen Regionen unterschiedlich (Tab. 4-1). Bis zur Vorlage eines neuen bzw. fortgeschriebenen REP gelten jeweils die bestehenden Pläne. In den Grundsätzen aller geltenden REP´s ist fixiert, dass die räumlichen Voraussetzungen für die vorsorgende Sicherung von standortgebundenen Rohstoffen zu schaffen sind (§ 2 ROG). Die dafür vorgesehenen Instrumente zur Sicherung bestimmter Planungsabsichten sind „Vorranggebiete“ (VRG). § 7 Abs. 3 Satz 2 Nr. 1 ROG definiert VRG als „Gebiete, die für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen sind und andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind“. Damit besitzen VRG in der Praxis reale Bindungswirkung.

Seitens § 7 Abs. 3 Nr. 2 ROG besteht weiterhin die Möglichkeit, „Vorbehaltsgebiete“ (VBG) auszuweisen. Dabei handelt es sich um Gebiete, in denen bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen ist.

Eine nachhaltige Rohstoffwirtschaft erfordert ein Umdenken im Hinblick auf eine optimale, flächeneffiziente und umweltschonende Nutzung unserer Rohstoffressourcen (Kap. 3). Der kaum schwankende Bedarf an natürlichen Bodenschätzen zeigt sich in den Statistiken der vergangenen 30 Jahre (Kap. 3). Die Versorgung der Volkswirtschaft mit qualitätsgerechten Rohstoffprodukten gehört zu den Grundaufgaben der Gesellschaft. Sachsen-Anhalt verfügt über eine Vielzahl an qualitativ hochwertigen und quantitativ nutzbaren Rohstoffressourcen. Diese sind möglichst regional zu nutzen, um Transportentfernungen zu minimieren. Transporte verbrauchen zusätzlich Rohstoffe (vor allem Kraftstoffe)

und führen zu klimaschädlichen Emissionen.

Zwischen Rohstoffverbrauchern und Rohstoffproduzenten existieren intensive Wechselwirkungen. Die daraus gewachsenen und engverflochtenen wirtschaftlichen und sozialen Abhängigkeiten sollten langfristig, zum gesellschaftlichen Allgemeinwohl, aufrechterhalten werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob sich die Rohstoffverbraucher in der Nähe zu den Rohstoffproduzenten, Rohstoffproduzenten in räumlicher Nähe zu wirtschaftlichen Zentren oder Rohstoffproduzenten wegen qualitativ und quantitativ hochwertigen Rohstoffen auch in größerer Entfernung zum Rohstoffverbraucher angesiedelt haben. Die Rohstoffe bilden dabei immer, in unterschiedlicher Ausprägung, eine Grundlage für stark differenzierte Wertschöpfungsketten. Grundlage dafür ist eine geordnete Rohstoffsicherung auf Landes- und regionaler Ebene.

In den nachfolgenden Abschnitten wird der aktuelle Stand der Rohstoffsicherung in den einzelnen RPG aufgezeigt. Grundlage für die Ausweisung von Rohstoffsicherungsflächen bilden die fachlich fundierten Vorschläge des LAGB als Fachbehörde. Dabei wurde die Sicherung der gesamten Lagerstättenflächen gefordert, um eine langfristige Verfügbarkeit von mineralischen Rohstoffen zu gewährleisten. Aus der raumordnerischen Abwägung mit anderen Nutzungen sowie den Auswirkungen auf Natur und Umwelt ergeben sich die in den Plänen festgeschriebenen Rohstoffsicherungsflächen.

Überregional bedeutsame Lagerstätten sind im LEP ST 2010 ausgewiesen. Für die nachgeordnete Fortschreibung bzw. Neuaufstellung gibt es in den einzelnen Regionen aktuell sehr unterschiedliche Bearbeitungsstände (Tab. 4-1).

4.2.1 Region Magdeburg

Die Planungsgemeinschaft Magdeburg hat 2010 die Neuaufstellung ihres REP beschlossen. Erforderlich wurde diese Entscheidung nicht nur durch die Vorlage des LEP ST 2010, sondern auch durch kommunale Umgestaltungen und damit veränderten Grenzen. Das führte zu einer räumlichen Vergrößerung der Planungsregion, die damit nun auch die größte Region Sachsen-Anhalts darstellt. Die Region mit der zentralen Stadt Magdeburg und den umgebenden Landkreisen – Bördekreis, Jerichower Land und Salzlandkreis – verfügt über ein vielfältiges Rohstoffangebot. Entlang der Elbaue sowie im Elbe-Saale-Dreieck konzentrieren sich die großen Kieswerke, die bedingt durch die Nähe zum Wasserstraßenkreuz nördliche Teile Deutschlands, vorrangig Berlin und Brandenburg, sowie die Niederlande mit den dort fehlenden Rohstoffen versorgen. Ebenso ist die Hartgesteinsgewinnung im Flechtinger Höhenzug von überregionaler Bedeutung, da sich hier die nördlichsten Hartgesteinsvorkommen Deutschlands befinden. Gleichzeitig benötigt das Oberzentrum Magdeburg selbst große Mengen an Baurohstoffen für den Wohnungsbau sowie zum Ausbau und Erhalt der Infrastrukturen.

Zur Planungsregion gehören auch die großen Kalksteintagebaue, die die Rohstoffgrundlagen für das Zementwerk in Bernburg sowie die Sodabetriebe in Bernburg und Staßfurt bilden. Weiterer Schwerpunkt der Rohstoffproduktion ist die untertägige Gewinnung (auch teilweise durch Solung) von Kali- und Steinsal-

Nach der Vorlage des LEP ST im Dezember 2010 gelten mit den Überleitungsvorschriften die jeweils in den Regionen beschlossenen REP´s weiter, insofern sie den hierin festgelegten Zielen der Raumordnung nicht widersprechen. Für die Planungsgemeinschaften haben sich neben denen aus dem LEP LSA 2010 auch Veränderungen durch die Gebietsreform ergeben. Lediglich die Region Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg hat am 27.04.2019 den angepassten, neuen Regionalen Entwicklungsplan beschlossen. Alle anderen Planungsgemeinschaften befinden sich in der Anpassung.

Interessant ist auch der Vergleich der Steine- und Erdenproduktion in den einzelnen Planungsgemeinschaften. Sie hängt neben der geologischen Verfügbarkeit der einzelnen Rohstoffe auch von der Entfernung zu den Oberzentren ab. Vor allem die zentralen Orte sind ständige Abnehmer an sogenannten Massenbaustoffen (Sand, Kies, Schotter, Splitt) durch den ständigen Ausbau und Erhalt von Infrastrukturen sowie dem Wohnungsbau.

Die nachfolgende Übersicht (Abb. 4.2-2) zeigt, dass die zentrale und auch größte Region Magdeburg auch der größte Rohstoffproduzent in Sachsen-Anhalt ist.

Es wird auch deutlich, dass in den eher strukturschwachen Regionen Altmark sowie Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg weniger oberflächennahe Rohstoffe abgebaut werden.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Besonderheiten der Rohstoffförderung in den einzelnen Regionen herausgestellt.

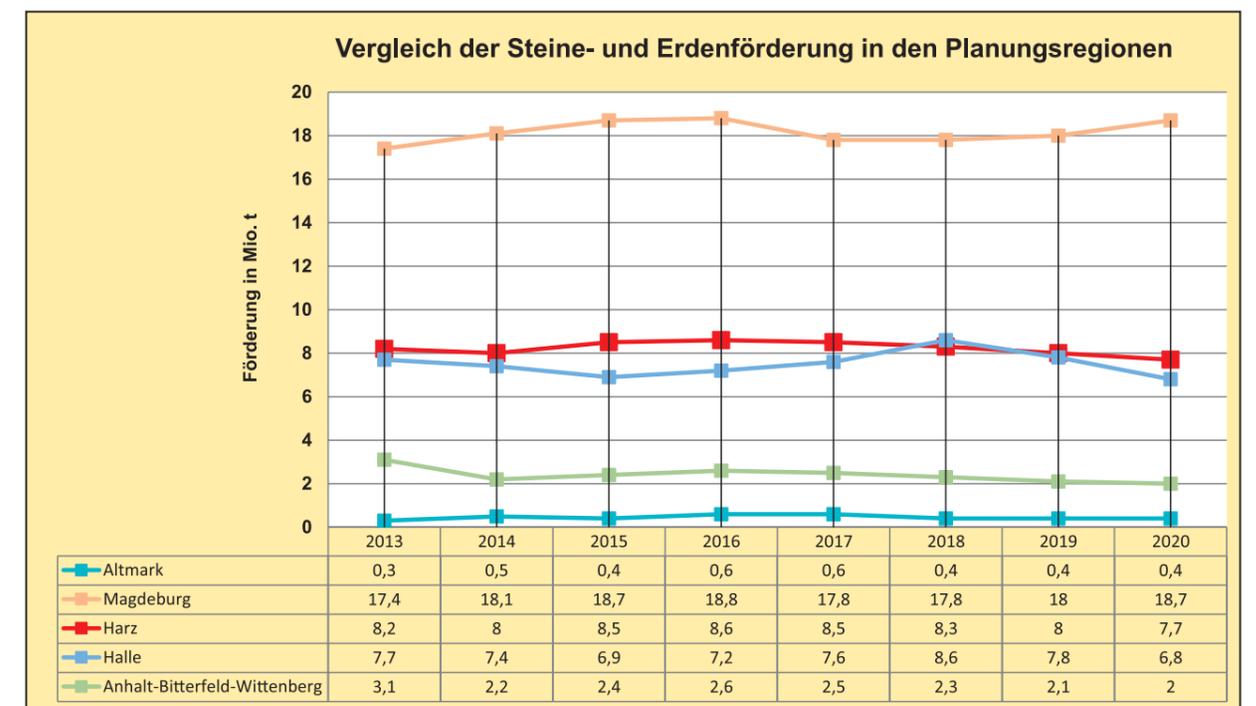


Abb. 4.2-2 Entwicklung der Steine- und Erden-Förderung (Kiese, Sande, Quarzsande, Kalksteine, Hartgesteine, Werk- und Dekosteine, Tone/Kaolin, Torf, Kieselgur) in den fünf Regionalen Planungsgemeinschaften in Sachsen-Anhalt

zen, die neben der regionalen Bedeutung für die Sodaherstellung auch große Mengen an Salz- und Düngemittelprodukten für den Weltmarkt bereitstellt. Der wirtschaftliche Abbau der Kalisalze ist eine besondere Herausforderung für die Region. Raumordnerische Konflikte ergeben sich hier nicht aus der unmittelbaren Rohstoffgewinnung, sondern aus den großflächigen, obertägigen Produktionsanlagen sowie den immensen Haldenkapazitäten. Gerade das Genehmigungsverfahren zur Haldenerweiterung Zielitz II (HKE II), das in 2017 begonnen wurde, konnte aufgrund von umfangreichen Untersuchungen und zahlreichen Einwendungen erst zum Ende 2020 beendet werden (siehe Kap. 2.5). Darin spiegelt sich auch die Sensibilität und Komplexität der Rohstoffproduktion und deren Auswirkungen auf raumordnerische Belange wider.

Der im Dezember 2020 in die Öffentlichkeitsbeteiligung gegebene zweite Entwurf brachte eine Vielzahl von Einwendungen, so dass inzwischen in der Regionalen Planungsgemeinschaft Magdeburg an dem dritten Entwurf zur Neuaufstellung gearbeitet wird. In der Region werden jährlich etwa 18 Mio. t an oberflächennahen Rohstoffen gefördert (Abb. 4.2-2). Das ist der größte Anteil der Rohstoffgewinnung in Sachsen-Anhalt. Hier gilt es sorgsam, die Konflikte mit anderen Nutzungen, wie z. B. dem Hochwasserschutz, dem Naturschutz sowie der Landwirtschaft mit den wertvollen Böden der Börde gegeneinander abzuwägen. Dazu erfolgt ein ständiger Austausch mit dem LAGB als Fachbehörde zum Thema Rohstoffsicherung.

4.2.2 Region Halle

Die Regionale Planungsgemeinschaft Halle hat 2012 die Fortschreibung ihres Regionalplans beschlossen. Aktuell wird über den Entwurf zur Teiländerung des zweiten Entwurfs der Planänderung zum REP Halle (Stand 30.11.2017) vom 10.11.2020 befunden. Dazu wird auch erneut das Kapitel 5.6.1 Vorranggebiete Rohstoffgewinnung abgewogen.

In der Region Halle werden die einzigen aktiven Braunkohlentagebaue (Profen-Schwerzau, Amsdorf) in Sachsen-Anhalt betrieben. Durch die große Flächeninanspruchnahme ergeben sich auch zahlreiche Konflikte mit anderen Raumnutzungen. Zahlreiche Einwendungen sind mit der Braunkohlenlagerstätte Lützen verbunden, die bereits Bestandteil im LEP ST 2010 ist und damit in den REP Halle zu integrieren ist. Zum Zeitpunkt der Neuaufstellung des LEP spielte die Braunkohle noch eine besondere Rolle. Zur damaligen Zeit war der Erdölpreis so stark gestiegen, dass sich ein Industriebündnis aus Unternehmen der chemischen Industrie, der Braunkohlenindustrie, des Anlagenbaus und Forschungseinrichtungen gegründet hat, um alternative und wirtschaftlich vertretbare Möglichkeiten der Rohstoffversorgung der mitteldeutschen Chemie-

region zu untersuchen. Dafür wurde durch das BMBF das Projekt „ibi – Innovative Braunkohlenintegration in Mitteldeutschland“ gefördert. Projektgegenstand war die heimische Braunkohle, aus der sich wichtige chemischen Basisprodukte, Treib- und Schmierstoffe sowie Synthesegas herstellen lässt. Dazu sollte das regional verfügbare Braunkohlenpotential als Alternative zum Erdöl genutzt und gesichert werden. Mit dem Kohleausstiegsgesetz vom 08.08.2020 hat die Bundesregierung beschlossen, die Verstromung von Braunkohle bis 2038 zu beenden. Der Koalitionsvertrag (Koalitionsvertrag LSA 2021) der neuen sächsisch-anhaltinischen Landesregierung steht zur stofflichen Verwertung der Braunkohle. Das LAGB als Fachbehörde hält vorerst an der Rohstoffsicherung von erkundeten Braunkohlenlagerstätten fest. Gerade im Hinblick auf die aktuelle Energiekrise könnte die Nutzung der regional verfügbaren Braunkohle in Kombination von Verstromung und stofflicher Verwertung die angespannte Importsituation von Erdöl und Erdgas entspannen.

Aufgrund der geologischen Verfügbarkeit kann sich die Region Halle mit den wichtigsten Baurohstoffen (Hartgesteinen, Kalksteinen, Kiesen und Sanden) selbst versorgen. Großflächige Vorkommen an hellbrennenden Tonen und kleinere Kaolinlagerstätten sind in der Planungsregion aufgeschlossen und raumordnerisch gesichert.

4.2.3 Region Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg

Die Region Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg hat nach der Verwaltungsstrukturreform nicht nur anteilig Flächen, sondern auch überregional bedeutsame Lagerstätten an die Region Magdeburg abgegeben. Die großen Kalksteinlagerstätten im Raum Bernburg-Nienburg sowie mehrere Kiessandvorkommen im Elbe-Saale-Dreieck sind inzwischen in die Region Magdeburg integriert.

Im neu aufgestellten Regionalen Entwicklungsplan vom 31.12.2018 wurde auch das Kapitel Rohstoffsicherung an die neuen Gegebenheiten angepasst. Darin sind 19 Vorranggebiete für die Rohstoffgewinnung festgeschrieben. Aus dem LEP ST 2010 sind die Quarzsandlagerstätte Möllensdorf/Nudersdorf und die Tonlagerstätte Rösa übernommen worden. Im Hinblick auf die Gewinnung von Kiesen und Sanden kann die regionale Versorgung der Planungsregion auch weiterhin aus den gesicherten Lagerstätten heraus erfolgen.

Aus lagerstättengeologischer Sicht wird bemängelt, dass in dem vorliegenden Plan lediglich Vorrangstandorte für die Rohstoffgewinnung gesichert werden. Des Weiteren wird für die Kiessandlagerstätten eine Flächenbegrenzung von >50 ha sowie für Tonlagerstätten von >25 ha vorgegeben. In der Region gibt es zahlreiche, kleinere Gewinnungsstellen, die unter diesen Vorgaben nicht in die Rohstoffsicherung aufgenommen

werden können. Da es sich dabei um Betriebe handelt, die bereits seit vielen Jahren existieren, wurde darauf geachtet, dass diese nicht durch andere Planungen überlagert werden. Seitens der regionalen Planungsgemeinschaft wurde versichert, dass der Fortbestand dieser Betriebe gewährleistet ist.

4.2.4 REP Altmark

Die Regionale Planungsgemeinschaft Altmark hat am 12.06.2019 den ersten Entwurf der Änderung und Ergänzung des REP Altmark 2005 zur Anpassung an die Ziele des LEP 2010 ST in die Öffentlichkeitsbeteiligung gegeben.

Im Hinblick auf die Rohstoffgewinnung zeichnet sich die nördlichste Region des Landes durch die großflächige Verbreitung von pleistozänen Schmelzwassersanden aus. Innerhalb dieser Verbreitung wurden 18 Vorranggebiete für die Rohstoffgewinnung zur regionalen Versorgung mit Kiesen und Sanden gesichert. Aus dem LEP ST 2010 sind die Teile der Kalisalzlagerstätte Zielitz, die Erdgasfelder Altmark sowie die Quarzsandlagerstätte Kläden übernommen worden.

Die Vorschlagsflächen des LAGB zur Rohstoffsicherung sind vollumfänglich berücksichtigt worden. Die Regionale Planungsgemeinschaft Altmark hat am 22.06.2022 die Neuaufstellung des Regionalen Entwicklungsplanes beschlossen.

4.2.5 REP Harz

Für die Region Harz gelten auch weiterhin die Vorrang- und Vorbehaltsgebiete aus dem Regionalen Entwicklungsplan vom 09.03.2009. Die Regionale Planungsgemeinschaft Harz beabsichtigt ebenfalls die Fortschreibung zum Thema Rohstoffsicherung in Anlehnung an den LEP ST 2010. Als Grundlage für die aktuelle Bewertung und Abwägung zu den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Rohstoffgewinnung wurde das LAGB um die Erarbeitung eines Rohstoffsicherungskonzeptes für die Region Harz (Sachsen-Anhalt) gebeten.

Die Motivation für ein derartiges Konzept ist, dass mineralischen Rohstoffe einerseits unabdingbar für die wirtschaftliche Entwicklung der Gesellschaft sind, aber andererseits damit ein zunehmendes Konfliktpotenzial mit anderen Nutzungsansprüchen verbunden ist. In dem Rohstoffsicherungskonzept wird das noch vorhandene Rohstoffpotential der Region analysiert und bewertet. Nur eine sichere fachliche Informationslage kann dazu beitragen, die Lagerstätten bzw. die Rohstoffgewinnungsbetriebe im Rahmen der raumordnerischen Abwägung als prioritär raumbedeutsam einzustufen. Neben den lagerstättengeologischen und -wirtschaftlichen Fakten sind auch Details zu den Verteilungsräumen, zu den Verbraucherstrukturen sowie

den sozialen Gegebenheiten der Region in die Abwägung einzubeziehen, um so eine nachhaltige und zukunftsfähige Rohstoffwirtschaft zu gewährleisten.

In dem im Juli 2021 vorgelegten Rohstoffsicherungskonzept für die Region Harz (Sachsen-Anhalt) sind 45 erkundete, oberflächennahe Rohstofflagerstätten analysiert und bewertet worden:

- 22 Gewinnungsbetriebe (1 Kalksteinabbau, 2 Hartgesteinstagebaue, 16 Kiessandgewinnungsbetriebe, 2 Quarzsandtagebaue, 1 Torfabbau)
- 2 in Unterbrechung befindliche Lagerstätten für Werk- und Dekorationssteine
- 21 erkundete Lagerstätten ohne Betrieb.

Generell müssen aufgrund der langwierigen Genehmigungspraxis sowie der fehlenden Akzeptanz für die Gewinnung von Rohstoffen alle 24 Lagerstätten, die sich in Gewinnung befinden bzw. deren Produktion nur zeitweise unterbrochen sind, als „Vorranggebiet für die Rohstoffgewinnung“ eingestuft werden. Daneben wurde vorgeschlagen, eine kleine Lagerstätte an Werksteinen ebenfalls als Vorranggebiet zu sichern, da dieses Vorkommen die einzige Möglichkeit bietet, die in der Region Südharz verbauten Natursteine im Rahmen von Denkmalsanierung abzubauen.

Da die Gewinnung von Rohstoffen auch immer eine infrastrukturelle Erschließung (Straßen, Bahn, Betriebsanlagen) sowie die Ansiedlung von rohstoffverarbeitenden Gewerken mit sich bringt, sollten aus Sicht des sorgsamsten Umgangs mit Bodenschätzen bereits erschlossene Standorte optimal und vollständig genutzt werden. Um den zeitlichen Faktor in die Rohstoffsicherung zu integrieren, wurde vorgeschlagen, sogenannte „Vorranggebiete für die langfristige Rohstoffsicherung“ festzulegen. Mit dieser Kategorie sollen noch nicht für den Abbau genehmigte, erkundete Lagerstättenflächen bzw. Teilflächen, deren Nutzung über den üblichen Planungszeitraum eines REP's von ca. 15 Jahren hinausgehen, frühzeitig für die Rohstoffnutzung festgeschrieben werden. Damit soll die Investitionssicherheit für die Unternehmen sowie der langfristige Erhalt von Standorten zur Rohstoffgewinnung gewährleistet werden.

Die Kenntnisse aus den 21 noch erkundeten und derzeit nicht genutzten Lagerstätten sollen aufgrund des erheblichen Wissenstandes zur Rohstoffnutzung als „Vorbehaltsgebiet für die Rohstoffsicherung“ bei konkurrierenden Planungen berücksichtigt werden.

Von der Raumordnung wird die Umsetzung des Konzeptes gefordert, da so eine geordnete, logistisch entwickelte Versorgung der Region Harz (LSA) mit den hier anstehenden Rohstoffen gemäß dem Planungsauftrag des § 2 Abs. 2 Nr. 4 ROG gewährleistet werden kann.

Literatur und Quellen

Koalitionsvertrag LSA 2021 – Wir gestalten Sachsen-Anhalt. Stark. Modern. Krisenfest. Gerecht.

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

Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Altmark (genehmigt durch die oberste Landesplanungsbehörde am 14.02.2005)

Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg mit den Planinhalten „Raumstruktur, Standortpotenziale, technische Infrastruktur und Freiraumstruktur“ (genehmigt durch die oberste Landesentwicklungsbehörde 21.12.2018)

Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Halle (genehmigt durch die oberste Landesentwicklungsbehörde 18.11.2010)

Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Harz (genehmigt durch die oberste Landesplanungsbehörde am 21.04.2009)

Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Magdeburg (genehmigt durch die oberste Landesplanungsbehörde am 29.05.2006)

Rohstoffsicherungskonzept für die Region Harz (Sachsen-Anhalt). Landesamt für Geologie und Bergwesen, Juni 2021

5 Rohstoffgeologische Schwerpunktthemen

5.1 Die Schwermineralspektren fluvialer Sedimente im nördlichen Harzvorland

JULIA WOSKOWSKI, DR. DANILO WOLF

5.1.1 Einführung und Zielstellung

Im Zuge eines Forschungsauftrages und einer Zusammenarbeit des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wurde die Schwermineralführung ausgewählter Flüsse des nördlichen Harzvorlandes (Holtemme, Bode, Selke, Eine, Wipper) und der Saale untersucht. Zum ersten Mal konnte die Schwermineralführung quartärer fluvialer Sedimente in diesem Gebiet mit Hilfe eines automatischen Rasterelektronenmikroskopes analysiert werden. Ziel der Untersuchung war es, einen möglichst vollständigen Überblick über die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Schwermineralspektren der einzelnen Flüsse zu erhalten und untereinander zu vergleichen. Die folgenden Ausführungen stellen ein Kondensat der Masterarbeit von Woskowski (2022) dar.

5.1.2 Geografischer und geologischer Rahmen des Untersuchungsgebietes

Das im nördlichen Harzvorland gelegene Untersuchungsgebiet wird im Westen durch die Holtemme, im Norden durch die Verlängerung des Großen Bruches, im Osten durch die Saale und im Süden durch den Harznordrand begrenzt (Abb. 5.1-1). Geologisch gehört das Gebiet zum südlichen Teil des Subherzyns und wird im Südwesten durch den Harznordrand begrenzt. Neben den anstehenden präquartären Einheiten des Subherzyns wurde das Gebiet im Laufe des Quartärs durch eiszeitliche Ablagerungen geprägt, welche im Untersuchungsgebiet weit verbreitet sind. Die elsterkaltzeitlichen Ablagerungen sind heute an exponierte Senkungsgebiete gebunden und vergleichsweise spärlich verbreitet. Die weitverbreiteten Mittelterrassen wurden ab dem Ende der Elster-Kaltzeit, vorwiegend aber während der Saale-Kaltzeit abgelagert. Das Eisschild der Saale-Kaltzeit reichte bis an den Harznordrand und hinterließ Endmoränen, Grundmoränen sowie glazio-fluvial und -limnische Sedimente. Die Gletscher der Weichsel-Kaltzeit erreichten das Untersuchungsgebiet nicht mehr. Ablagerungen aus dieser Zeit sind in Form von Löss auf Hochflächen und durch die Niederterrassen-

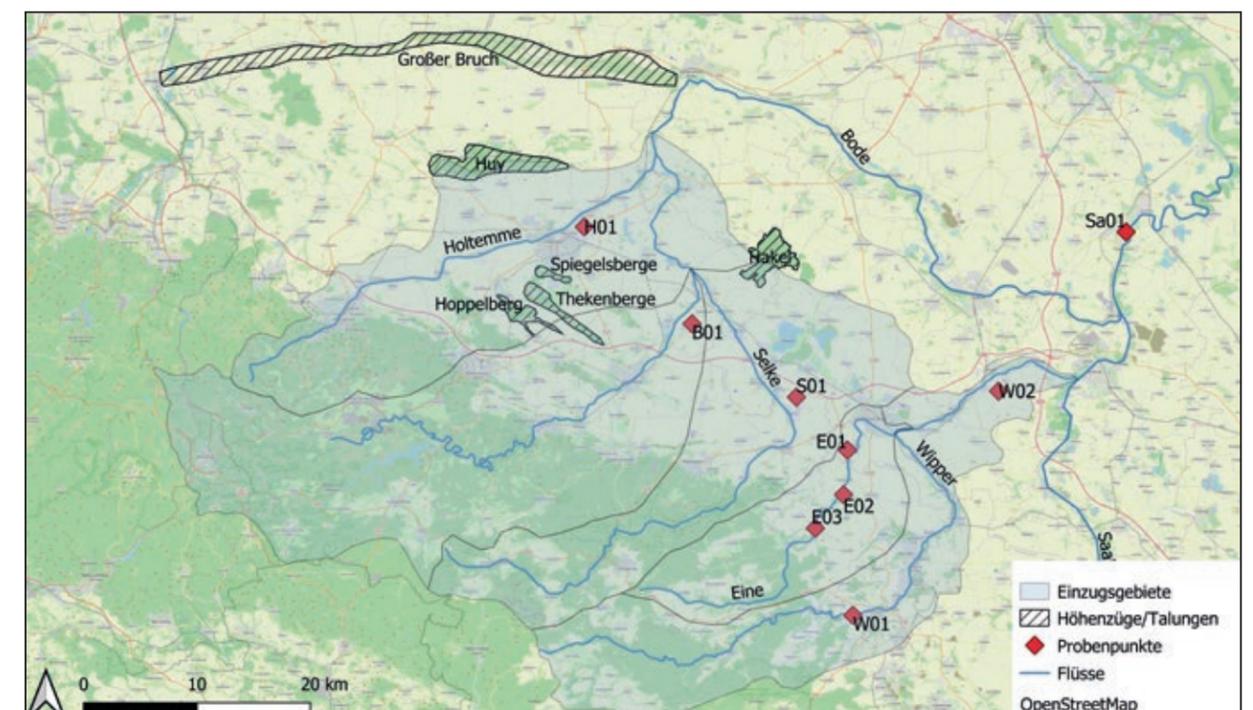


Abb. 5.1-1 Übersichtskarte zu den Probennahmepunkten. Hervorgehoben sind die untersuchten Flüsse mit ihren jeweiligen Einzugsgebieten sowie wichtige morphologische Höhenzüge/Talniederungen (Kartengrundlage OpenStreetMap)

senschotter in Tälern und Flussauen weit verbreitet (BACHMANN et al., 2008).

Besonderen Einfluss auf die Schwermineralspektren haben vor allem die in den Einzugsgebieten der untersuchten Flüsse liegenden geologischen Einheiten der nördlichen sowie zentralen Bereiche des Mittel- und Unterharzes mit Ausnahme der Saale (Tab. 5-8).

5.1.3 Methodik

Für die Untersuchungen wurden sechs Flüsse beprobt, die, bis auf die Saale, dem Harz entspringen.

An jedem Probenpunkt, unter Ausnahme des Probenpunktes E01 mit zwei Proben, wurde eine Probe (Tab. 5-1) mit einer Menge von 25 bis 50 kg Material genommen und in den Laboren des Instituts für Geowissenschaften und Geografie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg weiter aufbereitet. Die Proben wurden je nach der Probennahmesituation entweder als Schlitzprobe aus dem Anstehenden (Tagebauwand), als Mischprobe aus Rohkieshalden oder als Mischprobe aus dem Alluvium (Flusssediment) genommen.

Die Aufbereitung der Rohproben erfolgte nach einem standardisierten und bewährten Verfahren für die Erzeugung von Schwermineralkonzentraten (Abb. 5.1-2) am Institut für Geowissenschaften und Geografie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Dieses

Verfahren umfasst die Bestimmung der Trockenmasse der Rohprobe, die Nassabsiebung der Fraktionen >2 mm und <0,63 mm aus der Rohprobe, die Erzeugung eines Schwermineralvorkonzentrates mittels Wilfey-Rütteltisch und die Herstellung eines Schwermineralkonzentrates aus einer Teilprobe über eine Schwere-trennung mittels Natriumpolywolframat. Um bes-

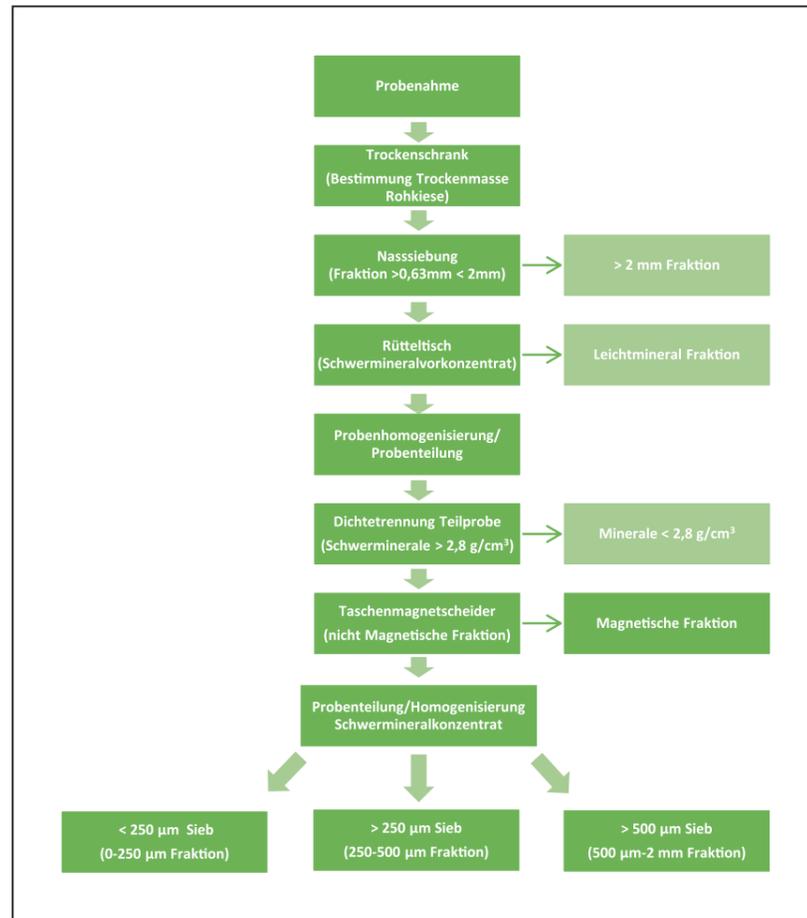


Abb. 5.1-2 Schema der Probenaufbereitung

Probe	Fluss	Lokation	Probennahmeart
E01 und E01/U	Eine	Kieswerk südlich von Westdorf	Schlitzprobe (Kiessand)
E02	Eine	1 km südlich von Welbsleben	Mischprobe (Alluvium)
E03	Eine	500 m südlich von Alterode	Mischprobe (Alluvium)
W01	Wipper	nähe Brücke Gräfenstühler Str. in Vatterode	Mischprobe (Alluvium)
W02	Wipper	Sandgrube südlich von Güsten	Schlitzprobe (schwach kiesiger Sand)
S01	Selke	Kieswerk nördlich von Reinstedt	Schlitzprobe (Kiessand)
B01	Bode	Kieswerk nordwestlich von Quedlinburg	Mischprobe Rohkieshalde
H01	Holtemme	Kieswerk nordöstlich von Halberstadt	Schlitzprobe (Kiessand)
Sa01	Saale	unterhalb der Wehranlage Calbe	Mischprobe (Alluvium)

Tab. 5-1 Übersicht der Proben, dem Probenahmeort und der Art der Probenahme

Programm	Funktion
TM4000	Steuerung und Kalibrierung REM, Bedienen des REM; Erzeugung und Kalibrierung des BSE-Bildes für Messung
Esprit	Kalibrierung Elektronenstrahl; Aufnahme und Auswertung von Mineralspektren
AMICS – Mineral Standard Manager	Erstellen der Datenbank, Bearbeitung von Mineralspektren der Datenbank
AMICS – Investigator	Definieren der Mess- und Segmentierungsparameter Messautomatik
AMICS – Process	Datennachbearbeitung

Tab. 5-2 Übersicht der verwendeten Programme zur Steuerung, Kalibrierung, Messung, Bearbeitung des automatisierten REM-EDX

sere Auswertungsergebnisse zu erzielen, wurde den Schwermineralkonzentraten die magnetische Fraktion mittels Taschenmagnetscheider entzogen, sowie eine Auftrennung in zwei Fraktionen (<250 µm und >250 – <500 µm) vorgenommen und daraus jeweils polierte Anschliffe hergestellt. Die verbliebenen Schwermineralteilproben wurden mit Hilfe einer mechanisch-gravitativen Aufbereitungsmethode (Blue Bowl Concentrator) auf das Vorhandensein von Seifengold in den Proben untersucht.

Zur quantitativen und qualitativen Erfassung des Schwermineralinhalts wurden Untersuchungen am Digitalmikroskop (KEYENCE-VHX-5000) und einem automatisierten Rasterelektronenmikroskop (HITACHI TM4000Plus) mit gekoppeltem energiedispersiven Detektor (REM-EDX) durchgeführt. Die Untersuchungen mit dem Digitalmikroskop beschränkten sich vor allem auf die feinoptische Dokumentation der Korngrößen, Kornform und Kornoberflächen von Goldflittern. Eine Auswahl an separierten Goldflittern wurde mit Hilfe von Laser Ablation – Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry hinsichtlich der Haupt-, Neben- und Spurenelemente am Curt-Engelhorn-Zentrum für Archäometrie in Mannheim analysiert. In diesem Artikel wird nicht detaillierter auf die geochemischen Ergebnisse der Goldanalysen eingegangen.

Die verwendete Anregungsspannung beim REM-EDX lag bei 15 kV. Methodenspezifisch können Elemente mit einer Ordnungszahl kleiner 11 nicht präzise und Elemente mit einer Ordnungszahl kleiner 5 nicht detektiert werden. Die Nachweisgrenze des verwendeten Detektors lag bei 0,5 %. Die verwendeten Softwarelösungen für die automatische REM-EDX Messungen und deren Funktion sind in der Tab. 5-2 aufgeführt. Zur Mineralidentifikation wurde auf bestehende Datenbanken zurückgegriffen und diese nach Bedarf durch eigene Messungen ergänzt. Über die Bestimmung der Bildqualität, Segmentmindestgröße und CRF (Classification Reliability Factor) kann die Fehlklassifizierung beim automatischen Abgleich der Messspektren mit der Datenbank minimiert bzw. probenspezifisch angepasst werden. Durch die elementspezifischen Nachweisgrenzen sind Mineralmodifikationen oder Mineralvarietäten nur mit Unsicherheiten nachweisbar. Daher wurden bestimmte

Minerale in nicht weiter differenzierten Gruppen zusammengefasst:

- Eisenoxide und Hydroxide als Gruppe Fe-Oxide
- Rutil, Anatas, Brookit als Gruppe Ti-Oxide
- Andalusit, Silimanit, Kyanit als Gruppe Al-Silikate
- Manganminerale allgemein als Mn-Oxide

Es wurde darauf abgezielt, dass der Anteil der unbekanntenen Minerale in den Proben nach Möglichkeit unter 1 Gewichtsprozent (Gew.-%) liegt.

Pro Probe und Fraktion wurden 300 Körner analysiert. Diese Anzahl gilt für Schwermineraluntersuchungen als statistisch repräsentativ (BoENIGK 1983). In der Auswertung der Schwermineralspektren wurden die beiden Fraktionen zusammengeführt und betrachtet, sowie in die Schwermineralgruppen stabile, instabile, opake und übrige eingeteilt. Die Rohdaten sind in der Tab. 5-9 und Tab. 5-10 aufgeführt.

5.1.4 Ergebnisse und Diskussion

5.1.4.1 Flusssystem Wipper (W01/W02)

Die Probe W01, die aus dem Alluvium der Wipper stammt, enthält in der <250 µm Fraktion 30 % Gesteinsbruchstücke. Die feinere Fraktion enthält zu dem 52 % opake Minerale welche überwiegend aus Fe-Oxiden besteht. Die 5 % stabilen Minerale bestehen aus Ti-Oxid und Titanit, während die instabilen Minerale (10 %) durch Granat geprägt sind. Unter den übrigen Mineralen findet sich Mn-Oxide und Chlorit in geringen Mengen (Tab. 5-3).

In der Fraktion >250 µm - <500 µm fehlen die stabilen Minerale und bei den instabilen Mineralen findet sich nur Granat. Die opake Fraktion macht 45 % der Probe aus und besteht überwiegend aus Fe-Oxiden. In den 3 % der Gruppe der übrigen Minerale treten Beryll, Chlorit und Mn-Oxide auf. Die Gesteinsbruchstücke nehmen in dieser Fraktion 38 % der Probe ein.

Die magnetische Fraktion besteht zu 84 % aus opaken Mineralen und beinhaltet neben 3 % stabilen und 7 % instabilen Mineralen noch 2 % Mn-Oxide (Tab. 5-3).

Angaben in Gew.-%	W01			W02		
	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch
Anteil an Probe	14	81	5	63	23	14
Σ Stabile	4,75	0,00	2,91	25,81	10,21	3,34
Al-Silikate	0,00	0,00	0,00	2,15	5,75	0,00
Ti-Oxide	2,90	0,00	1,20	10,05	5,57	1,43
Titanit	1,85	0,00	1,71	6,18	5,72	0,00
Zirkon	0,00	0,00	0,00	8,81	0,00	0,00
Σ Instabile	10,30	12,99	6,66	35,08	50,49	6,29
Amphibol	1,76	0,00	2,23	10,08	16,00	2,49
Pyroxen	0,00	0,00	0,00	2,34	5,70	2,13
Granat	8,54	12,99	4,43	22,66	28,79	1,67
Σ Opak	52,16	44,92	83,93	36,66	26,24	83,74
Fe-Oxide	49,43	43,80	79,10	8,57	21,57	66,94
Ilmenit	2,73	1,11	4,82	28,09	4,67	16,80
Σ Übrige	2,42	3,89	2,41	2,46	10,70	6,63
Beryll	0,00	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Chlorit	1,17	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn-Oxide	1,24	1,05	2,41	1,22	0,00	6,63
Topas	0,00	0,00	0,00	1,24	10,70	0,00
Gesteinsbruchstücke	30,37	38,20	4,10	0,00	2,36	0,00

Tab. 5-3 Übersicht der Schwerminerale der Proben W01 und W02, aufgeteilt in die Kornbänder <250 µm, >250 µm - <500 µm und die magnetische Fraktion sowie in die Mineralklassen: stabil, instabil, opak, übrige und Gesteinsbruchstücke. Angaben in [Gew.-%]

In der Probe W02 sind die Gesteinsbruchstücke stark unterrepräsentiert. Die Fraktion <250 µm umfasst 63 % der Probe. 25 % der Fraktion bestehen aus stabilen Mineralen, welche neben 9 % Zirkon noch Ti-Oxide und Al-Silikaten aufweist. Unter den instabilen Mineralen (35 %) dominieren Granat und Amphibol. Die opake Fraktion (37 %) besteht vor allem aus Ilmenit. Als übrige Minerale treten mit jeweils 1 % Mn-Oxide und Topas auf (Tab. 5-3).

Die gröbere Fraktion ist mit 23 % verhältnismäßig gering ausgeprägt und besteht dabei aus 50% instabilen Mineralen, vor allem Granat und Amphibol. Bei den stabilen Mineralen (10 %) findet sich kein Zirkon mehr, dafür aber deutlich erhöhte Gehalte an Al-Silikaten (6%). Die opaken Minerale (26 %) werden hauptsächlich von Fe-Oxiden dominiert. In der Kategorie der übrigen Minerale treten, als deutliche Abweichung gegenüber den anderen Proben, 11 % Turmalin auf. Die magnetische Fraktion hat einen 14 % Anteil an der Probe. Die opaken Minerale machen 84 % der Fraktion aus und bestehen vornehmlich auf Fe-Oxiden. Der hohe Anteil an u.a. stabilen und instabilen Mineralen verweist auf eine methodenbedingte unvollständige Abtrennung der magnetischen Fraktion (Tab. 5-3).

5.1.4.2 Flusssystem Eine (E01, E01/U, E02, E03)

24 % der gesamten Probe E01 besteht aus der Fraktion <250 µm, welche von opaken Mineralen, hauptsächlich Fe-Oxide, dominiert wird. Die stabilen und instabilen Minerale nehmen jeweils ca. 12 % des Spektrums

ein, wobei die Kategorie der instabilen Minerale von Granaten angeführt wird und die Gruppe der Instabilen von Titanit. Der Anteil von Gesteinsbruchstücken beträgt ca. 19 %.

Die Fraktion >250 µm - <500 µm prägt mit ca. 70 % die Probe E01. Den größten Anteil weisen auch hier die Fe-Oxide auf und die Gesteinsbruchstücke liegen bei 22 %. Im Unterschied zu der feineren Fraktion ist die Kategorie der stabilen Minerale mit 7 % etwas niedriger, während die Instabilen recht konstant bleiben. Die magnetische Fraktion hat einen Anteil von 5 % an der Gesamtprobe. Sie besteht mit 85 % fast vollständig aus opaken Mineralen, wobei in dieser Fraktion die Ilmenite den Hauptbestandteil bilden. Des Weiteren sind 10 % stabile Minerale vertreten, vor allem Titanit und 2 % übrige Minerale mit Mn-Oxid (Tab. 5-4).

Die opaken Minerale der Probe E01/U bestimmen mit 53 % die Zusammensetzung der Fraktion <250 µm, was überwiegend auf die Fe-Oxide zurückzuführen ist. Die stabilen Minerale liegen bei 16 %, wobei Ti-Oxid gegen über Titanit leicht dominiert. Die 18 % instabilen Minerale sind deutlich durch Granate geprägt. Neben ca. 9 % Gesteinsbruchstücken tritt vereinzelt Galenit in der Probe auf. Im Kornband >250 µm - <500 µm nehmen die stabilen Minerale gegenüber der <250 µm Fraktion ein wenig ab, während die instabilen konstant bleiben und auch hier stark von Granat bestimmt werden. Die opaken Minerale nehmen 55 % der Probe ein, wobei die Verteilung von Ilmenit und Fe-Oxid dem in der <250

Angaben in Gew.-%	H01			Sa01		
	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch
Anteil an Probe	42	50	8	30	44	26
Σ Stabile	26,78	12,89	2,28	19,33	16,04	0,00
Al-Silikate	1,17	1,39	0,00	1,29	3,58	0,00
Ti-Oxid	12,52	1,79	0,00	9,97	7,49	0,00
Titanit	4,75	9,71	2,28	1,87	1,46	0,00
Zirkon	8,34	0,00	0,00	6,20	3,51	0,00
Σ Instabile	19,92	31,25	1,30	33,49	42,33	6,83
Granat	12,54	19,41	0,00	24,36	30,75	6,83
Pyroxen	1,86	3,50	1,30	1,07	1,45	0,00
Amphibol	5,53	8,34	0,00	8,06	10,13	0,00
Σ Opak	49,56	49,65	86,59	42,71	30,25	82,69
Fe-Oxide	11,65	38,34	50,24	17,91	20,72	60,77
Ilmenit	37,91	11,30	36,35	24,80	9,53	21,92
Σ Übrige	1,91	1,41	9,83	4,47	9,50	9,24
Mn-Oxid	0,00	1,41	0,00	3,09	1,52	9,24
Topas	1,91	0,00	9,83	1,38	7,98	0,00
Gesteinsbruchstücke	1,83	4,81	0,00	0,00	1,87	0,00

Tab. 5-4 Übersicht der Schwerminerale der Proben E01 und E01/U, aufgeteilt in die Kornbänder <250 µm, >250 µm - <500 µm und die magnetische Fraktion sowie in die Mineralklassen: stabil, instabil, opak, übrige und Gesteinsbruchstücke. Angaben in [Gew.-%]

µm Fraktion ähnelt. In der Kategorie der übrigen Minerale tritt Mn-Oxid mit ca. 1 % auf. Der Anteil der Gesteinsbruchstücke liegt bei knapp 12 Prozent.

Die Verteilung der Kornbänder liegt bei 29 % der Fraktion <250 µm und 55 % der Fraktion >250 µm - <500 µm. Die Probe besteht zu 16 % aus magnetischen Mineralen, wobei Fe-Oxide (79%) dominieren (Tab. 5-4).

Die aus dem Alluvium der Eine entnommene Probe E02 besteht zu 25 % aus der Kornfraktion <250 µm.

Die Kategorie der stabilen Minerale macht ca. 25 % der Fraktion aus und besteht vor allem aus Titanit. Ebenfalls hoch ist der Gehalt an Ilmenit. Die instabilen Minerale, allen voran Granat und Pyroxen, liegen bei 12 %. Des Weiteren finden sich Apatit (1%) und ca. 8% Gesteinsbruchstücke in der Probe. Die Fraktion >250 µm - <500 µm beinhaltet 60 % der Schwerminerale. Sie besteht zu 45 % aus opaken Mineralen, vor allem Fe-Oxiden. Die instabilen Minerale beinhalten wiederum vor allem Granat und Pyroxen (16 %). Für die 20 %

Angaben in Gew.-%	E02			E03		
	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch
Anteil an Probe	0,25	0,60	0,15	29	63	8
Σ Stabile	26,23	22,16	9,89	22,08	23,29	13,50
Ti-Oxid	9,59	6,37	2,35	6,36	5,25	6,02
Titanit	16,64	15,79	7,54	15,72	18,04	7,47
Σ Instabile	13,52	16,87	7,67	8,21	9,70	1,06
Granat	5,12	5,58	2,09	4,43	5,50	1,06
Pyroxen	5,63	6,21	2,19	2,15	1,88	0,00
Amphibol	2,77	5,08	3,39	1,63	2,32	0,00
Σ Opak	51,04	47,79	77,55	58,32	50,62	80,95
Fe-Oxide	17,22	35,69	26,70	25,96	36,79	9,59
Ilmenit	33,82	12,10	50,85	32,36	13,83	71,36
Σ Übrige	1,23	0,00	2,09	1,17	0,00	2,06
Apatit	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baryt	0,00	0,00	0,00	1,17	0,00	0,00
Mn-Oxid	0,00	0,00	2,09	0,00	0,00	2,06
Gesteinsbruchstücke	7,99	13,17	2,80	10,21	16,38	2,43

Tab. 5-5 Übersicht der Schwerminerale der Proben E02 und E03, aufgeteilt in die Kornbänder <250 µm, >250 µm - <500 µm und die magnetische Fraktion sowie in die Mineralklassen: stabil, instabil, opak, übrige und Gesteinsbruchstücke. Angaben in [Gew.-%]

stabilen Minerale, ist der Titanit charakteristisch. Die Gesteinsbruchstücke umfassen etwa 13 % der Probe und die magnetische Fraktion etwa 15 %. Die magnetische Fraktion wird von Ilmenit (ca. 50 %) und Fe-Oxiden (26,7 %) dominiert und ist in sich heterogener zusammengesetzt als die Proben E01 und E01/U (Tab. 5-4 und Tab. 5-5).

Die Probe E03, die aus dem Alluvium der Eine gewonnen wurde, zeigt starke Ähnlichkeiten in den beiden untersuchten Fraktionen, trotz einer stark unterschiedlichen Gewichtung (<250 µm 29%/>250 <500 µm 63 %). Die stabilen Minerale sind in beiden Fraktionen mit 22 % vertreten und werden von Titanit dominiert. Die Instabilen zeigen prozentuale Anteile von 8 % bzw. 9 % und weisen eine Granat-Dominanz auf. Der Anteil der opaken Minerale schwankt zwischen 48 % bzw. 57 % und die Gesteinsbruchstücke zeigen Werte von 10 % und 16 %.

Mit 8 % ist die magnetische Fraktion unterrepräsentiert und besteht zu annähernd 72 % aus Ilmenit. Des Weiteren finden sich hier die stabilen Minerale (13%) Titanit und Ti-Oxide in einer annähernd gleichen Menge (Tab. 5-5).

5.1.4.3 Flusssystem Selke (S01)

Die Probe S01 enthält in der <250 µm Fraktion 36 % der Schwerminerale. In der Gruppe der stabilen Minerale sind neben dem dominierenden Ti-Oxid auch Al-Silikate, Titanit und Zirkon vorhanden. Die instabilen Minerale, bestehend aus Granat und Amphibol, bestimmen 14 % der Fraktion. Mit 57 % stellen die opaken Minerale die größte Gruppe und werden von Fe-Oxiden

Angaben in Gew.-%	S01			B01		
	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch
Anteil an Probe	36	54	10	40	48	12
Σ Stabile	20,6	9,31	3,58	15,53	9,25	7,71
Al-Silikate	1,95	1,55	0,00	0,00	1,28	0,00
Ti-Oxid	13,62	5,38	1,8	4,94	1,28	1,4
Titanit	2,48	2,37	1,78	8,83	6,69	6,3
Zirkon	2,56	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00
Σ Instabile	13,57	11,06	3,31	19,59	16,83	0,00
Granat	9,4	8,94	1,42	19,59	16,83	0,00
Pyroxen	0,00	0,00	0,00	8,44	11,08	0,00
Amphibol	4,17	2,13	1,89	6,54	2,37	0,00
Σ Opak	57,37	65,76	84,11	4,61	3,38	0,00
Fe-Oxide	34,81	58,6	55,73	41,06	58,52	22,35
Ilmenit	22,56	7,15	28,38	18,83	7,42	64,24
Σ Übrige	1,77	0,00	3,07	0,00	0,00	5,7
Mn-Oxid	1,77	0,00	3,07	0,00	0,00	5,7
Gesteinsbruchstücke	6,69	13,87	5,87	4,99	7,98	0,00

Tab. 5-6 Übersicht der Schwerminerale der Proben S01 und B01, aufgeteilt in die Kornbänder <250 µm, >250 µm - <500 µm und die magnetische Fraktion sowie in die Mineralklassen: stabil, instabil, opak, übrige und Gesteinsbruchstücke. Angaben in [Gew.-%]

dominiert. Des Weiteren treten Manganoxide (2 %) und Gesteinsbruchstücke (7 %) auf.

In der >250 µm - <500 µm Fraktion (54 %) treten die opaken Minerale stark hervor (66 %) und sind durch Eisenoxide geprägt. Die stabilen Minerale weisen nur noch 10 % der Gesamtmasse auf und die Zusammensetzung der instabilen Minerale zeigen starke Ähnlichkeit zur Fraktion <250 µm. Der Gesamtanteil der Gesteinsbruchstücke liegt bei 14 %.

Die magnetische Fraktion (10 %) besteht zu 83 % aus opaken Mineralen, die wiederum zu Zweidritteln Eisenoxide aufweisen. Manganoxide treten mit 3 % untergeordnet auf (Tab. 5-6).

5.1.4.4 Flusssystem Bode (B01)

Die zwei erzeugten Kornbänder verteilen sich mengenmäßig ähnlich auf die Probe mit zudem geringen Anteilen an Gesteinsbruchstücken von etwa 5 % bzw. 13 %. In der feineren Fraktion dominieren die opaken Minerale (59 %), hier vor allem die Eisenoxide. Die stabilen Minerale (15 %) werden maßgeblich von Titanit geprägt, Titanoxide und Zirkon finden sich untergeordnet. Unter den 19 % instabilen Mineralen fallen Granat, Pyroxen und Amphibol an.

Das größere Kornband weist nochmals einen höheren Anteil an opaken Mineralen auf (65 %) und ist ebenfalls durch Eisenoxide geprägt. Die Gruppe der instabilen Minerale ist durch Granat repräsentiert und die stabilen Minerale weisen eine Vormacht von Titanit auf, darüber

Angaben in Gew.-%	H01			Sa01		
	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch	<250 µm	>250 µm - <500 µm	Magnetisch
Anteil an Probe	42	50	8	30	44	26
Σ Stabile	26,78	12,89	2,28	19,33	16,04	0,00
Al-Silikate	1,17	1,39	0,00	1,29	3,58	0,00
Ti-Oxid	12,52	1,79	0,00	9,97	7,49	0,00
Titanit	4,75	9,71	2,28	1,87	1,46	0,00
Zirkon	8,34	0,00	0,00	6,20	3,51	0,00
Σ Instabile	19,92	31,25	1,30	33,49	42,33	6,83
Granat	12,54	19,41	0,00	24,36	30,75	6,83
Pyroxen	1,86	3,50	1,30	1,07	1,45	0,00
Amphibol	5,53	8,34	0,00	8,06	10,13	0,00
Σ Opak	49,56	49,65	86,59	42,71	30,25	82,69
Fe-Oxide	11,65	38,34	50,24	17,91	20,72	60,77
Ilmenit	37,91	11,30	36,35	24,80	9,53	21,92
Σ Übrige	1,91	1,41	9,83	4,47	9,50	9,24
Mn-Oxid	0,00	1,41	0,00	4,47	9,50	9,24
Topas	1,91	0,00	9,83	3,09	1,52	9,24
Gesteinsbruchstücke	1,83	4,81	0,00	1,38	7,98	0,00

Tab. 5-7 Übersicht der Schwerminerale der Proben H01 und Sa01, aufgeteilt in die Kornbänder <250 µm, >250 µm - <500 µm und die magnetische Fraktion sowie in die Mineralklassen: stabil, instabil, opak, übrige und Gesteinsbruchstücke. Angaben in [Gew.-%]

hinaus finden sich noch Al-Silikate und Ti-Oxid. Die magnetische Fraktion macht 12 % der Probe aus und wird mit 86 % von opaken Mineralen, vor allem von Ilmenit, dominiert (Tab. 5-6).

5.1.4.5 Flusssystem Holtemme (H01)

Die Probe H01 enthält nur wenige Gesteinsbruchstücke. Sie besteht zu 42 % aus der Fraktion <250 µm, in welcher 27 % der Minerale zu der Gruppe der stabilen zählen. Hier finden sich vor allem Ti-Oxid und Zirkon. Die stabilen Minerale nehmen 20 % der Fraktion ein und sind durch Granat charakterisiert. Die opaken Minerale machen ca. 50 % aus und werden überwiegend von Ilmenit dominiert.

Die >250 µm - <500 µm Fraktion beinhaltet 50 % der Probe. Auch hier dominieren die opaken Minerale, insbesondere Ilmenit. Die instabilen Minerale (31 %) bestehen zumeist aus Granat und untergeordnet aus Amphibol und Pyroxen. Bei den stabilen Mineralen (13 %) findet sich zumeist Titanit, daneben treten noch Al-Silikate und Ti-Oxid auf. In der Kategorie der übrigen Minerale ist mit ca. 1 % Apatit vertreten.

Die magnetische Fraktion macht 8 % der Probe aus und besteht fast vollständig aus opaken Mineralen sowie 10 % aus Mn-Oxid (Tab. 5-7).

5.1.4.6 Flusssystem Saale (Sa01)

Die aus dem Alluvium gewonnene Probe der Saale

beinhaltet kaum Gesteinsbruchstücke. Die Fraktion <250 µm macht 30 % der Probe aus und beinhaltet 19 % stabile Minerale, welche von Ti-Oxid und Zirkon geprägt sind. Die instabilen Minerale sind mit 33 % beteiligt und weisen einen hohen Granat-Anteil auf. Die opaken Minerale machen 42 % der Fraktion aus, während die übrigen Minerale 5 % einnehmen und aus Mn-Oxid und Topas bestehen.

Die >250 µm - <500 µm Fraktion beinhaltet 44 % der Probe und hat 16 % stabile Minerale, die vor allem aus Ti-Oxid, Zirkon und Al-Silikat bestehen. Die 42 % instabilen Minerale bestehen überwiegend aus Granat und Amphibol, untergeordnet ist Pyroxen vertreten. Die opaken Minerale sind mit 30 % an der Fraktion beteiligt und bestehen zu Zweidritteln aus Fe-Oxid. Neben 1 % Mn-Oxid sind in der Kategorie der übrigen Minerale noch 8 % Topas vorhanden.

Die magnetische Fraktion hat einen Probenanteil von 26 %. Sie besteht zu 82 % aus opaken Mineralen, vor allem Fe-Oxiden. Des Weiteren ist in der Kategorie der übrigen Minerale noch Mn-Oxid mit 9 % vertreten (Tab. 5-7).

5.1.5 Seifengold

Eine Seifengoldführung wurde in den Proben von Eine, Selke, Bode und Saale nachgewiesen (Abb. 5.1-3). Während die Anzahl der Flitter in den Eine Proben E02 und E03, mit mehr als 100 Flittern in der E03, merklich höher ausfallen, treten die Goldpartikel in den anderen

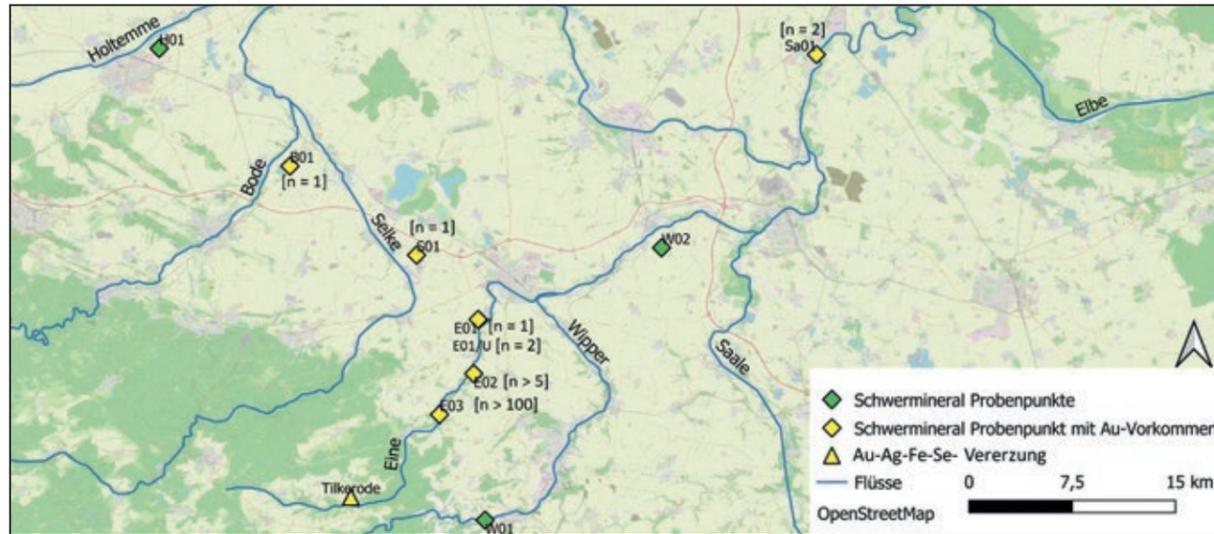


Abb. 5.1-3 Übersichtskarte mit den Seifengold führenden Probenpunkten (n=Anzahl Goldflitter in den Proben)

Proben nur vereinzelt auf. Die Größe der zumeist abgerundeten Flitter variiert zwischen 70 µm und 160 µm. Die Kornmorphologie schwankt zwischen plattig und körnig.

5.1.6 Diskussion

Ausgehend von den Rohdaten, besitzen die untersuchten Proben der einzelnen Flüsse eine hohe mineralogische Diversität (Tab. 5-9 und Tab. 5-10). Da zu einer überschaubaren und nachvollziehbaren Auswertung

jedoch nur Schwerminerale herangezogen worden sind, die mit mehr als 1 Gew.-% in den Proben auftreten, fallen die Spektren durch eine sehr enges Mineral-spektrum auf, welche zudem eine geringe qualitative und quantitative Variabilität zeigen.

Die Spektren bestehen überwiegend aus Granat, Amphibol, Pyroxen, Ti-Oxid, Titanit sowie Fe-Oxid und Ilmenit. Zirkon und Al-Silikate sind seltener zu finden und Apatit, Baryt, Galenit u. a. treten nur vereinzelt und

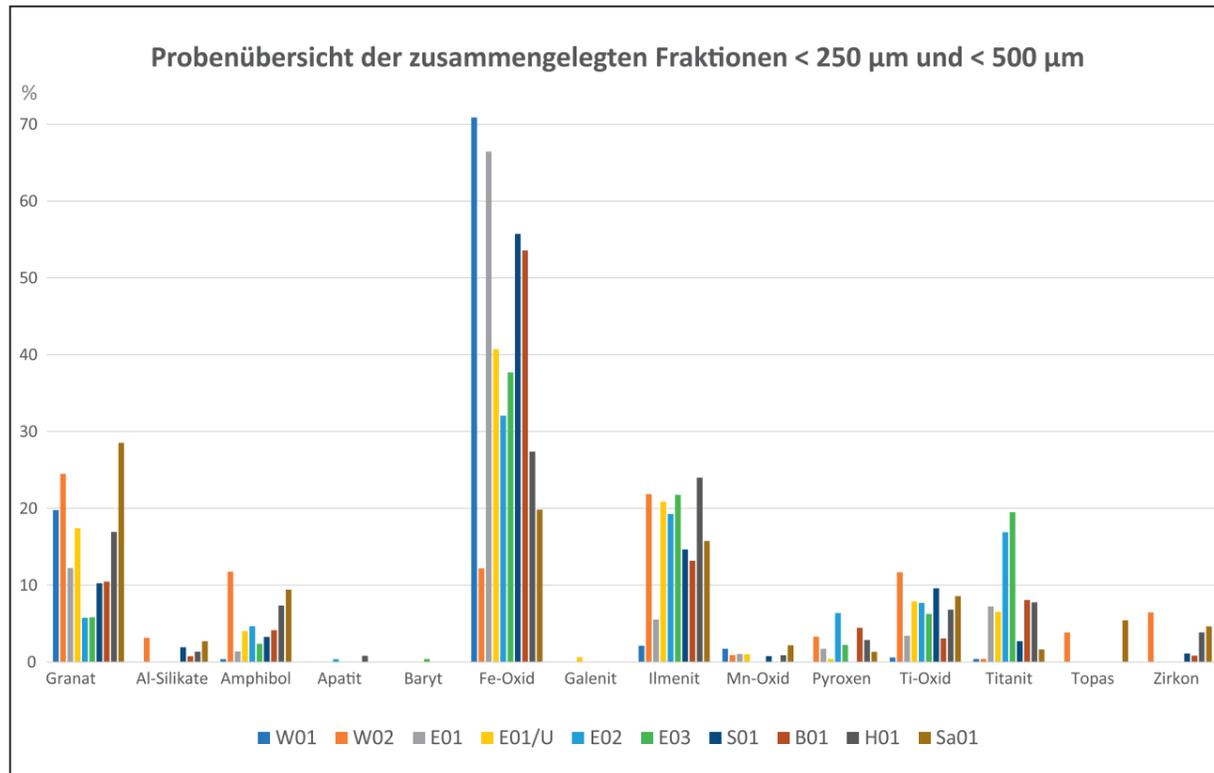


Abb. 5.1-4 Verteilung ausgewählte Schwerminerale (>1 Gew.-%). Die Fraktionen <250 µm und >250 - <500 µm sind zusammgelegt

Geologische Einheit des Harzes	Auftretende Gesteine	Schwerminerale, die allgemein mit den vorgefundenen Gesteinen assoziieren	Entwässernde Flüsse
Wippra-Zone	Quarzite, Metabasalte, Grünschiefer, Phyllite	Rhodokrosit, Pyrophyllit, Chlorit, Andalusit	Wipper
Harzgerode-Zone	Olistholithe, Grauwacke, Grauwackenschiefer, Kieselschiefer, Quarzite, Pyroklastika, Graptolithenschiefer	Amphibol, Ti-Oxid, Anatas, Disthen, Silimanit, Epidot, Granat, Turmalin, Zirkon, Fe-Oxid	Eine, Wipper, Selke
Tanne-Zone	Grauwacken, Grauwackenschiefer	Amphibol, Ti-Oxid, Anatas, Disthen, Silimanit, Epidot, Granat, Turmalin, Zirkon, Fe-Oxid	Selke, Bode
Selke-Decke	Grauwacke	Amphibol, Ti-Oxid, Anatas, Disthen, Silimanit, Epidot, Granat, Turmalin, Zirkon, Fe-Oxid	Selke
Blankenburg-Zone	Metabasalt, Kalke, Kieselschiefer, Tonschiefer	Metabasalt: Augit (variierend auch Epidot, Pyroxen, Amphibol, Granat, opake Minerale)	Selke, Bode, Holtemme
Elbingerode-Komplex	Kalkstein, Metabasalt, Ton und Mergelgestein, Pyroklastika	Metabasalt: Augit (variierend auch Epidot, Pyroxen, Amphibol, Granat, opake Minerale)	Holtemme, Bode
Ramberg-Pluton	Rhyolith, Granit, Gabbro, Muskovit-Biotit-Hornfels, Knotenschiefer	Apatit, Turmalin, Zirkon, Andalusit	Bode, Selke
Brocken-Pluton	Granit, Diorit	Zirkon, Magnetit, Granat, Turmalin, Amphibol	Holtemme, Bode

Tab. 5-8 Übersicht der geologischen Einheiten des Harzes, welche im Einzugsgebiet der untersuchten Flusssysteme liegen mit den dominanten Schwermineralen im Festgestein vereinfacht nach Bachmann et al. (2008), Weymann (2004)

in marginalen Mengen auf (Abb. 5.1-4). Eine weitere Gemeinsamkeit ist, dass die Spektren mit wenigen Ausnahmen, hohe Anteile an Gesteinsbruchstücken zeigen, geringe prozentuale Schwermineralinhalte von durchschnittlich 0,02 % aufweisen, sowie hohe Anteile an instabilen Schwermineralen vorliegen. Zumindest der hohe Anteil an instabilen Mineralen sowie große Mengen an Gesteinsbruchstücken weisen auf wenig mature Sedimente hin, was auf eine geringe Entfernung zwischen Ablagerungsraum und Liefergebiet hindeutet.

Die untersuchten Flüsse Holtemme, Bode, Selke, Eine, Wipper und deren Einzugsgebiete durchfließen zwar verschiedene geologische Gesteinseinheiten des Harzes, welche jedoch, bezogen auf die Lithotypen, wenig variabel sind. Hieraus ergibt sich auch der wesentliche Grund für die geringe mineralogische Diversität der Spektren. Die Tab. 5-8 gibt einen Überblick über die Gesteinseinheiten in den jeweiligen Einzugsgebieten sowie eine Übersicht über die soweit bekannten dominierenden Schwerminerale der jeweiligen Festgesteine.

Die Probe der Saale (Sa01) und die Probe der Wipper (W02) heben sich deutlich von den restlichen Proben ab, was einer detaillierteren Betrachtung bedarf.

Bei der Wipper-Probe (W02) lag schon im Zuge der Probenahme die Vermutung nahe, dass es sich um glaziofluviatile Ablagerungen handeln könnte. Diese Probe weist sehr geringe Anteile von Gesteinsbruchstücken auf, mit einer deutlichen Dominanz der <250 µm Fraktion. Darüber hinaus ist sie gekennzeichnet durch hohe Gehalte von Granat, Al-Silikate, Amphibol, Zirkon und Topas sowie auffallend niedrigen Fe-Oxid- und Ilmenit-Gehalten.

Die vergleichsweise hohen Gehalte an Granat, Al-Silikat, Ti-Oxid, Topas und Zirkon sowie die geringen Gehalte von Fe-Oxid ähneln eher den Spektren der Saale-Probe (Sa01) als denen der Harz-Flüsse. Da es keine Hinweise darauf gibt, dass sich der Verlauf der Saale in der jüngeren Geschichte über das Gebiet des Probenpunktes W02 erstreckte, kann ausgeschlossen werden, dass es sich hierbei um fluviatile Saale-Ablagerungen handelt. Dagegen ist es erwiesen, dass sowohl die

Elster- als auch die Saale-Kaltzeit das nördliche Harzvorland beeinflussten. Nach BOMBINI (1987) können die metamorphen Minerale Granat und Al-Silikate untergeordnet aus den Gesteinen des Harzes kommen. Hier führt er z.B. die Gesteine der Aureole des Harzburger Gabbros auf. Weit häufiger stammen sie nach ihm jedoch aus nordischem Material. Im Einzugsgebiet der Wipper finden sich allerdings keine Gesteinsquellen, welche unter anderem die hohen Topasanteile in der Wipper-Probe (W02) erklären könnten, zumal diese Mineralphase in der Wipper-Probe (W01) kaum oder gar nicht auftreten. All dies deutet darauf hin, dass es sich an diesem Probenpunkt sehr wahrscheinlich um glaziofluviale Ablagerungen, möglicherweise Schmelzwassersande, handelt, die nicht in einer genetischen Beziehung zum Nordharzer Flusssystem stehen.

Die Saale-Probe (Sa01) dient im Wesentlichen dazu, um den Einfluss des Nordharzer Flusssystems, hier vor allem die Zuflüsse der Wipper und Bode, auf die Schwermineralspektren der Saale zu überprüfen. Diese Probe unterscheidet sich deutlich von den restlichen Proben. Sie zeigt sehr geringe Mengen von Gesteinsbruchstücken und hat sehr ausgewogene Fraktionsanteile, was vor allem daran liegt, dass die magnetische Fraktion vergleichsweise hoch ist und die $<250 \mu\text{m}$ und $>250 - <500 \mu\text{m}$ Fraktion neben hohen Werten von Granat, Ti-Oxid, Zirkon und Topas verhältnismäßig wenige Fe-Oxide enthalten. Ausführlichere Schwermineraluntersuchungen der Saale und Elbe wurden von ALLENBERG et al. (2012) durchgeführt, mit dem Ergebnis, dass die Schwermineralspektren der Saale vor allem durch Ilmenit, Hämatit, Eisenhydroxid, Zirkon, Rutil, Epidot, Hornblende, Monazit, Titanit und Granat geprägt sind. Dieses Spektrum entspricht zwar nicht vollständig dem in dieser Arbeit gemessenen Saale-Spektrum, wobei natürlich auch in den von ALLENBERG et al. (2012) gemessenen Schwermineralspektren eine gewisse Schwankung der Spektren vorhanden ist. Dennoch lässt sich eine Ähnlichkeit der Proben in den Anteilen von Granat, Fe-Oxid, Ilmenit, Zirkon und Topas feststellen.

Die bei ALLENBERG et al. (2012) gemessenen Mineralphasen Epidot und Monazit sind in der hier gemessenen Saale-Probe (Sa01) in so geringen Mengen vertreten, dass sie nicht dargestellt wurden. Demgegenüber fallen die Gehalte für Amphibol und Pyroxen höher aus. Diese Differenzen lassen sich am ehesten mit der Veränderung der Schwermineralspektren durch die Zuflüsse der Saale zwischen Merseburg und Calbe erklären. Inwieweit die Bode und/oder Wipper hierzu beitragen, ist unklar. Dies resultiert einerseits daraus, dass zwischen Calbe und Merseburg keine weiteren Schwermineralproben der Saale existieren und andererseits ist der Schwermineralertrag über die Bode und Wipper zu mineralunspezifisch, als dass ein Einfluss deutlich nachweisbar ist.

Die Sedimente der untersuchten Flüsse Wipper, Eine, Selke, Bode und Holtemme lassen sich anhand von Schwermineralen bzw. Schwermineralspektren nur bedingt unterscheiden, da auch hier die Unterschiede wenig spezifisch und quantitativ gering ausfallen.

Allgemein nimmt der Anteil der Gesteinsbruchstücke in Richtung Nordwesten ab und der Anteil der $<250 \mu\text{m}$ Fraktion zu. Hierbei handelt es sich um einen „Pseudo-Trend“ da die Ursache in der immer größeren Entfernung zwischen den Probennahelokationen zum Liefergebiet zu suchen ist und damit das Sediment immer weiter durch geogene Separationseffekte aufbereitet wird, was sich in den Kornbändern der Schwerminerale und dem Anteil der Gesteinsbruchstücke widerspiegelt.

Eine Veränderung des geologischen Hinterlandes im Einzugsgebiet, Richtung Nordwesten, der Selke, Bode und Holtemme lässt sich anhand der zunehmenden Gehalte an Zirkon, Amphibol, Pyroxen und unter Umständen auch an den Al-Silikaten ableiten, auch wenn die Tendenzen nur schwach ausgeprägt sind.

Die Ursache hierfür liegt sehr wahrscheinlich in dem zunehmenden Einfluss des Brocken- und des Ramberg-Plutons, samt der kontaktmetamorph überprägten Nebengesteine. Demgegenüber geht der der Einfluss der Grauwacken in diesem Gebiet zurück.

Die Proben der Eine sind in zwei Punkten gegenüber den anderen Sedimentproben auffällig. Zum einen stechen hier die hohen Titanitgehalte hervor und zum anderen die teilweise hohe Seifengoldführung. Die Seifengoldführung konnte in fast allen Proben nachgewiesen werden, jedoch handelt es sich meist um Einzelunde oder marginal höhere Mengen. Auffällig sind die hohen Konzentrationen an Seifengold in den Proben E02 und E03 mit teils mehr als 100 Goldkörnern, welche aus dem Alluvium stammen. Diese Ergebnisse stehen im starken Kontrast zu den geringen Nachweisen an Seifengold in den Eine-Proben (E01) und (E01/U), welche nachweislich ein saalekaltzeitliches Alter aufweisen. Als primäre Quelle für das Seifengold kommt nur das Tilkeröder Revier am Oberlauf der Eine infrage, da hier Goldmineralisationen beschrieben sind und auch abgebaut wurden (TISCHENDORF 1959). Eine geogene Anreicherung von Seifengold in den Sedimenten der Eine kann ausgeschlossen werden, da die Goldmineralisationen nur in größerer Tiefe der hydrothermalen Gangstrukturen in diesem Gebiet auftreten (TISCHENDORF 1959). Hierfür spricht, dass in den saalezeitlichen Ablagerungen bei Westdorf nur sehr geringe Menge an Seifengold gefunden wurden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die extreme Seifengoldführung durch den Eisen- und Goldbergbau im Tilkeröder Revier induziert ist. Durch den umgegangenen Tiefbau auf die Goldmineralisationen gelangte goldhaltiges Erz/Gestein an

die Oberfläche und damit bestand die Möglichkeit zum Eintrag in die Eine. Hierfür spricht, dass die hohe Seifengoldführung nur im Alluvium nachgewiesen wurde. Auf Grundlage dieser Beobachtungen bietet sich das Seifengold für eine Differenzierung der Schwermineralspektren der verschiedenen Proben nicht an.

Das Auftreten von höheren Gehalten an Titanit in den Proben der Eine, hier vor allem in den Proben des Alluviums, kann als auffällig gegenüber den anderen Proben gewertet werden. Problematisch hierbei ist, dass die Anomalie wieder in den jüngsten Ablagerungen auftritt und sich nicht in den geologisch älteren Proben der Kiesgrube wiederfindet. Daher liegt der Schluss nahe, dass es sich ebenfalls um den anthropogenen Einfluss durch den Bergbau handeln könnte, was aber durch weitere Untersuchungen belegt werden muss. Die Gesteinseinheiten bzw. deren Schwerminerale im Hinterland der Eine, wie Schiefer, Grauwacken und Metabasalte pausen sich schwach im Schwermineralspektrum durch, wie zum Beispiel durch die Mineralassoziation von Amphibol, Pyroxen, Ilmenit, Ti-Oxide und eine Armut an Al-Silikaten und Zirkon.

Die anderen Minerale bzw. die weitere Spektrenzusammensetzung der Eine-Proben ist unauffällig und bietet sich für eine weitere Differenzierung nicht an.

Die Abgrenzung der Wipper-Probe (W01) zu den restlichen Proben, ergibt sich durch den extrem hohen Gehalt an Gesteinsbruchstücken, wie sie so nirgends beobachtet wurden sowie einen hohen Fe-Oxid- und Granatanteil. Des Weiteren zeichnet die Sedimente der Wipper eine relative Armut an weiteren Schwermineralen aus. Die Ergebnisse der Probe W01 könnten allerdings auch einer gewissen Verzerrung unterliegen, da die Anzahl der „wirklichen“ Schwermineralerträge durch die hohe Anzahl von Gesteinsbruchstücken überprägt sein kann bzw. die Schwerminerale nicht aus dem Gesteinsverband gelöst werden konnten.

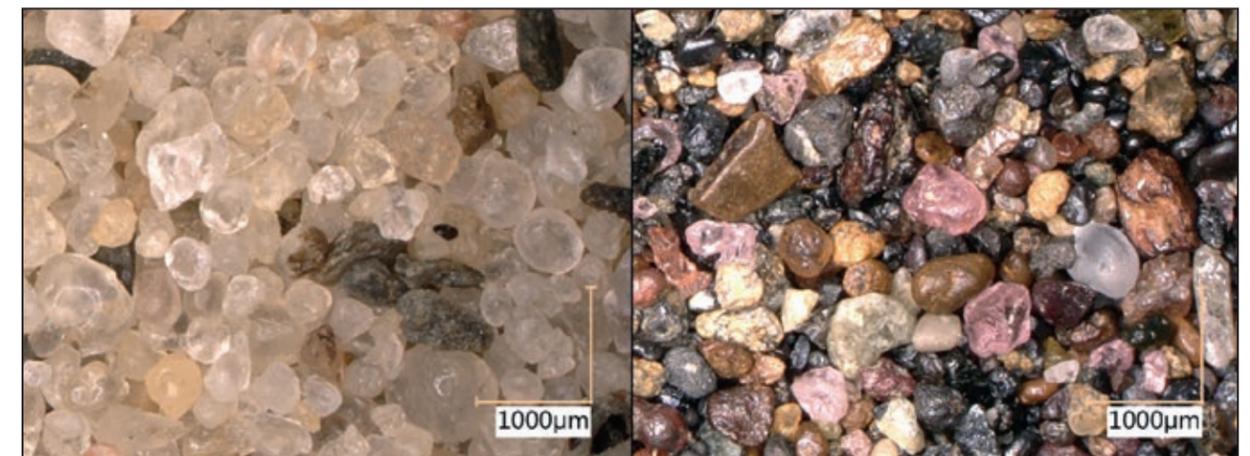


Abb. 5.1-5 Die Aufnahme zeigt beispielhaft die leichte Fraktion der Proben nach der Dichtentrennung. Sie besteht hauptsächlich aus Quarz und wenigen Gesteinsbruchstücken (links) sowie den entsprechenden Schwermineralen (rechts) (Quelle: Julia Woskowski).

Ein Vergleich der eigenen Schwermineralspektren mit den Ergebnissen von WEYMANN (2004) für die Flüsse Eine, Selke, Bode und Holtemme bietet sich nicht an, da die Analysemethoden und Ergebnisauswertung als grundverschieden eingeschätzt werden müssen. Die Analysen von WEYMANN (2004) basieren auf der Durchlichtmikroskopie der Fraktion 0,63 mm bis 0,25 mm sowie Mengenangaben in Stückprozent. Analyse-spezifisch besitzt die Schwermineralerkennung mittels REM-EDX und Durchlichtmikroskopie unbestritten jeweils Vor- und Nachteile, worauf hier aber nicht näher eingegangen wird. Das grundlegende Problem in der nicht Vereinbarkeit der Ergebnisse liegt in der Datenausgabe, welche beim REM-EDX in Masseprozent erfolgt. Ein weiterer Unterschied, der die Vergleichbarkeit verhindert, liegt in dem untersuchten Kornband sowie in der begrenzten Mineralauswahl für die Auswertung, die von WEYMANN (2004) vorgenommen wurde.

5.1.7 Zusammenfassung

Die Schwermineralspektren der Nordharzer Flüsse Wipper, Eine, Selke, Bode und Holtemme weisen, auf Grundlage der Untersuchungen mit einem automatisiertem REM-EDX, ein sehr breit gefächertes Spektrum von 34 Mineralen auf (Abb. 5.1-5). Eine Gemeinsamkeit für alle Proben betrifft den Anteil an Gesteinsbruchstücken, der als auffällig hoch betrachtet werden kann. Das dominierende Kornband liegt in der Fraktion $>250 \mu\text{m}$ und $<500 \mu\text{m}$. Betrachtet man das Schwermineralspektrum nur für Minerale mit mehr als 1 Gew.-%, schrumpft die mineralogische Vielfalt der Spektren erheblich auf zehn Minerale, die annähernd kontinuierlich in allen Proben auftreten. Eine Differenzierung der Flusssedimente untereinander, mit Ausnahme der Saale und der Wipper-Probe (W02) ist wenig ausgeprägt, da die Schwermineralspektren qualitativ und quantitativ keine oder marginale Unterschiede aufweisen. Es deutet sich an, dass die Anteile an Zirkon und Al-Silikaten

Angaben in Gew.-%	E01		E01/U		E02		E03		W01	
	<250 μm	>250 -<500 μm								
Feldspäte	1,71	2,73	2,36	3,03	3,60	6,23	3,08	4,52	0,43	1,15
Granat	7,09	9,02	13,28	14,29	4,17	4,32	3,82	4,60	7,69	11,42
Alumosilikat	0,02	0,00	0,22	0,11	0,46	0,49	0,03	0,17	0,07	0,15
Amphibol	0,93	0,95	2,50	3,58	2,25	3,93	1,40	1,94	1,58	0,87
Anthropogen	0,03	0,00	0,00	0,00	0,58	0,08	0,42	0,00	0,13	0,05
Apatit	0,07	0,06	0,25	0,21	1,00	0,03	0,67	0,07	0,33	0,19
Baryt	0,00	0,00	0,07	0,00	0,51	0,64	1,00	0,27	0,36	0,47
Beryll	0,14	0,39	0,02	0,16	0,11	0,17	0,11	0,14	0,58	1,28
Calcit	0,24	0,14	0,00	0,00	0,18	0,05	0,08	0,01	0,00	0,00
Chlorit	0,73	0,96	1,24	0,79	4,25	5,52	2,28	3,32	1,06	1,22
Chromit	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00
Cordierit	0,12	0,14	0,25	0,79	0,22	0,07	0,13	0,04	2,20	3,21
Diopsid	0,00	0,16	0,11	0,00	0,27	0,85	0,56	0,00	0,23	0,00
Dolomit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,12	0,37	0,00	0,00	0,01
Epidot	0,00	0,00	0,16	0,00	0,12	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
Fe-Oxid	46,14	46,49	31,32	33,33	14,04	27,65	22,33	30,82	44,50	38,52
Fluorit	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	0,38	0,91	1,14	0,17	0,11
Galenit	0,00	0,00	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Gesteinsbruchstücke	16,77	19,30	7,84	10,44	6,51	10,20	8,78	13,73	27,34	33,59
Ilmenit	5,36	3,37	16,64	16,80	27,58	9,38	27,83	11,59	2,46	0,98
Kassiterit	0,07	0,00	0,14	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Korund	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,03	0,13	0,00	0,00
Monazit	0,13	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Mn-Oxid	0,75	0,97	0,12	1,22	0,34	0,26	0,26	0,01	1,12	0,92
Perowskit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pyrit	0,26	0,01	0,04	0,00	0,27	0,29	0,54	0,12	0,42	0,01
Pyroxen	2,10	0,90	0,97	0,12	4,59	4,81	1,85	1,58	0,51	0,10
Quarz	3,80	5,06	1,86	2,56	3,81	4,03	3,13	4,35	2,41	2,90
Siderite	0,00	0,55	0,26	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,11	0,00
Sphalerit	0,00	0,00	0,42	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinell	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stilpnomelan	0,64	1,43	0,17	0,92	0,40	1,03	0,44	0,89	0,20	0,68
Ti-Oxid	4,30	1,76	8,87	5,01	7,82	4,93	5,47	4,40	2,61	0,39
Titanit	6,81	4,49	5,46	5,14	13,57	12,23	13,52	15,11	1,67	0,73
Topas	0,02	0,18	0,00	0,28	0,13	0,51	0,21	0,00	0,00	0,00
Zeolith	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,28	0,03	0,03	0,00	0,04
Zirkon	0,43	0,00	0,69	0,34	0,44	0,00	0,15	0,00	0,59	0,00
Unbekannt	1,03	0,74	0,60	0,80	0,91	0,99	0,30	1,01	0,94	0,95

Tab. 5-9 Rohdaten der <250 μm und >250 - <500 μm Fraktion in Gew.-% (Teil 1)

Angaben in Gew.-%	W02		B01		H01		S01		Sa01	
	<250 μm	>250 -<500 μm								
Feldspäte	4,52	8,57	4,18	4,40	2,05	5,99	5,34	5,40	6,52	6,80
Granat	19,89	23,97	7,64	9,82	11,84	17,09	8,36	7,73	21,30	26,87
Alumosilikat	1,89	4,79	0,74	1,13	1,10	1,22	1,73	1,34	1,13	3,13
Amphibol	8,84	13,32	4,18	2,99	5,22	7,35	3,71	1,84	7,05	8,85
Anthropogen	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Apatit	0,34	0,59	0,22	0,44	0,50	1,24	0,43	0,08	0,54	0,77
Baryt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,42
Beryll	0,03	0,01	0,04	0,07	0,01	0,02	0,15	0,30	0,00	0,07
Calcite	0,09	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00
Chlorit	0,23	0,18	0,97	1,49	0,29	0,63	0,10	0,35	0,09	0,13
Chromite	0,42	0,00	0,00	0,00	0,10	0,22	0,40	0,00	0,78	0,18
Cordierite	1,17	1,79	0,23	0,52	0,39	0,60	0,58	0,70	0,15	1,01
Diopsid	0,00	0,47	0,61	0,44	0,11	0,22	0,08	0,10	0,00	0,18
Dolomit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Epidot	0,56	0,16	0,10	0,33	0,30	0,43	0,02	0,24	0,40	0,19
Fe-Oxid	7,52	17,96	37,17	51,83	11,00	33,78	30,96	50,71	15,67	18,11
Fluorit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Galenit	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesteinsbruchstücke	0,85	1,97	4,52	7,07	1,73	4,24	5,95	12,00	0,69	1,64
Ilmenit	24,66	3,89	17,05	6,58	35,80	9,96	20,06	6,19	21,69	8,33
Kassiterit	0,15	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00
Korund	0,15	0,02	0,02	0,28	0,01	0,00	0,09	0,20	0,44	0,08
Monazit	0,57	0,00	0,16	0,00	0,39	0,08	0,44	0,00	0,31	0,07
Mn-Oxid	1,07	0,03	0,13	0,08	1,80	0,47	1,58	0,71	2,71	1,33
Perowskit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Pyrit	0,10	0,00	0,15	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,41
Pyroxen	2,06	4,75	5,92	2,10	1,76	3,08	0,14	0,29	0,93	1,27
Quarz	1,31	3,09	0,81	1,94	0,26	1,17	2,08	2,97	0,55	1,39
Siderit	0,00	0,12	0,00	0,17	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
Sphalerit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinell	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03
Stilpnomelan	0,07	0,54	0,43	0,31	0,13	0,25	0,63	1,20	0,12	0,08
Ti-Oxid	13,03	2,44	4,48	1,14	11,83	1,58	12,11	4,66	8,72	6,55
Titanit	0,92	1,27	8,00	5,93	4,48	8,55	2,21	2,05	1,63	1,27
Topas	1,09	8,90	0,15	0,23	0,03	0,73	0,03	0,02	1,21	6,97
Zeolith	0,04	0,29	0,05	0,01	0,00	0,05	0,08	0,05	0,00	0,01
Zirkon	7,73	0,13	1,59	0,04	7,88	0,07	2,28	0,14	5,43	3,07
Unbekannt	0,61	0,72	0,37	0,30	0,72	0,89	0,39	0,55	0,15	0,66

Tab. 5-10 Rohdaten der <250 μm und >250 - <500 μm Fraktion in Gew.-% (Teil 2)

durch den Einfluss des Ramberg- und Brocken-Plutons, sowie durch den geringeren Anteil der Grauwacken/Schiefer in der Selke, Bode und Holteme zunehmen.

Die Wipper ist gekennzeichnet durch eine gewisse Schwermineralarmut und sehr hohe Anteil an Fe-Oxiden sowie Gesteinsbruchstücken. Die Eine sticht im Wesentlichen durch ihre Titanitgehalte heraus, wobei hier unklar ist, ob diese Signatur anthropogen bedingt ist. Die Seifengoldführung konnte in einer Vielzahl der

untersuchten Flüsse nachgewiesen werden. Diese taugt jedoch nicht für die weitere Differenzierung, da die Gehalte nicht spezifisch genug ausgebildet sind. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen scheint es, dass sich der Schwermineraleintrag des Nordharzer Flusssystemes über die Bode und Wipper sich nicht auf das Schwermineralspektrum der Saale durchpaust. Für eine weitere Verifizierung der Ergebnisse sollten die hier untersuchten Flusssedimente durch weitere Probenahmeaktionen räumlich engermaschiger analysiert werden.

Literatur und Quellen

- ALLENBERG, A., WOLF, D., ANDERSEN, J., ROLLINSON, G., BORG, G., PRÄGER, R., & STEDINGK, K. (2012): Untersuchung der Schwermineralspektren in Terrassenablagerungen der Elbe, Saale und Weißen Elster (Sachsen-Anhalt). – in Rohstoffbericht 2012 - Mineralische und energetische Bodenschätze in Sachsen-Anhalt – Sachstand und neue Nutzungswege, Mitt. z. Geologie und Bergwesen von Sachsen-Anhalt, Band 17, S. 37-64, Halle (Saale).
- BACHMANN, G. H., EHLING, B. C., EICHNER, R., & SCHWAB, M. (2008): Geologie von Sachsen-Anhalt, 175 Abb.en, 54 Tab.n, 689 S.
- BOENIGK, W. (1983): Schwermineralanalyse. 77 Abb., 4 Tafeln, 8 Tab., 158 S.
- BOMBIEN, H. (1987): Geologisch-petrographische Untersuchungen zur quartären (früh-Saale-zeitlichen) Flußgeschichte im nördlichen Harzvorland. Mitteilungen aus dem Geologischen Institut der Universität Hannover 26, 131 S.
- TISCHENDORF, G. (1959): Zur Genesis einiger Selenidvorkommen, insbesondere von Tilkerode im Harz. Freiburger Forschungshefte C 69, 168 S.
- WEYMANN, H. J. (2004): Die mittelpleistozäne Flußentwicklung im nordöstlichen Harzvorland Petrographie, Terrassenstratigraphie. Institut für Geologie und Paläontologie 2004, Geologische Beiträge Hannover 6, 116 S.
- WOSKOWSKI, J. (2022): Charakterisierung der Schwermineralverteilung der Nordharzer Flusssedimente. Masterarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 77 S., unveröffentlicht.

5.2. Karbonatitgänge des Ultramafit-Karbonatit-Komplex Delitzsch in Sachsen-Anhalt und ihr rohstoffwirtschaftliches Potenzial

DR. CHRISTIAN MARIEN

5.2.1 Einleitung

Karbonatite sind seltene Gesteine und selbst für einen erfahrenen Geologen kein alltäglicher Anblick. Aus petrologischer Sicht sind Karbonatite durch eine spezielle mineralogische Zusammensetzung und Geochemie gekennzeichnet. Sie besitzen von allen magmatischen Gesteinen den höchsten Gehalt an **Seltenen Erdelementen** (SEE) (CULLERS und GRAF 1984), die als strategischer Rohstoff für die Umstellung auf eine nachhaltige Energieversorgung mit erneuerbaren Energien erforderlich sind. Das Landesamt für Geologie und Bergwesen in Sachsen-Anhalt (LAGB) hat aus diesem Grund in Kooperation mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mehrere Projekte ins Leben gerufen (u. a. Uhde 2011; Marien und Borg 2011), die, basierend auf älteren zum Teil unveröffentlichten Berichten (Gruner 1990) und unter Zuhilfenahme neuerer Technologien (ICP-MS, Niton XI3), den Ultramafit-Karbonatit-Komplex Delitzsch wissenschaftlich neu betrachten sollten.

5.2.2 Ökonomische Bedeutung von Karbonatitkomplexen und wissenschaftliche Fragen

Eine ökonomische Einstufung und detaillierte mineralogische Bearbeitung des Ultramafit-Karbonatit-Komplex Delitzsch (UKK-Delitzsch) ist aus zweierlei Gründen von hohem Interesse. Zum einen sind Karbonatite und ultramafische Lamprophyre, die im UKK-Delitzsch anzutreffen sind, wegen ihrer hohen Konzentration an strategischen Rohstoffen von ökonomischer Bedeutung, und zum anderen bergen dieselben Lithotypen ein großes wissenschaftliches Potential hinsichtlich ihrer Genese. Neben den relativ hohen Konzentrationen an SEE, verfügen Karbonatite auch über hohe Gehalte an Nb und P (Cullers & Graf 1984). Karbonatit-Komplexe wie Araxá und Catalão (Brasilien), Phalaborwa (Südafrika) und Karbonatit assoziierte Vererzungen wie Bayan Obo (China) sind die Hauptlieferanten für die leichten SEE und/oder Nb und verfügen zusätzlich über bedeutende Vorkommen von Cu, Ti, Baryt, Fluorit, Vermiculit, Sr, V, Th und U (CORDEIRO et al. 2011; GROVES & VIELREICHER 2001; MARIANO 1989; SMITH et al. 2015). Als SEE wird eine Gruppe von Metallen (Lanthanoide + Y + Sc) bezeichnet, die entscheidend für die Herstellung einer ganzen Reihe von Hochtechnologie-Produkten sind. Nd-Fe-B Magnete für Windkraftanlagen und Elektroautos und der Einsatz von SEE in Katalysatoren (CHARALAMPIDES et

al. 2015) verdeutlichen die strategische Bedeutung von SEE als Zukunftstechnologie in erneuerbaren Energien. Im Jahre 2016 wurde ein Anstieg im Bedarf von Nd bis 2035 auf das doppelte des Verbrauchs von 2013 prognostiziert (MARSCHIEDER-WEIDEMANN et al. 2016). China ist der Hauptproduzent und Konsument von SEE weltweit. Die Monopolstellung des chinesischen SEE Abbaus in Kombination mit der wirtschaftlichen Bedeutung von SEE für die Hochtechnologie-Industrie Deutschlands veranlasste die BRD, SEE als kritische Rohstoffe mit höchstem Preis- und Lieferisiko einzustufen (DERA 2017) – die EU kommt zu einer ähnlichen Einschätzung und klassifiziert SEE als „critical raw material“ (European Commission 2014). Ein besseres Verständnis des SEE-Potentials ist demnach sowohl aus wirtschaftlicher als auch strategischer Perspektive sinnvoll.

Karbonatite werden dabei nach der International Union of Geological Sciences als magmatische Gesteine mit mindestens 50 Vol-% Karbonat-Anteil definiert (LE MATRE et al. 2002). Weltweit wurden 527 Vorkommen von diesem Gesteinstyp nachgewiesen, wobei 5 dieser Vorkommen sich in der Bundesrepublik Deutschland befinden (WOOLLEY & KJARSGAARD 2008a). Karbonatite und ultramafische Gesteine sind petrologische Exoten und ihre Bildungsbedingungen sind bis heute nur unzureichend geklärt. Sogar die Ansprache eines Karbonatits sensu stricto (after MITCHELL 2005) ist nicht trivial. Durch Rekristallisation von magmatischen Karbonaten, während plastischer subsolidus Verformung, deutlicher Alteration oder durch Lösung und anschließender Wiederausfällung, kann die primär magmatische Textur unkenntlich gemacht werden und der von hydrothermalen Calcit-Adern und metasedimentären Karbonaten stark ähneln (BARKER 1989). Es kann dadurch zu einer Umverteilung oder sogar Anreicherung von SEE in Sekundärphasen kommen. Für eine zweifelsfreie Ansprache eines Karbonatits müssen neben dem Karbonatgehalt die assoziierten magmatischen Gesteine (Klanteilung von Mitchell 2005), die Ausbildung von Feniten, Mineralogie, Spuren- und Isotopelementzusammensetzungen ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Der vorliegende Artikel basiert größtenteils auf der Masterarbeit von MARIEN (2014) und gibt einen Überblick über die Mineralogie und Geochemie ausgewählter Karbonatitgänge des sachsen-anhaltischen Teils des UKK-Delitzsch, um die Ansprache eines Karbonatits sensu stricto zu belegen und das ökonomische Potential auf Basis der Mineralogie einzustufen.

5.2.3 Geologischer Rahmen, Erkundungs- und Untersuchungsgeschichte

Der UKK-Delitzsch befindet sich an der Grenze zwischen den Bundesländern Sachsen und Sachsen-Anhalt, circa 25 km östlich von Halle (Saale) und 20 km nördlich von Leipzig. Geologisch betrachtet befindet

sich der UKK-Delitzsch auf dem Südrand der Mitteldeutschen Kristallinzone (MKZ) (Abb. 5.2-1). Die MKZ ist eine NE-SW streichende Grundgebirgseinheit aus dem Variszikum und wird als Teil der Suture-Zone des Rheischen Ozeans interpretiert, die wiederum aus der Kollision zwischen Avalonia und Saxothuringia hervorgegangen ist (NANCE & LINNEMANN 2008). Im Bereich des

UKK-Delitzsch ist die MKZ von bis zu 120 m mächtigen känozoischen Sedimenten bedeckt (STANDKE 1995) und besteht aus paläozoischen Sedimentgesteinen, die auf einem cadomischen Basement abgelagert wurden (KRÜGER et al. 2013). Südöstlich des UKK-Delitzsch schließt sich der Intrusivkomplex Delitzsch an, der aus älteren Dioriten und jüngeren Granitoiden besteht. Die

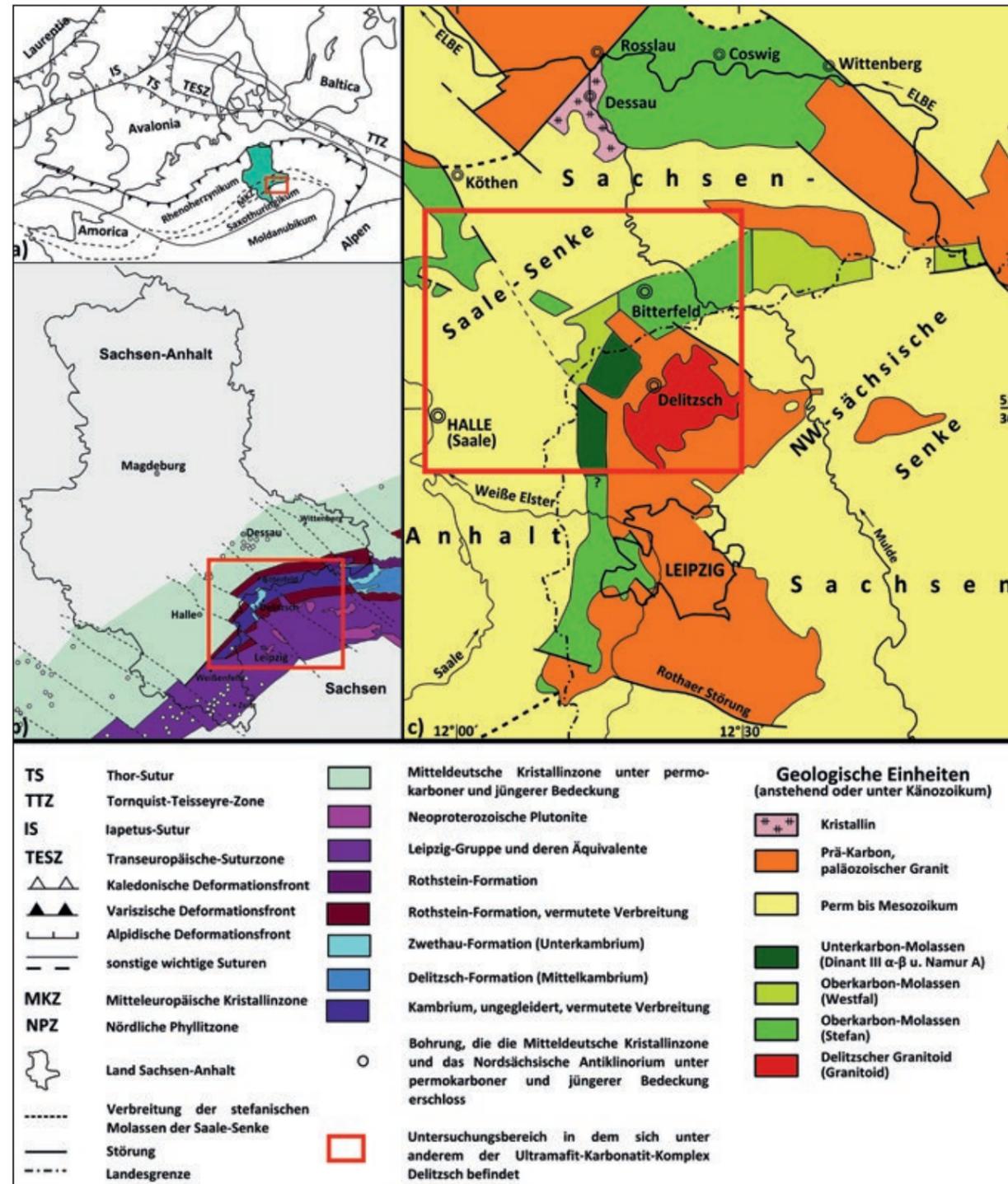


Abb. 5.2-1 a) Regionalgeologische und plattentektonische Gliederung des Grundgebirges von Mitteleuropa. Sachsen-Anhalt und UKK-Delitzsch sind hervorgehoben (nach BACHMANN & SCHWAB 2008). b) Regionalgeologische und plattentektonische Gliederung des Grundgebirges von Sachsen-Anhalt (nach BACHMANN & SCHWAB 2008). c) Geologische Übersicht im Raum Delitzsch (nach WOLF et al. 2008).

Inplatznahme begann vor ca. 292 ± 10 Mio. Jahren und endete vor ca. 237 ± 1 Mio. Jahren (WALTER & SCHNEIDER 2008). Im Bereich des UKK-Delitzsch und des Intrusivkomplexes Delitzsch kommt es zur Kreuzung zweier überregionaler Störungszonen, der E-W streichenden Delitzsch-Doberlug Synklinalzone und der N-S streichenden, langlebigen, seismisch aktiven Bruchzone Regensburg-Leipzig-Rostock. Im Laufe der Erdgeschichte wurden diese bei der variszischen Orogenese angelegten Strukturen mehrfach reaktiviert – z. B. während des Oslo-Rifts, der Öffnung des Atlantiks und bei der alpidischen Orogenese. WAGNER et al. (1997) sieht in der tektonischen Reaktivierung der Störungszone die Ursache für die Horst- und Grabenstruktur im Raume Delitzsch (Bitterfelder Horst, Kyhnaer Horst). Während der Kreidezeit kam es zur Intrusion des UKK-Delitzsch in die paläozoischen Gesteine der Horst- und Grabenstruktur im Raume Delitzsch. Die ersten Anzeichen für das Vorhandensein eines größeren Intrusivkörpers erkannte MEISSNER (1967).

Die SDAG Wismut explorierte in den 1970er und 80er auf Uran und bestätigte u. a. das Vorkommen von SEE-, Nb- und einer W-Mineralisationen. Im Laufe der Explorationsarbeiten wurden über 500 Bohrungen im Bereich des Komplexes abgeteuft, Obwohl einige der Bohrungen eine Teufe von bis zu 1100 m erreichten, konnte das plutonische Stockwerk des Komplexes nicht erschlossen werden. Die subvulkanischen Gesteine des Komplexes, die in Form von Gängen und Eruptivbrekzien angetroffen wurden, weisen auf eine Minimalausdehnung von ca. 400 km² hin (EHLING et al. 2008). Dabei ist jedoch zu beachten, dass tiefe Bohrungen in angrenzenden Braunkohlentagebauen nicht durchgeführt wurden. Die tatsächliche Ausdehnung des UKK-Delitzsch könnte somit noch größer sein. Die subvulkanischen Gesteine des Delitzsch-Komplexes sind in erster Linie gangförmig. Im zentralen Teil des Komplexes finden sich jedoch Anzeichen auf mindestens zwei größere karbonatitische Intrusivbrekzienkörper, Serbitz und Storkwitz (Abb. 5.2-2), welche sich auf dem sächsischen Teil des Komplexes befinden und allgemein als Diatremstrukturen interpretiert werden (RÖLLIG et al. 1990, SEIFERT et al. 2000). Die Diatremstruktur Storkwitz erfuhr aufgrund seiner erhöhten Konzentration an SEE und Nb wiederkehrende ökonomische Beachtung. Zwischen 2007 bis 2015 besaß die Deutsche Rohstoff AG bzw. die Tochterfirma Ceritech AG ein Erlaubnisfeld, in dem sich unter anderem auch der Körper Storkwitz befand. Die Explorationsarbeiten wurden aufgrund mangelnder ökonomischer Rentabilität 2013 eingestellt.

Die Lithotypen des subvulkanischen Stockwerks des UKK-Delitzsch bestehen in erster Linie aus feinkörnigen Calcit-, Dolomit- und Ferro-Karbonatiten, Lamprophyren (Alnöit, Aillikit und Monchiquit) und Hybridgesteinen aus Lamprophyr und Karbonatit (RÖLLIG et al. 1990).

Hinweise auf das plutonische Stockwerk sind in Form von Xenolithen in den Subvulkaniten enthalten (Wasternack 2008). Dabei konnten ultramafische Mantelmagmatite, Fenite und grobkörnige Karbonatite angesprochen werden. Die Entstehung der unterschiedlichen Lithotypen fand laut RÖLLIG et al. (1995) in einem mehrphasigen Prozess statt. Die Hauptphase der subvulkanischen Intrusion wurde durch Altersbestimmung (U-Pb, Rb-Sr, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) an neuen geochemischen Daten auf 75 – 71 Mio. Jahren datiert (KRÜGER et al. 2013). Der relativ kurze Zeitraum der Intrusion steht im Gegensatz zu dem älteren bis dato ermittelten Alter von 110 – 70 Mio. Jahren (RÖLLIG et al. 1990).

UHDE (2011) und MARIEN (2014) evaluierten erneut einige auf dem Gebiet von Sachsen-Anhalt abgeteuft Bohrungen, die während der Wismut-Exploration grob charakterisiert und nur unzureichend in Hinblick auf eine potentielle SEE Mineralisation analysiert wurden und sich im Besitz des LAGB befinden. Nach Anwendung einer Reihe von Kriterien wie z. B. das Vorkommen eines bestimmten Lithotyps (Lamprophyr oder Eruptivbrekzie) wurden Teufenabschnitte ausgewählter Bohrungen näher untersucht. Für den vorliegenden Bericht wurden Proben aus der Bohrung Wis BAW 768/78 analysiert. Die dabei angesprochenen dolomitisch bis ankeritischen Karbonatitgängen weisen erhöhte Gehalte an SEE mit einer typischen relativen Anreicherung an leichten SEE auf. Zu beachten ist dabei eine potentielle Verdünnung der SEE Gehalte durch umgebendes Nebengestein (Mischprobe).

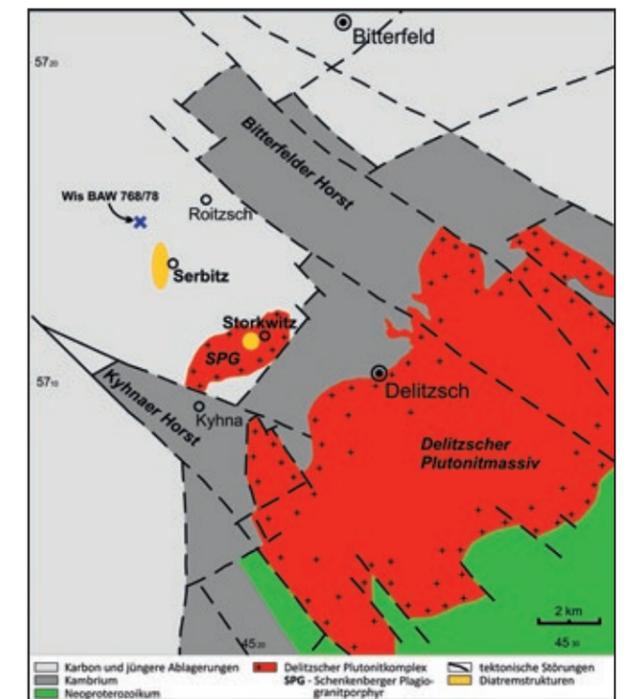


Abb. 5.2-2 Geologische Detailübersicht vom Raum Delitzsch (EHLING et al. 2008). Die in der Masterarbeit bearbeiteten Karbonatitproben stammen von der Bohrung Wis BAW 768/78, die durch ein blaues Kreuz in der Karte markiert ist.

5.2.4 Methodik

Die Bohrung Wis BAW 768/78 befindet sich im sachsen-anhaltischen Teil des UKK-Delitzsch und ist nicht Bestandteil der in Sachsen befindlichen Intrusivbrekzienkörper Serbitz und Storkwitz (Abb. 5.2-2). Die bearbeiteten Karbonatitproben stammen hauptsächlich aus einem Bohrkernabschnitt dieser Bohrung, welcher durch eine Kombination aus Literatur, Schichtenverzeichnissen, Referenzbohrungen und Kartenmaterial als SEE-Mineralisationshöfing identifiziert worden war. Insbesondere die Ansprache einiger Bohrkernabschnitte als Eruptivbrekzie diente als Indikator zum Auffinden von Karbonatitgängen, obwohl in den meisten Fällen hydrothermale Kalzitgänge die Brekzierung verursachten. Die in der Bohrung Wis BAW 768/78 gefundenen Karbonatite wurden im Schichtenverzeichnis ebenfalls als „Eruptivbrekzien“, die eine Reihe von Ganggesteinen mit einem sichtbaren und dominanten Anteil an Nebengestein besitzen, bezeichnet.

Die chemische Analyse einer karbonatitischen Referenzbohrung (GRUNER 1990) mit beschriebener SEE-Mineralisation mittels tragbarer RFA Niton XL3t konnte zwar keine SEE Gehalte nachweisen, ergab aber erhöhte Gehalte an Nb und Sr. Die Elemente Nb und Sr wurden daraufhin als Pfadfinder-Elemente herangezogen und dienten damit als Auswahlkriterium für eine SEE-Mineralisation. Gleichzeitig ermöglichte die Messung von Nb und Sr eine schnelle Unterscheidung zwischen hydrothermalen Kalzitgängen (Anreicherung an Sr) und magmatischen Karbonatitgängen (Anreicherung an Nd und Sr).

Die Bohrung Wis BAW 768/78 wurde zwischen den Orten Brehna und Roitzsch und ca. 1 km von der Diatremstruktur Serbitz entfernt abgeteuft und wies im Abschnitt 820,4 m bis 849,3 m Teufe in undeutlich geschichteten Konglomeraten und Sandsteinen der Klitschmar-Formation (BERGNER et al., 1978) eine hohe



Abb. 5.2-3 Das Bild zeigt einen frischen Anschnitt eines Karbonatitgangs der diskordant einen silifizierten Tuff durchschlägt. Der Kontakt zum Nebengestein ist scharf. Die Brekzierung des Tuffs ist in Teilen zu beobachten. – CM 1; Wis BAW 768/78 (MARIEN & BORG 2011)

Dichte an Eruptivbrekzien auf, welche für eine detaillierte Ansprache herangezogen wurden. Zusätzlich sind stellenweise mächtige karbonische Pyroklastite (Tuffbrekzien, Asche – und Lapillituffe) und Vulkanite anzutreffen (SCHWAB & EHLING 2008). Von denen dem Profil entnommenen 17 Proben wurden 11 als Karbonatite angesprochen. Die restlichen 6 Proben entfallen auf alteriertes Nebengestein (Pyroklastite) und Kluffüllungen (Quarz-Chlorit-Hämatit-Calcit). Eine anschließende massenspektrometrische Analyse der Proben bestätigte das Vorhandensein einer erhöhten SEE-Konzentration in den magmatischen Karbonatiten. Die Bestimmung und petrografische Beschreibung der dominierenden Mineralphasen erfolgte mit dem Polarisationsmikroskop, die der Haupt- und Nebenelemente mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA). Die Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung erlaubte eine Visualisierung, Elementkartierung mit Farbsensitivitätsabstufung verschiedener Elemente von größeren Bildausschnitten, und semi-quantitative EDX-Analysen.

5.2.5 Mesoskopie, Geochemie und Mineralogie der SEE-tragenden Gesteine und Mineralphasen

Die Gesteine bestehen hauptsächlich aus einer Mischung unterschiedlichster karbonischer Pyroklastite, die von zahlreichen Quarz- und Calcit-Adern durchzogen sind und zum Teil stark alteriert wurden. Die alterierten Bereiche weisen eine pastellfarbene, rötliche und grünliche Farbgebung auf, wurden aber aufgrund der niedrigen Gehalte an SEE nicht weiter mikroskopisch untersucht. Stellenweise werden die Pyroklastite von kretazischen Karbonatitgängen diskordant durchschlagen. Dabei kommt es zur Brekzierung des Nebengesteins (Abb. 5.2-3). Der Kontakt zwischen Karbonatit und Nebengestein ist dabei scharf ausgebildet. Eine Alteration des Nebengesteins durch den Karbonatit konnte ebenfalls beobachtet werden (Abb. 5.2-4). Die



Abb. 5.2-4 Das Bild eines angefeuchteten Bohrkerns zeigt die Brekzierung des dunklen Nebengesteins durch einen weißlichen Karbonatitgang. Zusätzlich kommt es dabei an den Rändern der Tonklasten zur kontaktmetamorphen Überprägung (Fenitisierung), was durch eine beige Färbung erkennbar wird

Mächtigkeit der Karbonatitgänge reicht von 1 mm bis > 50 mm. Im frischen Anschnitt zeigen die Karbonatite eine grauweisliche Färbung, die bei zunehmender Oxidation bräunlich verwittert (Abb. 5.2-3). Makroskopisch sind Phänokristalle mit einer Größe von 2 – 10 mm erkennbar, die sich hauptsächlich aus plattigen Phlogopiten zusammensetzen. Untergeordnet sind isometrische Magnetite zu finden. Neben den Phänokristallen heben sich auch weislich runde Aggregate von der restlichen Matrix ab. Hierbei handelt es sich um grobkristalline Calcit- und Dolomitxenolithe. Ein Großteil der Karbonatite weist eine Reihe von eckigen Hohlräumen auf. Die Form der Hohlräume deutet auf die Lösung von Phänokristallen als Ursache für die Hohlräumbildung hin. Der rostbraune Saum einiger Magnetite ist ein Indiz für die initiale Auflösung des Phänokristalls.

Die Bestimmung des modalen Mineralbestandes der beprobten Karbonatite war nur unzureichend durchführbar, da es sich ausschließlich um feinkristalline Ganggesteine mit zum Teil komplexen Verwachsungen der Karbonatspezies handelte. Aus diesem Grund wurde eine geochemische Klassifizierung angewandt. Der Großteil der 9 chemisch analysierten Karbonatitproben aus der Bohrung Wis BAW 768/78 11 liegt im Bereich des Ferrokarbonatits (Abb. 5.2-5).

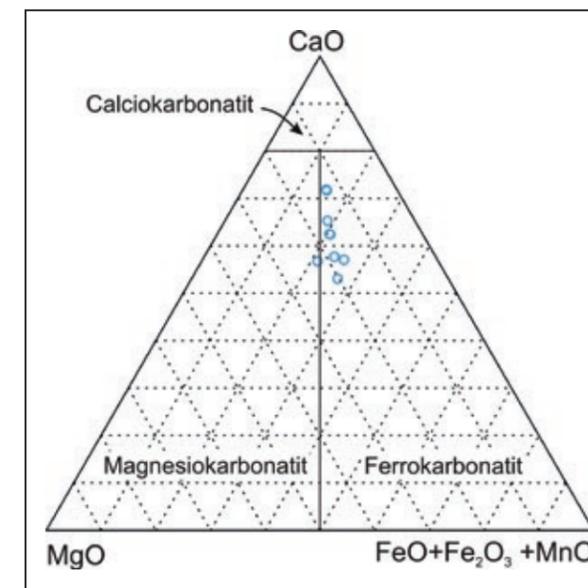


Abb. 5.2-5 Diagramm zur Klassifikation von Karbonatiten nach den Verhältnissen der Hauptelementoxide [m%] CaO – MgO – FeO, Fe₂O₃, MnO (WOOLLEY UND KEMPE 1989). Die Zusammensetzung der Karbonatitproben wird durch blaue Kreise angezeigt (n = 9)

Bei der Normalisierung der SEE-Gehalte der Karbonatitproben gegen die Chondrit-Zusammensetzung von McDONOUGH & SUN (1995), fällt eine deutliche Anreicherung der SEE in den Karbonatitproben (n=9) verglichen mit Lamprophyren (n=6) und alteriertem pyroklastischen Nebengestein (n=4) auf (Abb. 5.2-6). Die Anreicherung der einzelnen SEE ist jedoch sehr un-

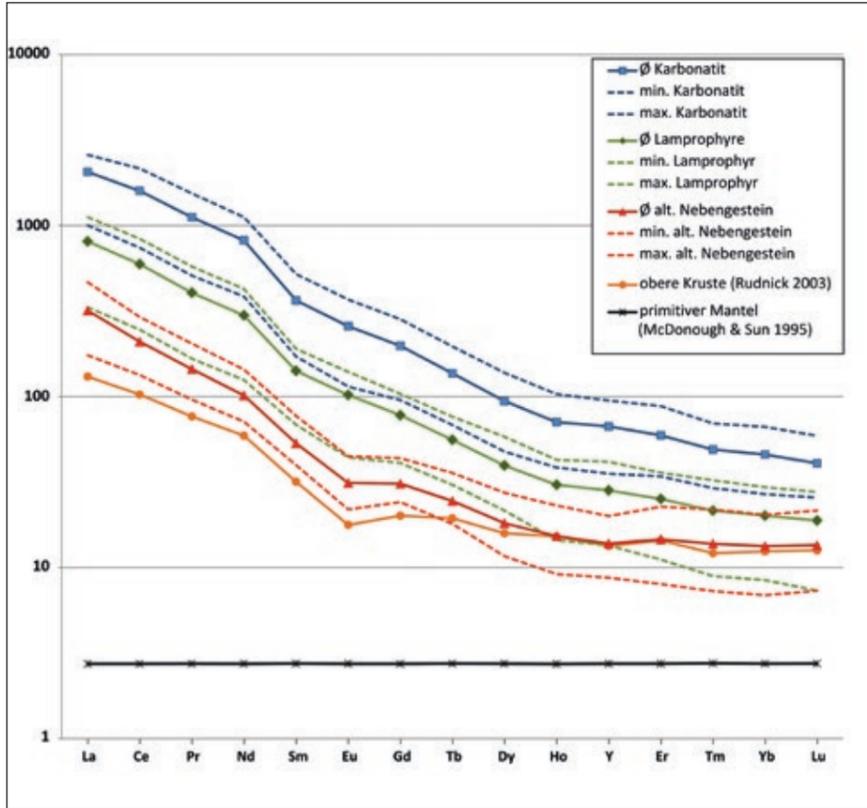
terschiedlich ausgeprägt und liegt bei den leichten SEE wesentlich höher als bei den schweren SEE.

Ausgewählte Proben (n=6) der Bohrung Wis BAW 768/78 wurden mithilfe des SEM analysiert und bearbeitet. Die folgenden Kapitel fassen die wichtigsten Eigenschaften der angesprochenen Mineralphasen zusammen (Tab. 5-11). Die Hauptgesteinsbildenden Minerale Ankerit, Fe-Dolomit und Fe-Mn-Dolomit als Mischkristallbildung zwischen Dolomit, Ankerit und Kutnahorit sind der Hauptbestandteil der Karbonatitgänge. Die Apatite in den beprobten Karbonatiten sind ausnahmslos Fluorapatite und bilden einen modalen Anteil von 5 – 10 %. Neben charakteristischen Phänokristallen, sind Apatite auch in kleineren Kristallgrößen vertreten (10 – 100µm). Die Mehrheit der Apatite zeigt, aufgrund von erhöhter Konzentration an SEE und Si, einen hellen Randbereich im Elektronen-Rückstrahlbild (BSE Bild). In den bearbeiteten Apatiten konnten SEE ausschließlich in der helleren Randzone nachgewiesen werden. Der gemessene Masseanteil von SEE liegt im Durchschnitt bei ca. 1 % und kann vereinzelt auf bis zu 3,5 % steigen, wobei Lanthan und Cer die höchsten Konzentrationen aufweisen. Die an SEE angereicherten Apatitränder sind bei allen Apatitgenerationen vertreten und deuten somit auf ein spät- oder postmagmatisches SEE-reiches Fluid hin.

Phlogopite konnten in der überwiegenden Anzahl an Proben nachgewiesen werden. Die Größe der einzelnen Phlogopitkristalle beträgt 1 – 2 mm. Sie verfügen meist über eine längliche, xenomorphe Form und weisen in der Regel eine leichte Krümmung auf. Gelegentlich sind auch idiomorphe pseudo-hexagonale Formen zu finden. Der Erhaltungszustand der Phlogopite ist unterschiedlich und reicht von leicht angewittert bis stark verwittert. Die Ränder einiger Phlogopite zeigen eine Anreicherung an Titan bei gleichzeitiger Verarmung von Magnesium.

Magnetit ist in allen Proben akzessorisch zu finden und bildet neben xenomorphen Aggregaten hauptsächlich idiomorphe Oktaeder und Rhombendodekaeder. Die Größe der Magnetite beträgt ca. 50 – 500 µm.

SEE-Fluorokarbonate konnten in allen bearbeiteten Karbonatitproben nachgewiesen werden. Der häufigste Vertreter ist Synchronit-(Ce), untergeordnet sind Röntgenit-(Ce) und Parisit-(Ce) zu finden. Die unterschiedlichen SEE-Fluorokarbonate sind syntaktisch miteinander verwachsen, was als eine typische Eigenschaft dieser Mineralgruppe gilt (MENG et al. 2002). Auf den ersten Blick scheinen die Synchronit-(Ce)-Kristalle eine feine nadelige Ausbildung aufzuweisen. In Wirklichkeit handelt es sich aber um sehr dünne plattige Kristalle die stets in Hohlräumen zu finden sind und entweder ein netzartiges Kristallgeflecht (Abb. 5.2-7; Abb. 5.2-8) ausbilden oder radialstrahlig von einem Punkt ausgehend in den Hohlraum hinein (Ausfüllungs-



pseudomorphose) wachsen. Synchysit-(Ce) ist häufig in Paragenese mit Pyrit, Nb-haltigem Ti-Oxiden (Abb. 5.2-9), Pyrochlor, Magnetit, Tonmineralen und Dolomit (Abb. 5.2-10) vorzufinden.

Pyrochlor konnte in allen bearbeiteten Proben nachgewiesen werden. SEE Gehalte konnten in einem Teil der Pyrochlore nachgewiesen werden. Die Größe der einzelnen Pyrochlorkristalle ist sehr variabel und reicht von 2 µm bis 500 µm, liegt durchschnittlich aber im Bereich von 5 bis 25 µm. Pyrochlore mit einer Größe < 50 µm bilden idiomorphe bis hypidiomorphe Oktaeder aus. Die Pyrochlorkristalle mit einer Größe von mehr als 50 µm sind xenomorph ausgebildet oder liegen als idiomorphe

Abb. 5.2-6 Durchschnittliche SEE-Gehalte der Karbonatitproben (n = 9) normalisiert gegen die SEE-Gehalte des Chondrit-Reservoirs von McDONOUGH & SUN (1995). Die gestrichelten Linien verdeutlichen jeweils die Ober- und Untergrenze der normalisierten SEE-Gehalte. Zur besseren Einordnung der normalisierten Karbonatitgerade wurden zusätzlich die SEE-Gehalte des primitiven Mantels (McDONOUGH & SUN 1995), der oberen Kruste (RUDNICK & GAO 2003) und der von MARIEN & BORG (2011) beprobten Lamprophyr- und alterierten pyroklastischen Nebengesteinsproben abgetragen

Probe	Karbonatit-Typ	Minerale				
		Teufe [m] SEE ₂ O ₃ + Y ₂ O ₃ [%]	Hauptanteil (>20 Vol.-%)	Neben- bis Hauptanteil (5-20 Vol.-%)	Akzessorisch bis Nebenanteil (1-5 Vol.-%)	Akzessorisch (<1 Vol.-%)
CM 1	Fe-Karbonatit 827,25 - 827,65 0,12	Dolomit-Ankerit	Apatit	Tonmineral	Synchysit-(Ce) Pyrochlor Zirkonolith-MG, TiO ₂	Kalifeldspat Baryt
CM 4	Fe-Karbonatit 836,72 - 836,84 0,23	Dolomit-Ankerit Calcit	Apatit	Pyrit TiO ₂ Kalifeldspat	Synchysit-(Ce) Pyrochlor Crandallit-MG Tonmineral, Quarz	Zirkonolith-MG Baddeleyit Baryt
CM 5	Fe-Karbonatit 837,63 - 837,93 0,28	Dolomit-Ankerit Calcit	Apatit	TiO ₂ Quarz Kalifeldspat	Pyrit, Tonmineral Synchysit-(Ce) Pyrochlor Crandallit-MG	Zirkonolith-MG Baryt
CM 6	Fe-Karbonatit 838,20 - 838,32 0,27	Dolomit-Ankerit Calcit	Apatit	Synchysit-(Ce) Pyrochlor TiO ₂ Quarz	Zirkonolith-MG Crandallit-MG Tonmineral Kalifeldspat	Magnetit Baddeleyit Monazit Baryt
CM 10	Fe-Karbonatit 844,54 - 844,86 0,35	Dolomit-Ankerit	Apatit Quarz	Magnetit Phlogopit Pyrochlor, Baddeleyit	TiO ₂	Synchysit-(Ce) Zirkonolith-MG Tonmineral, Baryt
CM 11	Fe-Karbonatit 845,55 - 845,77 0,32	Dolomit-Ankerit Fluorit	Apatit	Phlogopit Pyrochlor Quarz	Magnetit Zirkonolith-MG Kalifeldspat, TiO ₂	Pyrit, Baryt Synchysit-(Ce) Tonmineral Sphalerit, Coelestin

Tab. 5-11 Modaler Mineralbestand der Karbonatitproben. Zusätzlich sind die Teufe, der SEE-Gehalt und der jeweilige Anteil von Karbonatit an den geochemischen Proben angegeben. MG – Mineralgruppe

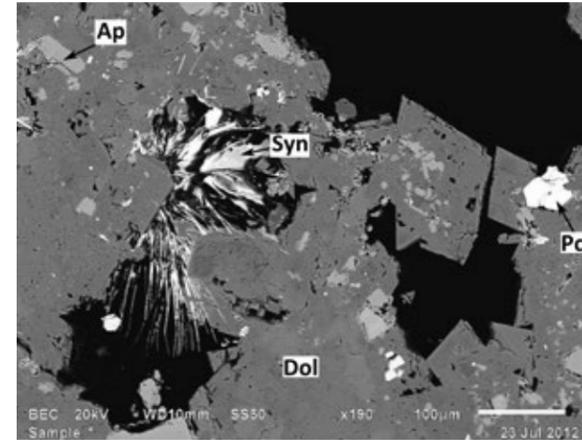


Abb. 5.2-7 Das Elektronen-Rückstrahlbild (BSE-Bild) zeigt eine Ansammlung von radial-strahlig in einem Hohlraum gewachsenen Synchysit-(Ce)-Kristallen. (CM4). Ap – Apatit, Dol – Dolomit, Pcl – Pyrochlor, Syn – Synchysit-(Ce).

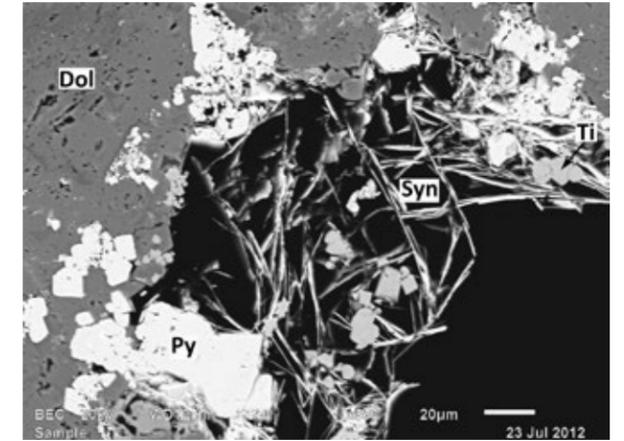


Abb. 5.2-8 Das Elektronen-Rückstrahlbild (BSE-Bild) zeigt einen Hohlraum (schwarz) der mit netzartig verzweigten Synchysit-(Ce)-Kristallen ausgefüllt ist (CM4). Dol – Dolomit, Ti – Nb-haltiges TiO₂, Py – Pyrit, Syn – Synchysit-(Ce)

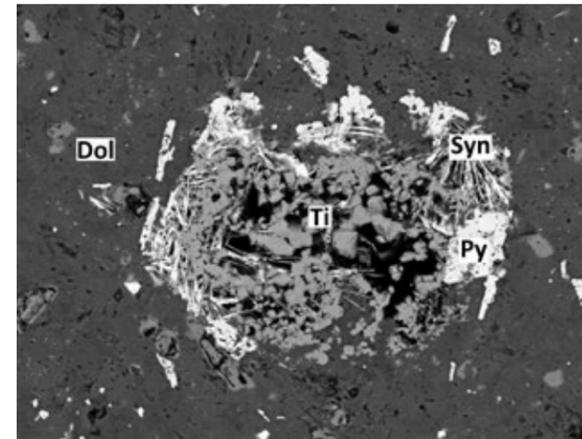


Abb. 5.2-9 Das Elektronen-Rückstrahlbild (BSE-Bild) zeigt Synchysit-(Ce) in enger Verwachsung mit Nb-haltigem TiO₂. Betrachtet man das komplette Mineralaggregat, zeichnet sich die Form eines ursprünglichen Minerals nach. (CM1). Dol – Dolomit, Py – Pyrit, Ti – Nb-haltiges TiO₂, Syn – Synchysit (Ce)

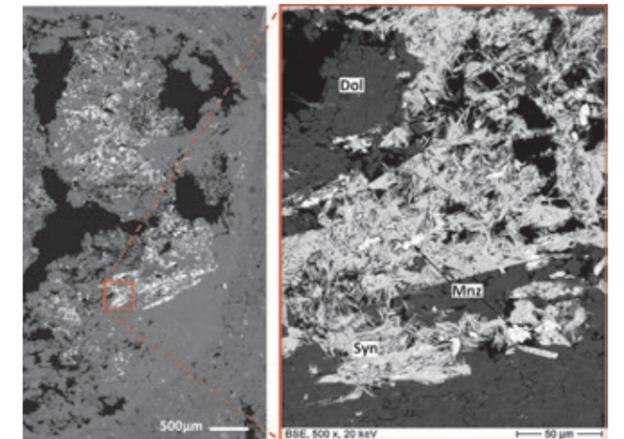


Abb. 5.2-10 Elektronen-Rückstrahlbild (BSE-Bild) eines Xenolithen (l. Bild), der einen ungewöhnlich hohen Anteil an Synchysit-(Ce) aufweist. Das Detailbild (r. Bild) zeigt Synchysit-(Ce) in enger Verwachsung mit Monazit (CM6). Dol – Dolomit, Mnz – Monazit, Syn – Synchysit-(Ce)

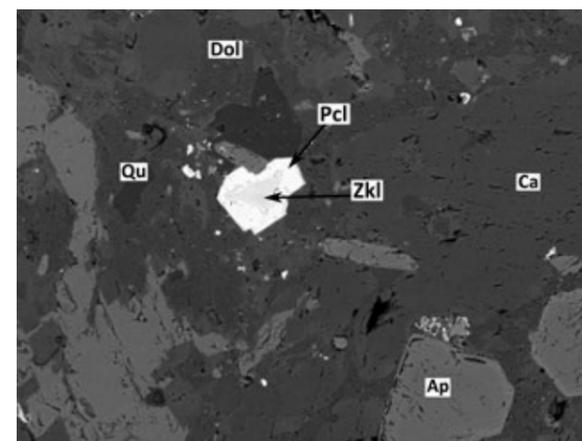


Abb. 5.2-11 Elektronen-Rückstrahlbild (BSE-Bild) eines Karbonatitgangs mit einer Pseudomorphose von Pyrochlor nach einem Zirkonolith-Gruppen-Mineral. Der Kern des Zirkonolithgruppenminerals ist reliktsch erhalten (CM 10). Ap – Apatit, Ca – Calcit, Dol – Dolomit, Pcl – Pyrochlor, Qu – Quarz, Zkl – Zirkonolith-Gruppen-Mineral

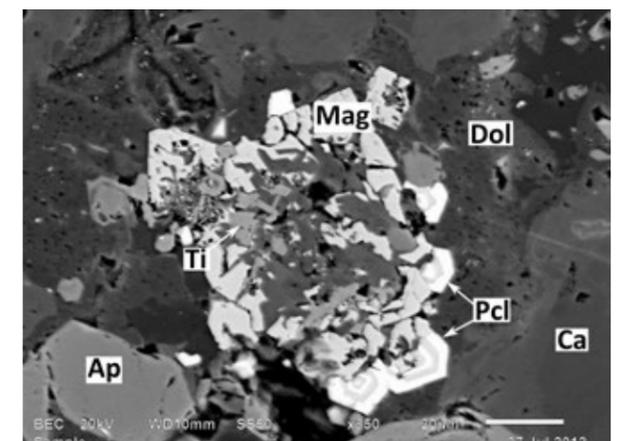


Abb. 5.2-12 Das Elektronen-Rückstrahlbild (BSE-Bild) zeigt mehrere idiomorph oszillierend zonierter Pyrochlore, die am äußeren Rand eines Magnetits aufgewachsen sind. Der hellere Grauton wird durch einen höheren Gehalt an SEE hervorgerufen (CM10). Ap – Apatit, Ca – Calcit, Dol – Dolomit, Pcl – Pyrochlor, Mag – Magnetit, Ti – TiO₂

Pseudomorphosen vor und sind gelegentlich auch in Xenolithen zu finden.

Neben den in der Matrix vorkommenden Pyrochloren gibt es eine Reihe von Mineralen (u. a. Baddeleyit, Minerale der Zirkonolith-Gruppe und Magnetit) die Anwachs- und Verdrängungssäume von Pyrochlor besitzen (Abb. 5.2-11; Abb. 5.2-12). Die Konzentration an SEE liegt im Durchschnitt bei 1,6 Mol-% mit einem Maximum von 3,0 Mol%. Große Pyrochlore ($> 50 \mu\text{m}$) weisen deutlich geringere Konzentrationen an SEE auf, als kleine Pyrochlore, Pyrochloranwachssäume (Abb. 5.2-12) oder Pyrochlorpseudomorphosen. Die Gehalte an SEE sind in den drei Gruppen nicht nur am höchsten, sondern auch sehr ähnlich.

Die Minerale der Zirkonolith-Gruppe (Zirkelit und Zirkonolith) konnten in allen bearbeiteten Proben nachgewiesen werden. Geringe Gehalte an SEE sind stellenweise nachweisbar. Die Größe der einzelnen Minerale der Zirkonolith-Gruppe schwankt von $10 \mu\text{m}$ bis $300 \mu\text{m}$ und liegt im Durchschnitt bei ca. $50 \mu\text{m}$. Die Minerale der Zirkonolith-Gruppe werden häufig randlich von Pyrochlor begrenzt durch Anwachs- oder Verdrängungssäume (Abb. 5.2-11). Die höchsten Gehalte an SEE bei den Mineralen der Zirkonolith-Gruppe liegen bei ca. 0,60 Mol-%.

Als akzessorisches Mineral tritt Baddeleyit auf, dessen Kristalle eine Größe von $5 \mu\text{m}$ bis $150 \mu\text{m}$ aufweisen und einen xenomorphen bis idiomorphen Habitus zeigen. Zum Teil finden sich Baddeleyitkristalle, die randlich an Magnetite angewachsen sind und diese verdrängen. Ähnlich, wie bei den Mineralen der Zirkonolith-Gruppe, sind auch bei einigen wenigen Baddeleyiten Anwachs-säume von Pyrochlor erkennbar.

Das Crandallit-Gruppen-Mineral ist in der Regel in der Nähe, an Rissen und Rändern von Apatiten zu finden und verdrängt von dort aus Apatit, Dolomit und Calcit (Abb. 5.2-13). Dabei kommt es zur Bildung von sehr kleinen (ca. $1 \mu\text{m}$) idiomorphen Kristallen. Der Großteil der Crandallit-Gruppen-Mineralen ist jedoch in Form von xenomorphen, teils rundlichen Aggregaten anzutreffen. Die SEE-Gehalte steigen im Schnitt mit zunehmenden Al-Gehalten und erreichen Maximalwerte von 0,38 Mol-%.

Pyrit ist in einem Teil der Karbonatitproben enthalten und bildet idiomorphe bis hypidiomorphe würfelige Kristalle aus. Die Größe der einzelnen Kristalle liegt bei ca. 10 bis $50 \mu\text{m}$ (Abb. 5.2-8). Pyritaggregate hingegen können bis zu $500 \mu\text{m}$ Größe erreichen. Pyrite kommen häufig in einer Paragenese mit TiO_2 , Dolomit und SEE-Fluorokarbonat vor und werden gelegentlich auch von TiO_2 -Mineralen verdrängt. Ein Großteil der Pyrite bildet zusammen mit den TiO_2 -Mineralen die Umrisse von größeren idiomorphen weggelösten Kristallen nach (Abb. 5.2-9).

TiO_2 kommt in den drei Modifikationen Anatas, Brookit und Rutil vor. Ti-oxide kommen häufig in den untersuchten Karbonatitproben vor und sind meist an Hohlräumen und Risse zu finden. Dabei sind Ti-oxide mit anderen Mineralen wie Synchronit(Ce) und Pyrit verwachsen (Abb. 5.2-8). Neben den Hauptbestandteilen Ti und O sind geringere Mengen von Fe, Ca, Si und Nb in den Ti-Mineralen eingebaut. Die Niob-Gehalte erreichen Konzentrationen von 1,6 Mol-%. Einige der alterierten Titanomagnetite weisen TiO_2 -Minerale als Alterationsprodukt auf und bezeugen somit die Entstehung eines Teils der TiO_2 -Minerale aus dem Zerfall von Titanomagnetit (Abb. 5.2-12).

Der Anteil von Fluorit in den Gesteinsproben variiert stark von 0,5 – 20 % ist, aber in der Regel < 1 %. Fluorit kommt in Form von xenomorphen Aggregaten und idiomorphen Kristallen vor, wobei eine Verwachsung mit Synchronit(Ce) gelegentlich zu beobachten ist und eine lila Färbung des Fluorits hervorruft. Fluorit ist häufig eng mit SEE-Mineralen assoziiert und gilt mitunter selbst als Träger von SEE (GIERÉ 1996). Fluorit konnte ebenfalls als Bestandteil eines Calcitxenolithen detektiert werden.

Quarz ist akzessorisch in allen Proben nachgewiesen worden und kommt meistens als Zwickelfüllung zwischen Karbonatmineralen vor. Kalifeldspat ist in Teilen der Karbonatitproben anzutreffen und kommt sowohl in Hohlräumen, als auch in der Matrix vor. Kalifeldspat ist dabei häufig in enger Verwachsung mit Quarz und Dolomit zu finden. Tonminerale kommen als xenomorphe, tafelige Kristalle vor, die in Schichtpaketen aufeinander gestapelt Hohlräume im Karbonatitgestein ausfüllen. Basierend auf dem Al/Si Verhältnis von ca. 1 kann man auf einen Vertreter der Kaolinit-Gruppe (z. B. Kaolinit und Halloysit) schließen. Die Tonminerale sind dabei mit Mineralen wie Synchronit(Ce), Ti-oxid, Dolomit und Kalifeldspat vergesellschaftet, die sämtlich in Teilen eine hydrothermale Genese aufweisen.

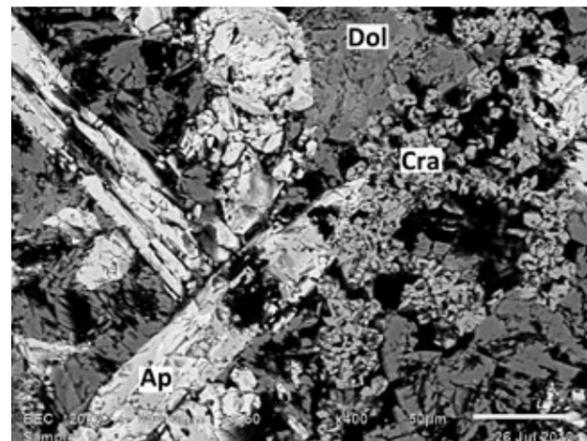


Abb. 5.2-13 Das Elektronen-Rückstrahlbild (BSE-Bild) zeigt eine Ansammlung von idiomorphen bis hypidiomorphen Crandallit-Gruppen-Mineralen in unmittelbarer Nähe von leicht alterierten Apatiten (CM-6) Ap – Apatit, Cra – Crandallit-Gruppen-Mineral, Dol – Dolomit

Sample	Anteil an Nebengestein [Vol-%]	SEE ₂ O ₃ + Y ₂ O ₃ [m%]	P [m%]	F [m%]	Zr ppm	Nb Ppm
CM 1	ca. 60 – 70	0,12	1,22	-	335	268
CM 4	ca. 40 – 50	0,23	2,22	-	352	609
CM 5	-	0,28	3,66	-	531	1072
CM 6	-	0,27	3,50	-	492	874
CM 10	-	0,35	5,62	0,98	829	616
CM 11	-	0,32	4,53	0,99	585	776

Tab. 5-12 Konzentration für ausgewählte Elemente für die bearbeiteten Karbonatitproben aus der Bohrung Wis BAW 768/78

Grob ist eine Einteilung der Minerale der Karbonatitproben in zwei Gruppen denkbar: Primär magmatisch gebildete Minerale: Apatit, Titanomagnetit, Phlogopit, Baddeleyit, Pyrochlor und Karbonate. Sekundär hydrothermal gebildete Minerale: Minerale der Crandallit-Gruppe, Pyrit, Ti-Oxide, Synchronit(Ce), Tonminerale, Quarz, Fluorit und jüngere Generationen von Pyrochlor und Apatit.

Die Karbonatitproben, die intensiv hydrothermal überprägt wurden, zeigen einen deutlich höheren Anteil an SEE-Mineralen (Synchronit-Ce). Interessanterweise korreliert der Anteil an SEE-Mineralen nicht mit dem Gehalt an SEE in der Gesamtprobe, was darauf hindeutet, dass die SEE bei den Karbonatiten mit wenigen SEE-Mineralen höchstwahrscheinlich in Karbonat und Apatit eingebaut sind. Die hydrothermale Überprägung bewirkte eine Mobilisierung der SEE aus den gesteinsbildenden Mineralen (Apatit und Karbonaten). Die anschließende Wiederausfällung der SEE erfolgt in Form von diskreten SEE-Mineralen wie Synchronit-Ce, die zwar höhere Konzentration an SEE aufweisen, durch ihr akzessorisches Vorkommen jedoch zu einer ähnlichen Gesamtkonzentration an SEE in den Karbonatitproben führen. Junge Generationen von Apatiten und Pyrochloren deuten auf einen ähnlichen Lösung- und Wiederausfällungsvorgang hin. Ein vergleichbarer Prozess wurde unter dem Begriff der Autometasomose bereits für die Neubildung von Calcit und Verdrängung älterer Karbonatminerale innerhalb des Intrusivbrekzienkörpers Storkwitz diskutiert (WASTERNAK 1990).

5.2.6 SEE Gehalt und SEE-Mineralisation der Karbonatite

Unter Berücksichtigung des Nebengesteinsanteils ergibt sich für die 6 Karbonatitproben ein Gehalt an $\text{SEE}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ von 0,27 % bis ca. 0,35 % (Tab. 5-12). Die Gehalte an $\text{SEE}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ sind im Vergleich zu anderen Gesteinen deutlich angereichert, was typisch für Karbonatite ist. Der Durchschnittsgehalt von Calcitkarbonatit nach WOLLEY & KEMPE (1989) liegt mit 0,45 % über den Ge-

halten der gemessenen Karbonatitproben der Bohrung Wis BAW 768/78. Die Karbonatitproben weisen somit eine ähnliche bis geringere Konzentration an $\text{SEE}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ als der durchschnittliche Calcitkarbonatit auf. Die nur auf einer sehr kleinen Probenanzahl beruhenden Durchschnittsgehalte an $\text{SEE}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ für Magnesio- und Ferrokarbonatite (0,50 % und 1,24 %) liegen etwas mehr bis deutlich über den Gehalten der Karbonatitproben (WOLLEY & KEMPE 1989).

Die bei Karbonatiten überdurchschnittlich hohen Gehalte an LILEs und HFSEs erreichen gelegentlich Konzentrationen von wirtschaftlicher Bedeutung. Von den 527 ausgewiesenen Karbonatitvorkommen fallen 102 der Karbonatite in die Kategorie der ökonomisch relevanten Karbonatite, d. h. sie wurden abgebaut, werden abgebaut oder die Gehalte und Tonnagen von Rohstoffen wurden bereits nach einem internationalen Standard bestimmt (WOLLEY & KJARSGAARD 2008a). Laut den Daten von WOLLEY & KJARSGAARD (2008b) wurden lediglich bei 18 dieser Karbonatite SEE gewonnen, wobei bei der Hälfte der Vorkommen die SEE nur als Nebenprodukt anfielen. Nach BERGER et al. (2009) gibt es 60 Karbonatitvorkommen von denen SEE abgebaut wurden/werden oder unter den bestmöglichen Voraussetzungen abgebaut werden könnten (Abb. 5.2-14). Ca. 50 % der betrachteten Karbonatitvorkommen weisen einen höheren Gehalt an SEE_2O_3 auf, als die bearbeiteten Karbonatitproben. Berücksichtigt man ausschließlich die Karbonatite, bei denen SEE als Hauptrohstoff eingestuft werden, liegt dieser Anteil sogar bei 80 %. Synchronit(Ce) ist nach Monazit und Bastnäsit das häufigste SEE-Mineral in Karbonatiten (Berger et al. 2009), wurde aber bis zum heutigen Tag noch nicht für einen SEE-Abbau herangezogen. Neben den SEE-Mineralen gibt es eine Reihe von SEE-haltigen Mineralen, die in den Karbonatitproben gefunden wurden u. a. Apatit, Crandallit-Gruppen-Mineralen, Pyrochlor und Minerale der Zirkonolith-Gruppe.

5.2.7 Weitere ökonomisch interessante Mineralisationen des Karbonatits

Obwohl Karbonatite in den letzten Jahren hauptsächlich wegen ihrer Gehalte an SEE in den Fokus der Exploration gerückt sind, besitzen Karbonatite eine Reihe von weiteren ökonomisch interessanten Rohstoffen. Unter den Rohstoffen die in Karbonatiten abgebaut wurden und werden sind P und Nb sogar häufiger vertreten als SEE. Neben P, Nb und SEE zählen auch Fe, Cu, Zr, Th, U, F, Fluorit, Vermiculit und Kalkstein zu den häufig geförderten Rohstoffen. Zusätzlich werden Nebenprodukte wie Ta, Ag, Au und PGEs verwertet (WOOLLEY & KJARSGAARD 2008a). Letztendlich ermöglicht der Vergleich mit anderen Karbonatiten und Lagerstätten eine bessere Einordnung der Karbonatitgänge der Bohrung WisBAW 768/78 in das Gesamtbild. Eine ökonomische Relevanz ist aufgrund der Tiefe, der geringen Tonnage und der geringen Untersuchungsdichte nicht gegeben. Speziell bei der Exploration nach SEE sind auch andere Faktoren, wie die Größe und Art der Minerale von entscheidender Bedeutung. Eine ökonomisch sinnvolle Aufbereitung ist nicht für jedes SEE-Mineral gegeben und supergene Mineralisationen mit hohen SEE-Gehalten von 1 – 3 % sind zwar nicht ungewöhnlich, können durch den feinkristallinen Charakter der supergenen Minerale aber für die Aufbereitung unbrauchbar sein (WALL & MARIANO 1996).

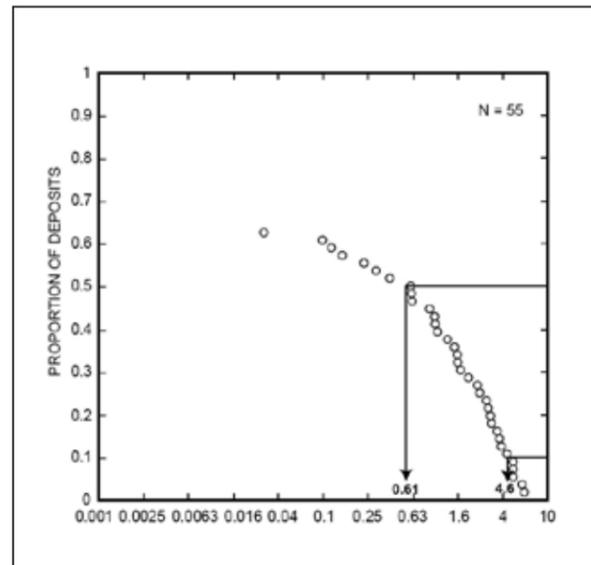


Abb. 5.2-14 Das Diagramm zeigt den kumulativen Anteil an SEE-Lagerstätten in Abhängigkeit des SEE-Gehaltes. Jeder Kreis symbolisiert eine Lagerstätte. Über SEE-Gehalte von Lagerstätten in denen SEE als Nebenprodukt abgebaut werden, lag keine Information vor. Deren Gehalte wurden mit 0 % in der Berechnung des Diagramms einbezogen. Die 50 und 10 Perzentile sind eingezeichnet (BERGER et al. 2009). Die bearbeiteten Karbonatitproben sind ebenfalls eingezeichnet (rote Kreise), gingen aber nicht in die Berechnung des kumulativen Anteils ein

5.2.8 Fazit und Ausblick

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die beschriebenen mineralogischen und geochemischen Eigenschaften eindeutig für die korrekte Ansprache der Ganggesteine des UKK von Delitzsch als Karbonatite sensu stricto sprechen. Eine Verwechslung mit ähnlichen karbonatreichen hydrothermalen Gängen aus der spätmagmatischen Phase eines felsischen Plutons gilt als ausgeschlossen. Die Karbonatitgänge zeigen eine mehrphasige petrologische Entwicklung, wobei die SEE-Mineralisation (SEE-Fluorokarbonate) in der hydrothermalen Phase gebildet wurde. Die SEE wurden während der hydrothermalen Überprägung der Karbonatitgänge höchst wahrscheinlich aus den Karbonatmineralen und/oder dem Apatit freigesetzt und lokal in Form von z. B. Synchysit-(Ce) wieder ausgefällt. Da es sich hierbei um eine lokale Umverteilung der SEE handelt, kam es zu keiner Erhöhung der Gesamt-SEE-Konzentrationen.

Das ökonomische Potential der karbonatitischen Gänge ist aufgrund der geringen Gehalte an SEE, P und Nb, der Tiefe und der geringen Tonnage derzeit nicht gegeben. Die Karbonatitgänge aus dem Ultramafit-Karbonatit-Komplex Delitzsch bergen jedoch weiteres wissenschaftliches Untersuchungspotenzial. Gesteine aus dem vulkanischen Stockwerk von Karbonatiten, die mit ultramafischen Lamprophyren in Verbindung stehen, sind eher selten und in wissenschaftlichen Publikationen unterrepräsentiert. Zukünftige Arbeiten in Form von Kathodenlumineszenz-Untersuchungen und Messungen der Fluideinschlüsse in Apatit und anderen Phänokristallen werden helfen, die magmatischen Prozesse die zur Entstehung des Karbonatit-Ultramafit-Komplex Delitzsch führten, besser zu verstehen.

Literatur und Quellen

- BACHMANN, G. H. SCHWAB, M. (2008), Regionalgeologische Entwicklung, in Bachmann, G. H., Ehling, B.-C., Eichner, R., and Schwab, M., eds., *Geologie von Sachsen-Anhalt*. Mit 54 Tab.n.: Stuttgart, Schweizerbart, p. 25-50.
- BARKER, D. S. (1989), Field Reactions of Carbonatites, in Bell, K., ed., *Carbonatites. Genesis and Evolution*. London, Unwin Hyman, p. 31.
- BERGER, V. I., SINGER, D. A., & ORRIS, G. J. (2009), Carbonatites of the world, explored deposits of Nb and REE--database and grade and tonnage models: U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1139.
- BERGNER, HELLWIG, & SCHMIDT (1978), Bohrloch Wis BAW 768/78. Bohrarchiv des Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, 2310. Schichtenverzeichnis.
- CHARALAMPIDES, G., VATALIS, K. I., APOSTOLOS, B., & PLOUTARCH-NIKOLAS, B. (2015): Rare Earth Elements: Industrial Applications and Economic Dependency of Europe.- *Procedia Economics and Finance*, v. 24, p. 126-135.
- CORDEIRO, P. F. D. O., BROD, J. A., PALMIERI, M., DE OLIVEIRA, C. G., BARBOSA, E. S. R., SANTOS, R. V., GASPAR, J. C., & ASSIS, L. C. (2011): The Catalão I niobium deposit, central Brazil: Resources, geology and pyrochlore chemistry.- *Ore Geology Reviews*, v. 41, no. 1, p. 112-121.
- CULLERS, R. L., GRAF J. L. (1984), Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: predominantly basic and ultrabasic rocks., in Henderson, P., ed., *Developments in Geochemistry*, Vol. 2: Rare earth element geochemistry, Volume 2: Amsterdam, Elsevier, p. 237-274.
- DERA (2017), DERA-Rohstoffliste 2016, in *Rohstoffe*, D. R. i. d. B. f. G. u., ed., Volume 32: Berlin, p. 116.
- EHLING, B.-C., RÖLLIG, G., & WASTERNAK, J. (2008), Ultramafit-Karbonatit-Komplex von Delitzsch, in Bachmann, G. H., Ehling, B.-C., Eichner, R., and Schwab, M., eds., *Geologie von Sachsen-Anhalt*. Mit 54 Tab.n.: Stuttgart, Schweizerbart, p. 264–266.
- European Commission (2014), Report on critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials, p. 41.
- GIERÉ, R. (1996), Formation of rare earth minerals in hydrothermal systems, in Jones, A. P., Wall, F., and Williams, C. T., eds., *Rare earth minerals. Chemistry, origin and ore deposits*: London, Chapman & Hall, p. 105–141.
- GROVES, D. I. VIELREICHER, N. M. (2001): The Phalabowra (Palabora) carbonatite-hosted magnetite-copper sulfide deposit, South Africa: an end-member of the iron-oxide copper-gold-rare earth element deposit group?- *Mineralium Deposita*, v. 36, no. 2, p. 189-194.
- GRUNER, B. (1990), Ultramafische und Alkalilamprophyre im Lamprophyr-Karbonatit-Komplex von Delitzsch.: Zentrales Geologisches Institut.
- KRÜGER, J. C., ROMER, R. L., & KÄMPF, H. (2013): Late Cretaceous ultramafic lamprophyres and carbonatites from the Delitzsch Complex, Germany.- *Chemical Geology*, v. 353, p. 140-150.
- LE MAITRE, R. W., STRECKEISEN, A., ZANETTIN, B., LE BAS, M. J., BONIN, B., & BATEMAN, P. (2002).
- MARIANO, A. (1989), Nature of economic mineralization in carbonatites and related rocks., in Bell, D. R., ed., *Carbonatites: genesis and evolution*: London, Unwin Hyman Ltd., p. 27.
- MARIEN, C. (2014), Mineralogische Charakterisierung von Karbonatitproben aus der Bohrung WisBAW 768/78 des Ultramafit-Karbonatit-Komplexes Delitzsch [Master of Science: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 119 p.
- MARIEN, C., BORG, G. (2011), Charakterisierung einer potentiellen SEE-Mineralisation in sachsen-anhaltischen Bohrkernen des Karbonatit-Ultramafit-Komplexes Delitzsch, unveröffentlichter Untersuchungsbericht des LAGB-ST.
- MARSCHIEDER-WEIDEMANN, F., LANGKAU, S., HUMMEN, T., ERDMANN, L., TERCERO ESPINOZA, L., ANGERER, G., MARWEDE, M., & BENECKE, S. (2016), *Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016*: Berlin, p. 353.
- MCDONOUGH, W. F. SUN, S.-S. (1995): The composition of the Earth.- *Chemical Geology*, v. 120, no. 3-4, p. 223–253.
- MEISSNER, B. (1967), Ergebnisbericht Kartierung Magnetanomalie Delitzsch., GFE Freiberg.
- MENG, D., WU, X., HAN, Y., & MENG, X. (2002): Polyttypism and microstructures of the mixed-layer member B2S, CaCe3(CO3)4F3 in the bastnaesite-(Ce)–synchysite-(Ce) series.- *Earth and Planetary Science Letters*, v. 203, no. 3-4, p. 817–828.
- MITCHELL, R. H. (2005): Carbonatites and Carbonatites and Carbonatites.- *The Canadian Mineralogist*, v. 43, no. 6, p. 2049-2068.
- NANCE, R. D., LINNEMANN, U. (2008): The Rheic Ocean: Origin, Evolution, and Significance.- *GSA Today*, v. 18, no. 12, p. 4.
- RÖLLIG, G., VIEHWEG, M., & REUTER, N. (1990): The ultramafic lamprophyres and carbonatites of Delitzsch/GDR.- *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, v. 36, p. 49–54.

- RÖLLIG, G., KAMPE, A., STEINBACH, V., EHLING, B.-C., & WASTERNAK, J. (1995): Der Untergrund des Mitteldeutschen Braunkohlereviere.- Zeitschrift für Geologische Wissenschaften, v. 23, p. 3–26.
- RUDNICK, R. L. & GAO, S. (2003): Composition of the Continental Crust.- Treatise on Geochemistry, v. 3, p. 1-64.
- SCHWAB, M., EHLING, B.-C. (2008), Karbon., in Bachmann, G. H., Ehling, B.-C., Eichner, R., and Schwab, M., eds., Geologie von Sachsen-Anhalt. Mit 54 Tab.n., Volume 4.7: Stuttgart, Schweizerbart, p. 110–143.
- SEIFERT, W., KÄMPF, H., & WASTERNAK, J. (2000). Compositional variation in apatite, phlogopite and other accessory minerals of the ultramafic Delitzsch complex, Germany: implication for cooling history of carbonatites. Lithos, 53(2), 81-100.
- SMITH, M. P., CAMPBELL, L. S., & KYNICKY, J. (2015): A review of the genesis of the world class Bayan Obo Fe–REE–Nb deposits, Inner Mongolia, China: Multistage processes and outstanding questions.- Ore Geology Reviews, v. 64, p. 459-476.
- STANDKE, G. (1995): Horizontkarten des Tertiärs in Sachsen.- Zeitschrift für Geologische Wissenschaften, v. 23, p. 14.
- UHDE, B. (2011), Petrographische und geochemische Untersuchungen an Lamprophyren, Brekzien und Nebengesteinen des Ultramafit-Karbonatit-Komplexes von Delitzsch: unveröff. Untersuchungsbericht der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- WAGNER, G. A., COYLE, D. A., DUYSER, J., HENJES-KUNST, F., PETEREK, A., SCHRÖDER, B., STÖCKHERT, B., WEMMER, K., ZULAUF, G., AHRENDT, H., BISCHOFF, R., HEJL, E., JACOBS, J., MENZEL, D., LAL, N., VAN DEN HAUTE, P., VERCOUTERE, C., & WELZEL, B. (1997): Post-Variscan thermal and tectonic evolution of the KTB site and its surroundings.- Journal of Geophysical Research: Solid Earth, v. 102, no. B8, p. 18221-18232.
- WALL, F., MARIANO, A. N. (1996), Rare earth minerals in carbonatites: a discussion centred on the Kangankunde Carbonatite, Malawi, in Jones, A. P., Wall, F., and Williams, C. T., eds., Rare Earth Minerals Chemistry, origin and ore deposits, Volume 7, p. 34.
- WALTER, H., SCHNEIDER, J. W. (2008), Perm - Rotliegend, in Pälchen, W., and Walter, H., eds., Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte. Mit 16 Tab.n.: Stuttgart.
- WASTERNAK, J. (1990), Einschätzung Rohstoffführung S-Teil DDR - Mitteldeutsche Schwelle, Zentralteil - Komplexobjekt Delitzsch, Ergebnisbericht. Bewertung Karbonatite Delitzsch, II. Etappe, (Teil 1). Zentrales Geologisches Institut., 2008, Ultramafit-Karbonatit-Komplex von Delitzsch., in Pälchen, W., and Walter, H., eds., Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte. Mit 16 Tab.n.: Stuttgart, Schweizerbart, p. 478–482.
- WOLF, P., HOTH, K., RÖSSLER, R., SCHNEIDER, J. W., BRAUSE, H., KOCH, E. A., & LOBIN, M. (2008), Karbon - Oberkarbon., in Pälchen, W., and Walter, H., eds., Geologie von Sachsen - Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte: Stuttgart.
- WOOLLEY, A. R., KEMPE, D. R. C. (1989), Carbonatites: nomenclature, average chemical composition, and element distribution, in Bell, K., ed., Carbonatites. Genesis and Evolution: London, Unwin Hyman, p. 1-14.
- WOOLLEY, A. R., KJARSGAARD, B. A. (2008a), CARBONATITE OCCURRENCES OF THE WORLD: MAP AND DATABASE, in Canada, G. S. o., ed. - (2008b): Paragenetic Types of Carbonatite as Indicated by the Diversity and Relative Abundances of Associated Silicate Rocks: Evidence from a Global Database.- The Canadian Mineralogist, v. 46, no. 4, p. 741-752.

5.3 Bernsteingewinnung aus dem Bernsteinsee bei Bitterfeld

DR. IVO RAPPSILBER, ANDREAS WENDEL

Bitterfelder Bernstein ist einzigartig und deshalb weltweit beachtet. Er wurde ab 1975 im Tagebau Goitsche bergmännisch gewonnen. Nach dem Ende der DDR kam schnell auch das Ende des Bernsteinabbaus und aus den Tagebauen um Bitterfeld entstand nach der Rekultivierung mit dem Großen Goitzschensee eine Seenlandschaft. Nur der Name des nördlichen Teilsees – Bernsteinsee – erinnerte noch an die einstige Attraktion. In den letzten Jahren haben Versuche gezeigt, dass sich auch unter den heutigen Bedingungen Bernstein vom Seeboden gewinnen lässt. Inzwischen hat die Bernsteinförderung aus der einzigen deutschen Bernstein-Lagerstätte begonnen.

5.3.1 Historisches

Die ersten Funde von Bernstein aus dem Tertiär im weiteren Umfeld Bitterfelds gelangen bereits 1731 bei Bad Schmiedeberg (RAPPSILBER 2013). Beim Ziehen eines Mühlengrabens hatte der Besitzer der Großwiger

Mühle Bernsteine gefunden (Abb. 5.3-1). In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat ein Drechslermeister in einer Tongrube bei Patzschwig Bernstein gewonnen und daraus Pfeifen- und Zigarrenspitzen angefertigt (HENZE 1927).

Die ersten Funde von fossilen Harzen in Bitterfeld setzten mit Beginn des Braunkohlen-Abbaus etwa ab 1850 ein. Zwischen 1848 und 1912 fand man Bernstein in den Gruben Auguste, Vergißmeinnicht, Theodor und Marie (Abb. 5.3-1). 1906 wurde ein Harzbrocken (Gles-sit) mit der Masse von 1 kg in der Grube Golpa unter der Braunkohle gefunden. Auch später, ab 1955 wurden in den Braunkohlentagebauen Muldenstein und Goitsche (Baufeld I) immer wieder größere Mengen Bernstein gefunden. Diese Stücke sind zumeist als Retinit verkannt worden.

In den 1970er Jahren gingen die Lieferungen von Bernstein aus der UdSSR an die DDR rapide zurück. Das brachte den einzigen bernsteinverarbeitenden Betrieb der DDR, den VEB Ostsee-Schmuck Ribnitz-Damgarten, in Bedrängnis. Der Betrieb schaltete Anzeigen mit Kaufgesuchen in der Ostsee-Zeitung in der Hoffnung, dass Leser ihre Strandfunde abgaben. Auf die-

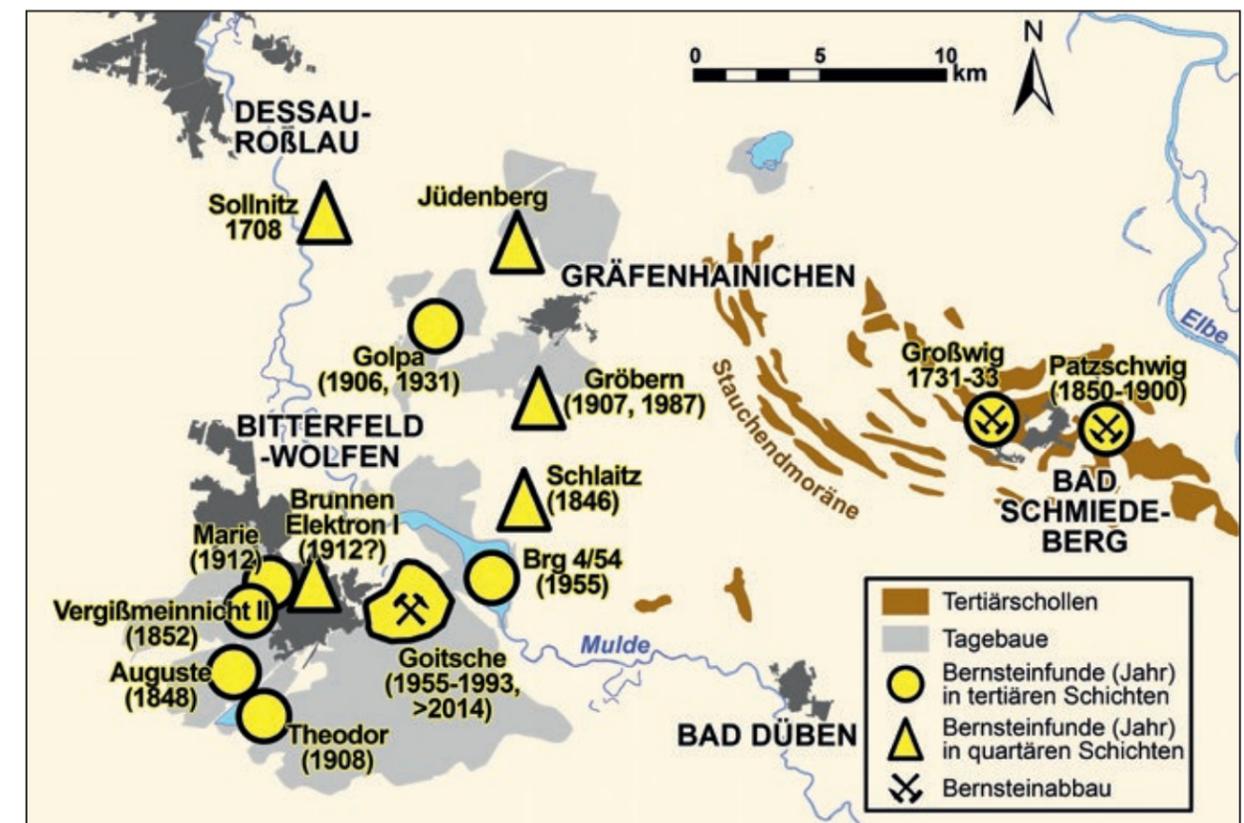


Abb. 5.3-1 Karte der historischen Bernsteinfundpunkte im Raum Bitterfeld–Bad Schmiedeberg. Die Funde aus den quartären Schichten sind mit großer Wahrscheinlichkeit Baltischer Bernstein, der in der Eiszeit in das Gebiet verfrachtet wurde. Der Bernstein aus den tertiären Schichten ist Bitterfelder Bernstein. Dessen erste Funde erfolgten im Bereich der Schmiedeberger Stauchendmoräne, wo die tiefliegenden tertiären Schichten durch den Druck des Gletschers aufgeschuppt wurden und an die Erdoberfläche gelangten. Bei Bitterfeld dauerte es bis Mitte des 19. Jahrhunderts, als die Braunkohle, die über den bernsteinführenden Schichten liegt, abgebaut wurde (RAPPSILBER 2022).

se Annoncen hin trafen tatsächlich Pakete mit größeren Mengen Bernsteins ein. Seltsamerweise kamen alle aus Mitteldeutschland. Die Nachforschungen ergaben, dass alle Absender eines gemeinsam hatten: Sie arbeiteten im Braunkohlen-Tagebau Goitsche. Das war der Startschuss; der VEB Ostsee-Schmuck löste am 18.09.1974 den Auftrag zur Erkundung der Bernstein-Lagerstätte aus.

5.3.2 Bernsteinerkundung

Die Erkundung begann noch 1974 mit Bagger-Schürfen an Stellen, an denen die Kohle abgebaut und damit das Liegendsediment freigelegt war. Die Probemengen lagen bei rund 250 kg (FUHRMANN 2004).

In einer zweiten Erkundungsphase wurden im Zeitraum 1976–1979 Erkundungsbohrungen von der Sohle des ausgekohlten Tagebaus abgeteuft (Abb. 5.3-2). Sie erreichten Teufen von wenigen Metern bis zu 15 m und mehr. Die Durchmesser der Bohrlöcher lagen bei 118–400 mm, zumeist 318 mm. Auf diese Weise gewann man ausreichende Mengen von Bernsteinschluff für repräsentative Proben, um im Labor die Bernsteingehalte zu bestimmen.

Mit den gewonnenen Daten (Mächtigkeiten der einzelnen bernsteinführenden Schichten und Bernsteingehalte) sind die Vorräte bestimmt worden. Die letzte verfügbare Vorratsberechnung stammt aus dem Jahr 1982 (HELBIG 1982). Danach ergab sich für den Tagebau Goitsche ein gewinnbarer Bernsteininhalt von 1 580 t.

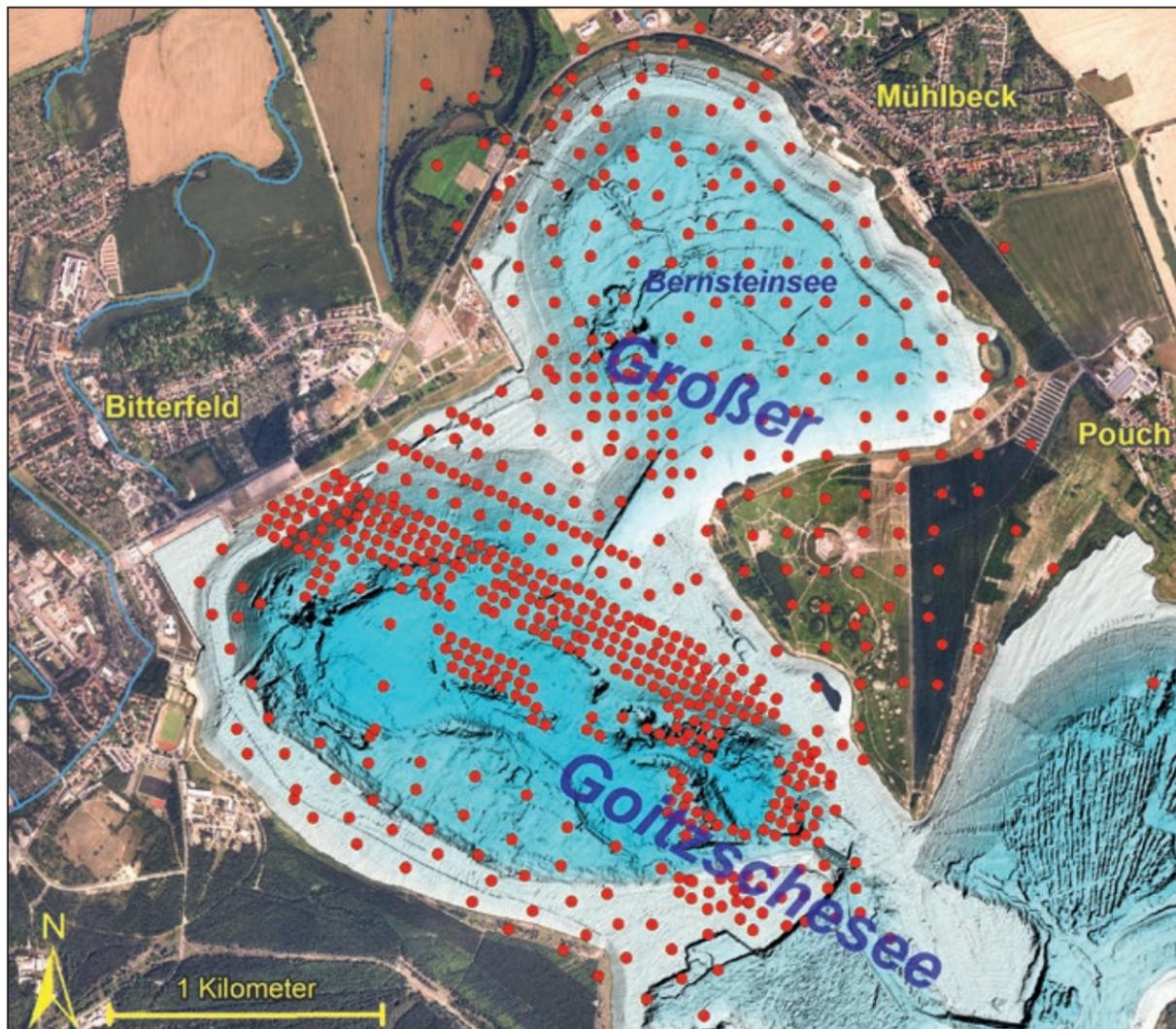


Abb. 5.3-2 Im Zeitraum 1976–1979 wurden rund 650 Bohrungen (rote Punkte) zur Bernsteinerkundung im Bereich des Tagebaus Goitsche abgeteuft – die späteren bereits von der Tagebausohle aus, als die Braunkohle schon abgebaggert war. (Orthobild vom 03.08.2013; Schattenreliefdarstellung der Ergebnisse der Echolotung vom 07.04.2014; Bereitstellung der Daten: LMBV)

5.3.3 Schichtenfolge

Im Tagebau Goitsche wurde unterhalb der miozänen Braunkohlen eine bis zu 15 m mächtige Schichtenfolge angetroffen, die vorherrschend aus Schluffen und Feinsanden besteht. Die Sedimente sind abwechselnd marin, fluviatil und limnisch geprägt. Die massiv bernsteinführenden Schichten werden in drei Bernsteinkomplexe gegliedert (Abb. 5.3-3):

- Bitterfelder Bernsteinkomplex
- Friedersdorfer Bernsteinkomplex
- Zöckeritzer Bernsteinkomplex

Der Bitterfelder Bernsteinschluff wurde durch BLUMENSTENGEL & VOLLAND (1999) in den hangenden Teil der Cottbus-Formation, in das Oberoligozän und in den Grenzbereich zum Miozän, eingestuft. Das entspricht einem absoluten Alter von 23,8–25 Millionen Jahren.

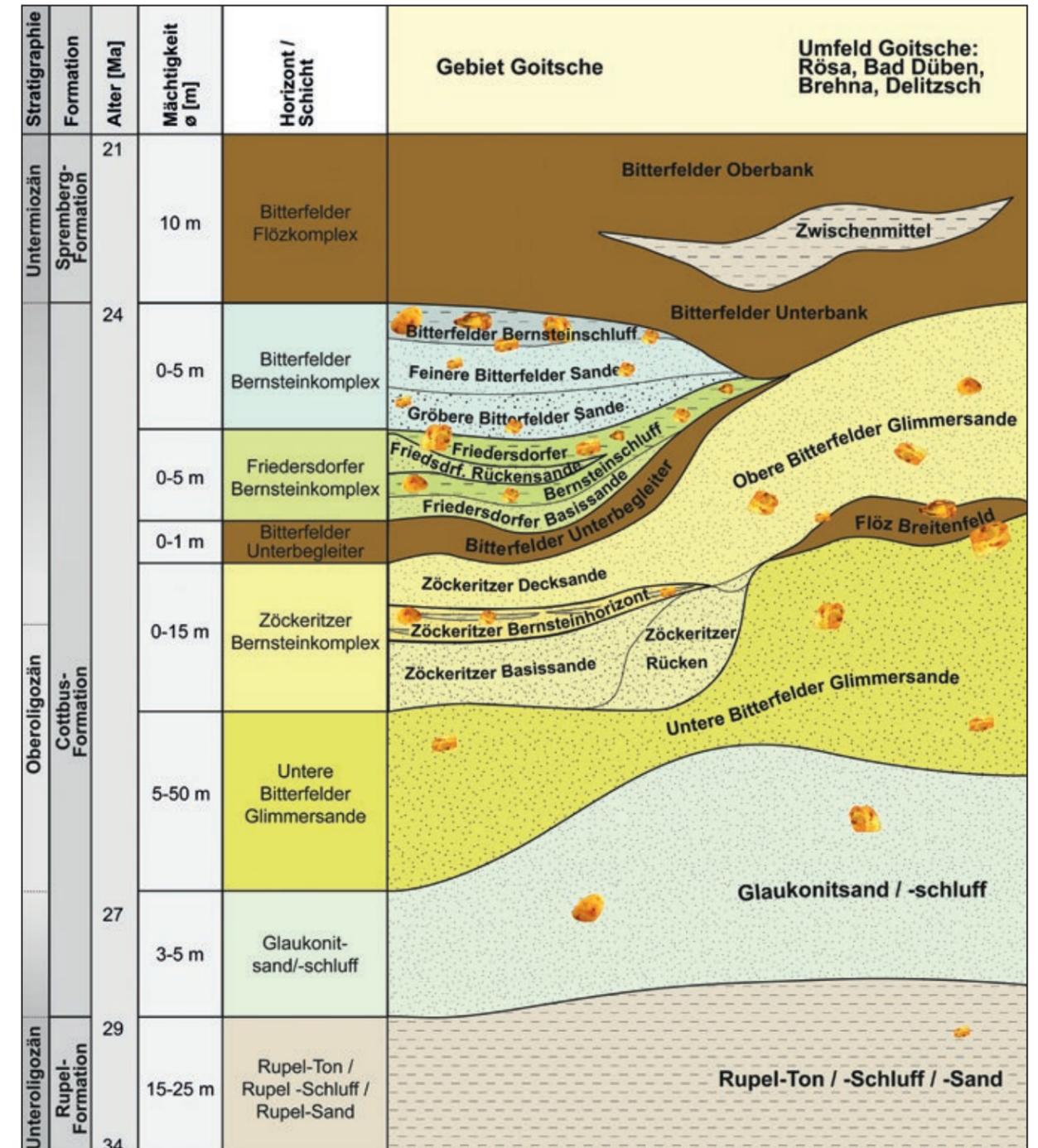


Abb. 5.3-3 Geologische Abfolge der bernsteinführenden Schichten im Tagebau Goitsche bei Bitterfeld und seinem Umfeld, zusammengestellt aus: HÜBNER et al. (1979), KNUTH et al. (2002), STANDKE et al. (2010), WIMMER et al. (2006)

Damit ist aber lediglich das Alter der Sedimente bestimmt, in denen der Bernstein lagert. Über das Alter des Bernsteins selbst herrscht derzeit immer noch Unklarheit. Die ersten Ergebnisse neuerer Analysen von aus dem Bernstein herausgelösten Pollen (Palynologie) deuten darauf hin, dass der Bitterfelder Bernstein 10–15 Millionen Jahre älter als die bernsteinführenden Schichten sein könnte (ENDTMANN et al. 2021). Das Harz hätte dann über diesen Zeitraum hinweg in älteren Sedimentschichten gelagert und wäre im oberoligozänen Wechselspiel von Meeresvorstoß und Meeresrückzug in seiner endgültigen Lagerstätte eingebettet worden.

5.3.4 3D-Modell

Das enge Bohrraster aus der Bernsteinerkundung in den 1970er Jahren erbrachte detaillierte Angaben über Verbreitung, Mächtigkeit und Tiefenlage aller Schichten der drei Bernsteinkomplexe. In den Erkundungsberichten (z. B. HÜBNER et al. 1979) ist das Lagerstättenmodell in Form einer Serie von Isolinienplänen dargestellt.

Mehrere Jahrzehnte später steht nun leistungsfähige Modellierungssoftware zur Verfügung. Mit den wertvollen alten Bohrangaben als Grundlage ließ sich ein dreidimensionales Modell der bernsteinführenden Schichten entwickeln. Dieses Modell beinhaltet nicht nur Tiefenlage und Mächtigkeit der bernsteinführenden Schichten, wie sie für eine Abbauplanung von Nöten sind. Alle Schichten sind als geologische Körper modelliert. Diesen Körpern lassen sich verschiedene Eigenschaften aufprägen, wie zum Beispiel, die in den Bohrungen ermittelten Bernsteingehalte (Abb. 5.3-4).

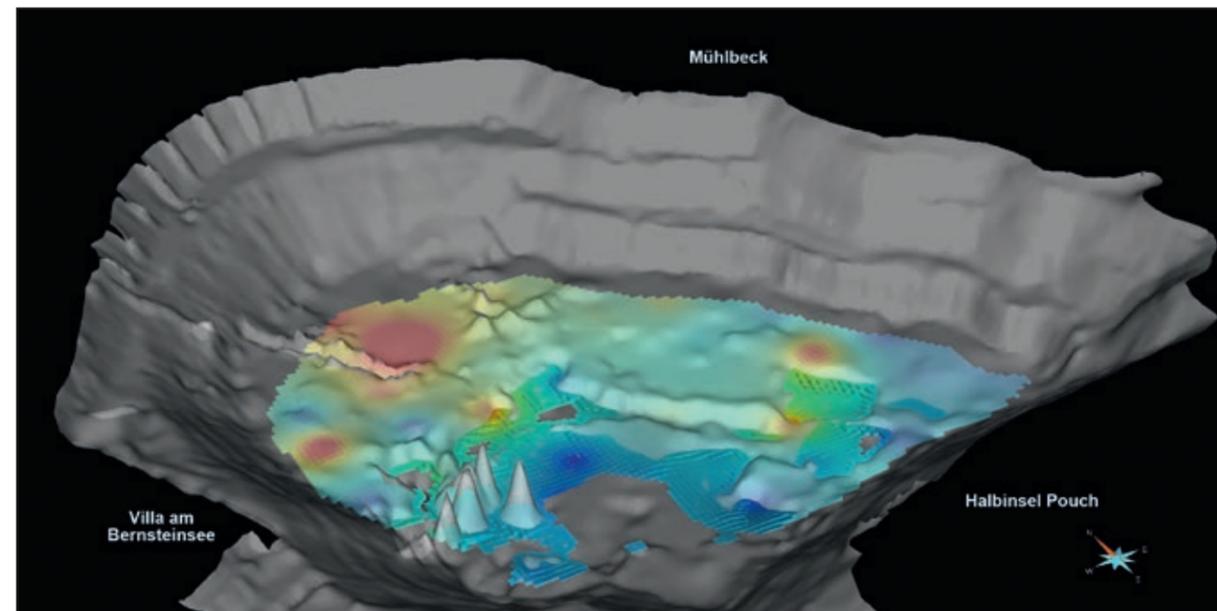


Abb. 5.3-4 Darstellung der räumlichen Lage des Friedersdorfer Bernsteinschluffs unter dem Bernsteinsee. Die Schicht ist entsprechend den in den Bohrungen ermittelten Bernsteingehalten eingefärbt (rot: hohe Gehalte, blau: niedrige Gehalte). Die Verschneidung mit dem Seebodenrelief (grau) zeigt, dass ein Teil der Schicht schon durch den Bernsteinabbau vor 1993 abgetragen ist (RAPPSILBER 2022)

Dabei muss aber bedacht werden, dass es eigentlich unzulässig ist, zwischen den rund 100 m entfernt liegenden Bohrungen Bernsteingehalte zu interpolieren. Die Bernsteine liegen völlig ungleichmäßig verteilt, oft nesterartig, im Bernsteinschluff. Insofern können die in den Bohrungen ermittelten Gehalte nur als stichprobenartig betrachtet werden. Sie erlauben aber für den Friedersdorfer Bernsteinschluff (Abb. 5.3-4) die Aussage, dass über weite Flächen Gehalte um 100 g/m³ vorliegen und örtlich auch noch höhere Gehalte auftreten.

5.3.5 Bernsteingewinnung (1975–1993)

Nach der Auskohlung des Tagebaus begann die Bernsteingewinnung 1975 mit Baggern im Trockenabbau (Abb. 5.3-5, Bild a). Der bernsteinführende Schluff wurde auf Dumper verladen und zur Aufbereitungsanlage transportiert, die ebenfalls im Tagebaubereich angesiedelt war (ZIEGLER & LIEHMANN 2007). In der Aufbereitungsanlage erzeugte man in einem kontinuierlichen Prozess aus dem Sediment eine Schlammtrübe, aus der über ein Siebsystem und durch Dichtentrennung die Abscheidung des Bernsteins erfolgte. Auf diese Weise konnten im Zeitraum 1975–1990 knapp über 400 t Bernstein gewonnen werden (LIEHMANN 2004).

1990 wurde der abgesenkte Grundwasserspiegel im Tagebau Goitsche leicht angehoben, so dass die Tagebausohle unter Wasser stand. Damit konnte die Staubbelastung für die umliegenden Orte verringert werden. Der Abbau musste nun aber unter Wasser im Nassverfahren stattfinden. Dafür kam ab Frühjahr/Mitte 1992 ein speziell ausgerüsteter Schwimmbagger zum Einsatz (Abb. 5.3-5; Bild b). Mit zwei schaufelradförmigen

Auflockerungsflügeln wurde der Schluff unter Wasser aufgewühlt. Die entstehende Suspension ließ sich über einen mittig angeordneten Saugrüssel absaugen und über Rohrleitungen an Land transportieren. Der Nassabbau mit der „Guten Hoffnung“ kam nie über ein Versuchsstadium hinaus. Die Auflockerungsflügel wa-

ren zu schwach, um den harten Schluff aufzuwühlen. Die Bernsteingewinnung konnte nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden. Deshalb endete der Abbau des Bitterfelder Bernsteins im Tagebau Goitsche am 31. März 1993 für mehr als zwei Jahrzehnte.

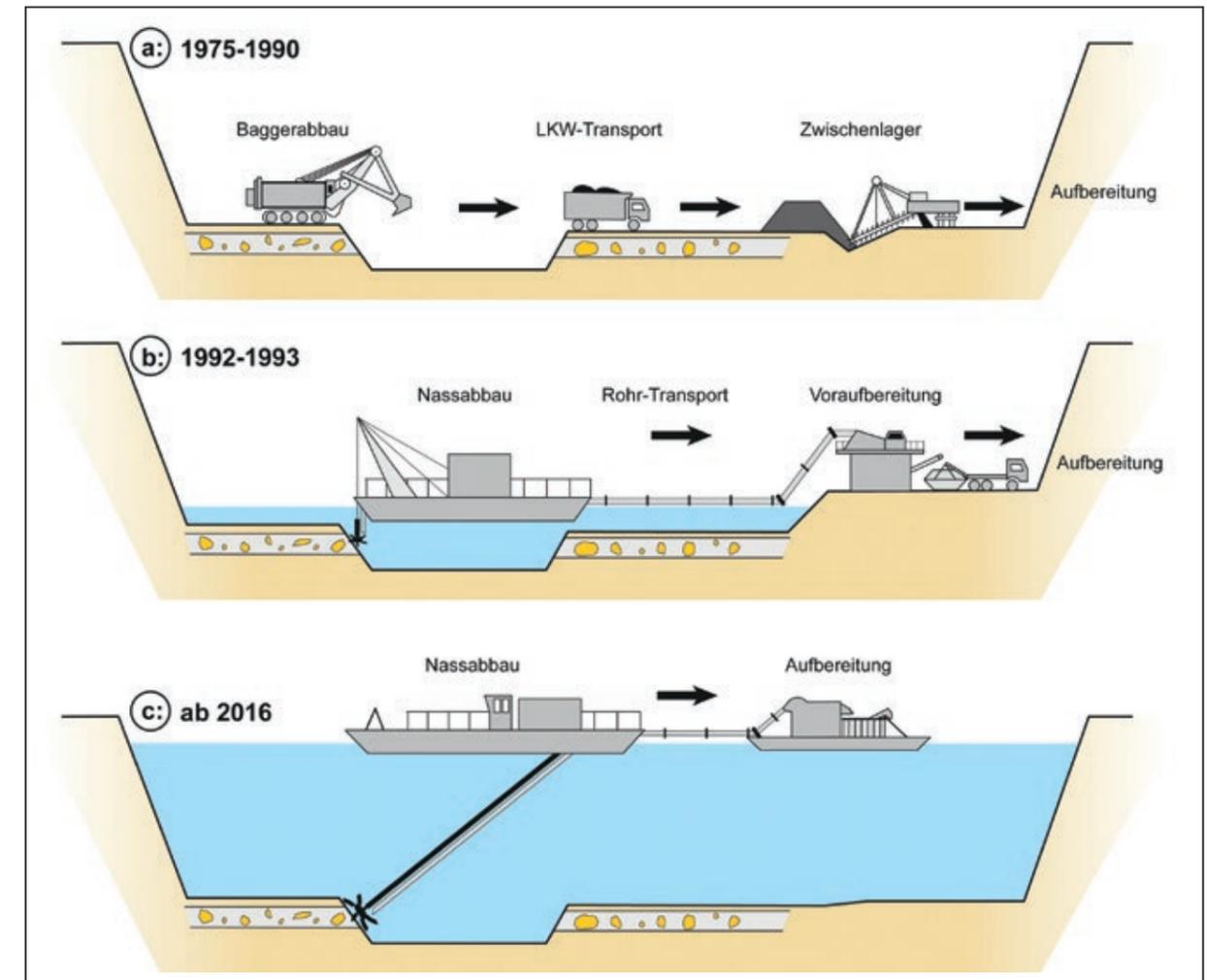


Abb. 5.3-5 Prinzipskizze verschiedener Verfahrensweisen beim Abbau von Bitterfelder Bernstein: Nach der Auskohlung wurde Bernstein in den Jahren 1975–1990 auf der Tagebausohle mit Baggern trocken abgebaut. Von 1992–1993 versuchte man, nach Flutung der Tagebausohle, im Nassverfahren Bernstein zu gewinnen. Nach der vollständigen Flutung und Rekultivierung wird Bernstein von der Oberfläche aus mit einem Schwimmbagger gefördert (RAPPSILBER 2022).

Zur Benutzung der Namen Goitsche – Goitzsche

Der Name des Tagebaus wurde von einem Auwaldgebiet östlich der Ortslage Bitterfeld übernommen, das dem Tagebau zum Opfer fiel. Die ursprüngliche, auf slawische Wurzeln zurückgehende Schreibweise „Goitzsche“ änderte sich mit der Erstellung des Messtischblattes der Königlich-Preußischen Landesaufnahme im Jahre 1902 durch Weglassen des „z“ in „Goitsche“. Diese falsche Schreibweise fand später Eingang in das bergmännische Risswerk und so lautete der Name des Tagebaus offiziell „Goitsche“ (TROPP 2009). Umgangssprachlich kamen auch „Gotsche“ und „Jotsche“ vor. Mit Beendigung der bergbaulichen Arbeiten und der Sanierung wird für die entstandene Landschaft mit See zunehmend wieder der Name „Goitzsche“ verwendet.

5.3.6 Bernsteinengewinnung auf dem Goitzschensee

Seit 1993 sind die Bernsteinpreise auf dem Weltmarkt kontinuierlich gestiegen. Andererseits ist aus den letzten Vorratsberechnungen bekannt, dass unter dem Großen Goitzschensee noch mehrere Hundert Tonnen Bernstein lagern. Beide Sachverhalte führten zu Überlegungen, ob die bernsteinführenden Schichten am Seeboden in 25 m Tiefe erreichbar sind und Bernstein daraus zu gewinnen ist.

Bereits im Herbst 2014 und Frühjahr 2015 fanden erste Versuche der Eurasia Amber GmbH statt, in denen zunächst Taucher am Seeboden den bernsteinführenden

Schluff absaugten, auf einer schwimmenden Arbeitsinsel vorsiebten und dann an Land den Bernstein heraus sortierten. In der Wintersaison 2015/2016 wurde auf Wasserstrahlen zur Auflockerung des Sediments am Boden und ein Airliftsystem zum Absaugen des Materials umgestellt.

Inzwischen hat die Goitzsche Bernstein GmbH die Bernsteinengewinnung übernommen. Auf der Basis eines Saugbaggers wurde im Jahre 2016 eine Arbeitsplattform errichtet, die auf die speziellen Erfordernisse im Bereich des Goitzschesees angepasst wurde (Abb. 5.3-5, Bild c). Grundlage der Arbeitsplattform ist ein Döpke Saugbagger (Typ S III E, Katamaran). Durch zwei Schneidköpfe wird der Seegrund in 20–30 m Tiefe



Abb. 5.3-6 Gesamtansicht der Arbeitsplattform zur Bernsteinengewinnung auf dem Goitzschensee. Der Saugbagger gewinnt in ca. 25 m Tiefe den bernsteinführenden Schluff. Die Schluff-Suspension wird durch Rohre zur Aufbereitung gepumpt, wo die Abtrennung des Bernsteins erfolgt (Foto: S. Schellhorn, 2018)



Abb. 5.3-7 Detail der Aufbereitungsanlage: Wasserstrahlen trennen feines Sedimentmaterial ab, das durch die orangefarbenen Siebe wieder dem Seeboden zugeführt wird. Die Grobbestandteile gelangen in eine Wanne mit Salzwasser (Foto: I. Rappsilber, 2018).

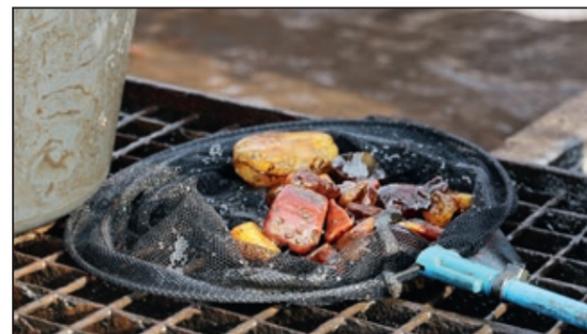


Abb. 5.3-8 In der Dichttrennflüssigkeit schwimmt der leichte Bernstein auf und kann abgefischt werden (Foto: I. Rappsilber, 2018).

aufgelockert. Das Material gelangt durch ein Saugrohr NW=300 mm an die Wasseroberfläche und wird über eine Rohrbrücke zur Arbeitsplattform mit Aufbereitungsanlage transportiert (Abb. 5.3-6). Dort wird der Materialstrom in einem Prellkasten ausgebremst und einer Ellipsen-Siebmaschine zugeführt. Auf den Sieben erfolgt die Abtrennung des feinen Sedimentmaterials von den Grobbestandteilen durch Wasserstrahlen aus 50 Hochdruckdüsen. Das abgespülte Feinmaterial kleiner als 10 mm wird wieder auf den Seeboden geleitet und dort resedimentiert. Die verbleibenden Grobbestandteile, das sind der Bernstein, aber auch Kohle-/Holzstücke, Kiese und Schluffbröckchen, gelangen in eine Auffangwanne mit einer Salzlösung, in der die Dichtentrennung erfolgt (Abb. 5.3-7). Der leichte Bernstein schwimmt auf und kann abgefischt werden (Abb. 5.3-8). Die schweren Bestandteile werden vom Wannenboden gefördert und ebenfalls dem Seeboden wieder zugeführt.

Mit der neu konstruierten Arbeitsplattform fanden zunächst in der Wintersaison 2016/2017 umfangreichere Feldversuche statt. Konträre Gerichtsurteile im Streit um die Zulassung der Anlage ließen in den Jahren 2018 und 2019 nur über einzelne Zeitabschnitte die Förderung zu. Nach einem grundlegenden Umbau der Aufbereitungsplattform begann die reguläre Förderung im Oktober 2020. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass zukünftig eine kontinuierliche Gewinnung von 1-2 t Bernstein pro Jahr ohne ökologische Beeinträchtigungen des Sees möglich ist (Tab. 5-13).

Umweltbelange besitzen dabei einen großen Stellenwert. Die Förderung wird durch ein Monitoringprogramm begleitet, das Gewässertrübung, Entwicklung des Phytoplanktons und die Erfassung einer Reihe weiterer wasseranalytischer Parameter wie O₂, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Gehalt an abfiltrierbaren Stoffen,

Jahr	Fördertage im Jahr	Fördermenge Bernstein in t
2016	26	0,39
2017	69	1,03
2018	63	0,95
2019	68	1,02
2020	55	0,83
2021	104	1,56

Tab. 5-13: Fördermengen der neuen Bernsteinförderung aus dem Goitzschensee

N, P, Fe, Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn), Mn, Sulfat, Na, Chlorid und die Säure- und Basenkapazität umfasst. Im Abbauprozess sind auch zeitliche Einschränkungen vorgesehen, um die Regeneration des Ökosystems zu ermöglichen.

5.3.7 Touristische Nutzung

Mit der Bernstein-Fundstätte besitzt Bitterfeld ein Kleinod von Weltrang. Dessen ist man sich vor Ort bewusst und so gibt es Bestrebungen, dies auch touristisch in Wert zu setzen. Seit längerem werden Pläne verfolgt, eine Bernstein-Erlebniswelt einzurichten, die überregionale Anziehungskraft entwickeln würde. Derzeit treibt die Goitzsche Bernstein GmbH die Pläne voran. Eine Ideenskizze, die unlängst von Stella Szenografie aus Grafenaschau vorgestellt wurde, erfuhr auch in der Fachwelt große Anerkennung (Abb. 5.3-9).

Auch eine Verknüpfung der geplanten Bernstein-Erlebniswelt mit der laufenden Bernstein-Förderung wäre eine einzigartige Attraktion. Nirgendwo sonst auf der Welt können Touristen eine laufende Bernsteinengewinnung auf einem See miterleben.



Abb. 5.3-9 Impression aus der Ideenskizze zur Errichtung einer Bernstein-Erlebniswelt (STELLA SZENOGRAFIE 2022).

5.3.8 Wissenschaftliche Bedeutung

Die neu aufgenommene Bernsteingewinnung wird auch von hohem wissenschaftlichen Nutzen sein. Schließlich wird nach jahrzehntelanger Pause wieder neues Untersuchungsmaterial der Bernsteinforschung zur Verfügung gestellt.

Dabei stehen neben den verschiedenen Bernsteinarten (Abb. 5.3-10 und Abb. 5.3-11) und -formen die Bernstein-Inklusen im Vordergrund. Diese Fossilien ermöglichen Einblicke in Jahrmillionen alte Ökosysteme. Da der Bitterfelder Bernstein ein eigenständiger Bernstein ist, repräsentiert er eine ganz bestimmte paläoökologische Situation. Das macht ihn zu einem unverzichtbaren Baustein bei der Entschlüsselung der Klimageschichte der Erde.



Abb. 5.3-10 Bitterfelder Bernstein (Succinit), ca. 5 cm. 99,95 % aller geförderten Bernsteine sind Succinite (Foto: I. Rappsilber).

Die Goitzsche Bernstein GmbH baut eine Sammlung von Bernstein-Inklusen auf. Schon das bisher angefallene Inklusenmaterial berechtigt zu der Hoffnung, dass sich relativ schnell eine international bedeutende Sammlung aufbaut, die einzigartiges Referenzmaterial bereithält und damit zum Anlaufpunkt für Forscher aus der ganzen Welt wird.

In der rund 40-jährigen Forschungsgeschichte der Bitterfelder Einschlüsse lag bisher kein Nachweis eines Vogels vor. Aber unter dem 2016/2017 geförderten Material wurde die erste Feder im Bitterfelder Bernstein gefunden (Abb. 5.3-12). Ihre wissenschaftliche Untersuchung ist derzeit noch nicht abgeschlossen. Nach ersten Untersuchungen am Staatlichen Museum für Naturkunde in Karlsruhe könnte es sich um die Feder einer Ur-Eule, eines Ur-Huhns, einer Ur-Ente oder eines Papageien handeln.



Abb. 5.3-11 Bitterfelder Bernstein (Goitschit), ca. 2 cm. Foto: I. Rappsilber. Neben dem Succinit finden sich in Bitterfeld in geringen Mengen (0,05 %) auch andere fossile Harze. Eines davon, das weltweit nur hier gefunden wird, ging unter dem Namen Goitschit in die internationale Fachliteratur ein.

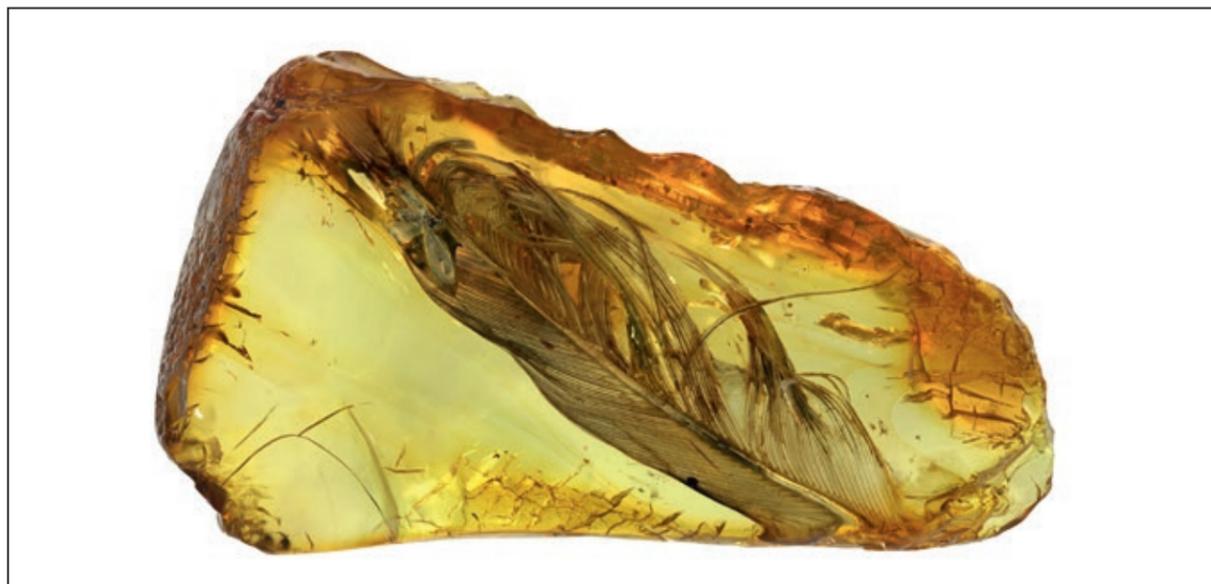


Abb. 5.3-12 Feder im Bitterfelder Bernstein (ca. 5 cm), darüber Mottenschildlaus ca. 4 mm). Dieser Erstnachweis einer Vogelfeder für den Bitterfelder Bernstein gelang in dem bei der Probeförderung 2016/2017 aus dem Goitzschensee geborgenen Bernsteinmaterial (Foto: I. Rappsilber).

Literatur

- BLUMENSTENGEL, H. & VOLLAND, L. (1999): Zur Stratigraphie und Fazies des Tertiärs im Bitterfelder Raum. Referenzprofile tertiärer Ablagerungen in den Tagebauen Goitzsche, Golpa-Nord und Gröbern. – Bericht; 52 S., 41 Anl.; Halle (Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt); [unveröff.].
- ENDTMANN, I.; ENDTMANN, E. & RAPPSILBER, I. (2021): Untersuchungen zur Pollen- und Sporenflora des Bitterfelder Bernsteins - Erste Ergebnisse. – Hallesches Jahrb. Geowiss. **44**: 45–53; Halle.
- FUHRMANN, R. (2004): Entstehung, Entdeckung und Erkundung der Bernsteinlagerstätte Bitterfeld. – Exkurs.f. u. Veröff. GGW, **224**: 25–37; Berlin.
- HELBIG, C. (1982): Neuberechnung Vorratsberechnung Bernsteinerkundung Goitzsche. – Bericht; 21 S., 6 Anl.; Freiberg (VEB Geologische Forschung und Erkundung); [unveröff.].
- HENZE, F. (1927): Bernstein in der Dübener Heide. – Montagsblatt, wissenschaftliche Beilage der magdeburgischen Zeitung, **52**: 430; Magdeburg.
- HÜBNER, F.; GROSSE, R.; LAUER, D.; GERHARDT, R. & HELBIG, C. (1979): Bernsteinerkundung Goitzsche 12/1979. – Ergebnisbericht; 87 S., 8 Anl.; Freiberg (VEB Geologische Forschung und Erkundung); [unveröff.].
- KNUTH, G.; KOCH, T.; RAPPSILBER, I. & VOLLAND, L. (2002): Zum Bernstein im Bitterfelder Raum – Geologie und genetische Aspekte. – Hallesches Jahrb. Geowiss. **B24**: 35 – 46; Halle.
- LIEHMANN, G. (2004): Die Bernsteingewinnung im Tagebau Goitzsche von 1973 bis 1990. – Chronik des Braunkohlenbergbaues im Revier Bitterfeld, Band **III**, Spezial: 220–231; Bitterfeld (Traditionsverein Bitterfelder Bergleute e.V.).
- RAPPSILBER, I. (2013): Neue Fakten zur Entdeckung des Bitterfelder Bernsteins. – In: Rascher, J.; Rappsilber, I. & Wimmer, R. [Hrsg.]: Bitterfelder Bernstein und andere fossile Harze aus Mitteldeutschland; EDGG, **249**: 16–23; Hannover.
- RAPPSILBER, I. (2022): Bitterfelder Bernstein. Geschichte | Vielfalt | Entstehung. – 323 S.; Ampyx-Verlag Dr. A. Stark, Halle (Saale).
- STANDKE, G.; ESCHER, D.; FISCHER, J. & RASCHER, J. (2010): Das Tertiär Nordwestsachsens. Ein geologischer Überblick. – 158 S.; 3 Anlagen; Dresden (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie).
- Stella Szenografie (2022): Ideenskizze Bernstein Erlebnisswelt am Goitzsche See. – Finales Handbuch, 53 S.; Grafenaschau; [unveröff.].
- TROPP, P. (2009): Die Goitzsche – mehr als notwendige Sanierung. – In: Kreissparkasse Anhalt-Bitterfeld & Schiez, H. [Hrsg.]: Aufbruch zu neuen Ufern. Die Goitzsche; 29–35; Dössel (Verlag Janos Stekovic).
- WIMMER, R.; PESTER, L. & EISSMANN, L. (2006): Das bernsteinführende Tertiär zwischen Leipzig und Bitterfeld. – *Mauritiana* **19**(3): 373 – 421; Altenburg.
- ZIEGLER, G. & LIEHMANN, G. (2007): Gewinnung und Verwertung von Bitterfelder Bernstein. – Bitterfelder Heimatblätter, H. **XXVIII**, Sonderheft 2007: 33–42; Bitterfeld.

5.4 Gips – eine Rohstoffmisere

DR. DANILO WOLF

Die zuverlässige Versorgung mit großen Mengen an qualitativ hochwertigem Gips aus den Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen der Braunkohlekraftwerke (REA-Gips) hat in den letzten Jahrzehnten die Bestrebungen neue Gipslagerstätten u. a. aufzusuchen, zu bewerten, raumplanerisch zu sichern und genehmigen zu lassen, minimiert.

Mit der Energiewende und dem geplanten Aus für die Braunkohlenverstromung entfällt die importunabhängige Versorgung mit Gipsrohstoffen in Deutschland vollständig. Daraus resultiert, dass die durchgehende Versorgung der Industrie mit Gipsrohstoffen landes- wie auch bundesweit, in einem sehr überschaubaren Zeithorizont, nicht mehr gesichert ist.

Der Rohstoffbedarf der deutschen Gips-Industrie lag im Jahr 2019 bei rund 10 Mio. t. Der Hauptanteil wird für die Herstellung von Gips- und Gipsfaserplatten, Gips-

putzen und Fließestrich eingesetzt. Dabei stammen die Gipsrohstoffe für diese Produkte zu 54 % aus dem Naturgipsabbau und 44 % wurden aus der REA-Gips-Produktion zugeführt (DEMMICH 2021). Der Selbstversorgungsgrad bei den Gipsrohstoffen liegt in Deutschland aktuell bei 100 % (BGR 2019).

Für den Zeitraum bis 2035 wird ein leicht steigender Bedarf auf 10,7 Mio. t prognostiziert. Hierbei ist jedoch der zusätzliche Bedarf an Gipsrohstoffen für die Herstellung von Calcium-Sulfo-Aluminat-Zement, der den CO₂-Fußabdruck in der Zementherstellung deutlich minimiert, und die massiv steigende Nachfrage nach Gips als Düngemittel nicht mit einbezogen (DEMMICH 2021).

Durch das 2020 beschlossene Kohleausstiegsgesetz läuft die REA-Gips-Produktion aus der Kohleverstromung spätestens 2038 aus. Hierdurch entsteht ein Defizit in der Versorgung an qualitativ hochwertigem Gipsrohstoff von mindestens 5 Mio. t pro Jahr.

Aktuell wird mit einem kontinuierlichen Rückgang der

Blockname	MW-Blockklasse	Geplantes Stilllegungsdatum	Anzahl der stillzulegenden Blöcke
Brikettierung	120	31.12.2022	3
RWE Nord-Süd-Bahn (NSB)	600	31.12.2022	
RWE Nord-Süd-Bahn (NSB)	600	31.12.2022	
Weisweiler F	300	01.01.2025	3
Jänschwalde A	500	31.12.2025	
Jänschwalde B	500	31.12.2025	
Weisweiler G	600	01.04.2028	3
Jänschwalde C	500	31.12.2028	
Jänschwalde D	500	31.12.2028	
Weisweiler H	600	01.04.2029	5
Boxberg N	500	31.12.2029	
Boxberg P	500	31.12.2029	
Niederaußem G	600	31.12.2029	2
Niederaußem H	600	31.12.2029	
Schkopau A	450	31.12.2034	
Schkopau B	450	31.12.2034	2
Lippendorf R	875	31.12.2035	
Lippendorf S	875	31.12.2035	7
Niederaußem K	1000	31.12.2038	
Neurath F	1000	31.12.2038	
Neurath G	1000	31.12.2038	
Schwarze Pumpe A	750	31.12.2038	
Schwarze Pumpe B	750	31.12.2038	
Boxberg R	640	31.12.2038	
Boxberg Q	860	31.12.2038	

Tab. 5-14 Stilllegungspfad für die Braunkohlekraftwerke 2022 bis 2038 (BGBI 2020)

REA-Gips-Produktion gerechnet (DEMMICH 2021). Dies muss aber hinterfragt werden, da durch die vorgegebenen Stilllegungszeiten der Braunkohlekraftwerke zumeist mehrere Kraftwerksblöcke gleichzeitig und innerhalb kurzer Zeit abgeschaltet werden (BGBI 2020; Tab. 5-14). Es ist eher damit zu rechnen, dass damit in den definierten Zeitscheiben schlagartig größere Mengen an REA-Gips nicht mehr zur Verfügung stehen, da die Kraftwerke keinen „Nachlaufbetrieb“ besitzen und die Grundlage für die REA-Gipsproduktion sofort entfällt. Auch die geplanten Revisionszeitpunkte 2026 und 2029 für das Vorziehen der Stilllegungen sowie die Unwägbarkeiten der Laufzeiten der Kohlekraftwerke durch die aktuelle „Gas-Energie-Krise“ bergen zusätzliche zeitliche Planungsunsicherheiten bei der Versorgung mit Gipsrohstoffen.

Die Möglichkeiten für einen Ersatz des REA-Gipses bzw. die Reduzierung des Verbrauches von Naturgips durch Substitute, Recycling oder alternative gipshaltige Rohstoffquellen werden breitgefächert diskutiert und untersucht. Forschungsvorhaben wie das WIRI-Projekt „Gipsrecycling als Chance für den Südhaz“ in Thüringen erforschen die Rückgewinnung von Gips aus Haldenmaterial, welches bei der Herstellung von Polyhalit anfällt bzw. das Potential der Gipsgewinnung aus Kalirückstandshalden. Des Weiteren werden die Abtrennung von Gips aus mineralischen Bauabfällen und aus Fließestrichen untersucht sowie alternative Baustoff-Verbundprodukte mit Gips unter dem Aspekt „Brandschutz“ erforscht.

Eine zukünftige Säule der Gipsversorgung, als Ersatz für REA-Gips, soll auf dem Gipsrecycling basieren. Gipsbaustoffe können fast sortenrein zurückgewonnen und anschließend immer wieder in hochwertigen Kreisläufen recycelt werden. Die Gipsindustrie hat 2012 erstmals ihr Recyclingkonzept veröffentlicht (DEMMICH 2021). Prognosen aus dem Jahr 2015 gingen davon aus, dass der Anteil an RC-Gips am Gesamt-Gipsangebot im Jahr 2020 20 % betragen wird (EU-Recycling 2016). Der realisierte Anteil lag im Jahr 2019 bei unter 2 %. Im Jahr 2019 wurden circa 170.000 t RC-Gips (davon 45.000 Tonnen aus dem Rückbau) als sekundäre Rohstoffe verwendet (DEMMICH 2021).

Der anhaltende niedrige Recyclinganteil von Gips liegt im Wesentlichen laut DEMMICH (2021) an drei Gründen:

1. Recyclebar nach Stand der Technik sind nur sortenrein zurückgebaute Gipsplatten und Gipsfaserplatten.
2. „Abfluss“ recyclebarer Gipsabfälle in Deponien durch fehlende einheitliche Regelung für das Abfall-Ende bzw. Export der Gipsabfälle an ausländische Verbraucher.
3. Da gipshaltige Baustoffe vornehmlich im Innenausbau verwendet werden, stehen die Health-, Safety-,

Environment-Parameter im besonderen Fokus, jedoch fehlen noch klare Regelungen für eine hinreichende Rechtssicherheit bei der Verwendung von RC-Gips im Innenbereich.

Unabhängig davon, kann RC-Gips nur als ein Teil der Lösung betrachtet werden. Die anfallende Menge an gipshaltigen Bauabfällen beträgt etwa 640.000 t pro Jahr (DEMMICH 2021). Nach heutigen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten gelten nur etwa 50 % dieser Bauabfälle als recyclingfähig. Durch die überwiegende Verwendung von gipshaltigen Baustoffen in Gebäuden ergibt sich eine lange Nutzungsdauer, so dass diese dem Recycling-Kreislauf auf Jahrzehnte entzogen werden. Damit sind nicht nur die anfallenden Mengen an Gipsabfällen gering, auch würde die Rückführung gipshaltiger Bauabfälle in den Recycling-Kreislauf zeitlich als auch quantitativ größeren Schwankungen unterliegen, was im Rahmen der Versorgungssicherheit aktuell kritisch hinterfragt werden muss. Unabhängig von den Masseverlusten bei der Aufbereitung von gipshaltigen Bauabfällen erzielen RC-Gipse einen Gipsgehalt von 80-90 % bei schwankenden Nebenanteilen gegenüber Gipsgehalten von > 95 % bei REA-Gipsen mit gleichbleibender Qualität (CASEA 2021). Daraus ergibt sich, zumindest nach dem heutigen Stand, dass zur Qualitätsverbesserung sowie zum Ausgleich des Massedefizites und zur Aufrechterhaltung des Recycling-Kreislaufes hochwertige Naturgipse dem RC-Gips zugeführt werden müssen.

Als möglicher Ersatz für Naturgips wird oftmals auch Phosphorgips genannt. Von diesem Abfallprodukt der Phosphordüngerproduktion fallen jährlich zwischen 160 bis 170 Mio. t an (HASCHKE et.al 2017). Diese werden nur zu einem Bruchteil weiter genutzt.

Die geogenen Eigenschaften der Ausgangsprodukte sowie prozessbedingte Veränderungen der Eigenschaften durch die Düngemittelherstellung erfordern eine aufwendige Aufbereitung des Phosphorgipses, welche aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten bei den Produzenten sowie das daraus resultierende hohe Preisniveau beim Verbraucher, zumindest kurz- bis mittelfristig und unter Umständen auch langfristig nicht vertretbar sind. Die Auswirkungen auf den CO₂-Fußabdruck durch eine aufwendige Aufbereitung der Phosphorgipse lässt sich nur schwer beziffern. Dieser steht aber mit großer Wahrscheinlichkeit nicht in Relation zum Abbau von lokal oder regional verfügbarem Naturgips, wie in den nächsten Absätzen deutlich wird.

Die Phosphorgipse sind, geogen bedingt, oftmals radioaktiv belastet (Uranverbindungen, Thorium, Radium) und mit als karzinogen eingestuftem Schwermetallverbindungen (u. a. Quecksilber, Blei, Arsen) belastet. Die Uranverbindungen und die Schwermetallverbindungen können zum Teil während des Herstellungsprozesses

des Phosphordüngers mitgewonnen bzw. durch spezielle Reinigungsverfahren im Nachgang abgetrennt werden (WIRTSCHING 1985). Diese Umstände führen dazu, dass nur etwa 2 % des jährlich anfallenden Phosphorgipses wirtschaftlich weiterverarbeitet werden (BENEDIX 2020). Des Weiteren muss die restliche Phosphorsäure neutralisiert sowie der Wassergehalt von meist über 20 % reduziert werden. Die Entwässerung gestaltet sich aufgrund der nadelförmigen Kristalle des Phosphorgipses aufwendiger als bei Naturgips. Ebenso wird es erforderlich sein, den restlichen Phosphatanteil zu entfernen, da dieser den Abbindeprozess von Zement negativ beeinflusst (DEMICH 2021). Die potentiellen Phosphorgipshalden bzw. Phosphordüngerproduzenten befinden sich nicht im Bundesgebiet, sondern u. a. in Nordafrika, Nordamerika, Balkan bzw. Litauen. Allein der dadurch aufkommende Gesichtspunkt „Transport“ wird die ökologische Einstufung gegenüber lokalem Naturgips infrage stellen bzw. besteht durch den fehlenden Zugriff auf das Haldenmaterial ein erhöhtes Risiko, was die Preisstabilität und Versorgungssicherheit betrifft.

Weitere synthetische Gipse wie Fluoranhydrit oder Gipse, die bei der Gewinnung und Reinigung von organischen Säuren anfallen, sind entweder schon vollständig im Recycling-Kreislauf eingebunden oder eignen sich aufgrund fehlender qualitativer Parameter nicht zur weiteren Nutzung.

Die Anzahl an Gipsersatzbaustoffen ist vielfältig, wie zum Beispiel Fasermatten oder -platten aus Stroh, Hanf oder Holzspänen, welche aber bisher anwendungstechnischen Defiziten unterliegen. Ausschlaggebend sind hier vor allem die brandschutztechnischen Anforderungen an Brennbarkeit und Feuerwiderstandsdauer, welche durch diese Substitute gegenüber Gips zumindest aktuell nicht gegeben sind (DEMICH 2021).

Nichtbrennbare Lehmwandplatten stellen zurzeit eines der wenigen Substitute dar, welches als nahezu vollumfänglicher Ersatz oder Ergänzung, auch anwendungstechnisch, für gipshaltige Baustoffe dienen könnte. Lehmvorkommen, in unterschiedlichen Größen, Qualitäten, Eignung und Zusammensetzung sind über die ganze Landesfläche verteilt. Diese Vorkommen sind meist oberflächennah und oft durch Gewinnungsstellen anderer Rohstoffe (z. B. Kiessand, Hartgestein) aufgeschlossen oder fallen als Abraum an. Inwiefern Lehmwandplatten in der Produktion ökologischer sind als gipshaltige Baustoffe muss überprüft werden. Ökonomisch stellen Lehmwandplatten momentan noch keine Alternative dar, da der Quadratmeterpreis das dreifache gegenüber Gipskartonplatten beträgt.

Die Verwendung von Lehm-Baustoffen stellt prinzipiell eine Alternative zur Gipsrohstoffen dar. Es muss jedoch zwingend geklärt werden, wie schnell und in welchem Umfang der Lehmabbau sowie die Produktion von Lehm-

baustoffen erhöht werden kann, um quantitativ als auch qualitativ gleichwertiger Ersatz für Gips zu fungieren.

Die momentan in Arbeit befindlichen Lösungs- sowie Forschungsansätze sind mit Sicherheit ein richtiger sowie wichtiger Schritt und ergeben unter Umständen in ihrer Gesamtheit oder auch einzeln eine langfristige Lösung für den Wegfall des REA-Gipses. Schwer ins Gewicht fällt, dass eine kurzfristige Lösung für einen, zumindest mittelfristigen Zeitraum, gefunden werden muss. In weniger als sieben Jahren werden rund 49 % der Kraftwerksleistung (15 von 26 Kraftwerksblöcken) abgeschaltet (BGBl 2020). Damit existiert eine erheblich verringerte Verfügbarkeit von REA-Gips ohne adäquate Ersatzstoffe in einem absehbaren Zeithorizont.

Als mögliche Alternativen blieben noch der Import von Naturgips sowie die immer wieder erwähnte Ausweitung des Gipsabbaus. Der Import von Naturgips sollte nur als kurzfristige Notlösung aufgegriffen werden. Die Abhängigkeiten von Rohstoffimporten und deren negativen Auswirkung auf die Volkswirtschaft sind aktueller denn je. Die Ausweitung des Gipsabbaus auf Bundes-/Landesebene stellt auf dem Papier sicherlich einen der einfachsten Lösungsansätze dar, welcher jedoch Abbau- und Kapazitätsgrenzen sowie zeitliche Aspekte völlig außen vorlässt. Die Ausweitung des Abbaus in den aktiven Gipsabbau ist nur kurzzeitig möglich, da diese durch u. a. die bestehenden Abbauplanungen, zukünftige Abbauerweiterung und Anpassung der Produktionskapazitäten begrenzt sind. Die Erhöhung der Gipsproduktion durch Neuaufschlüsse ist grundsätzlich ein langwieriger Prozess mit vielen Hemmnissen und wenn gewollt, muss er **spätestens jetzt anlaufen**. Bestrebungen in dieser Richtung sind jedoch nicht zu erkennen.

Die Möglichkeit der Nutzung von natürlichen Gipsrohstoffen ist auch in Sachsen-Anhalt kurzfristig nicht gegeben. An der Landesgrenze zu Thüringen wird bei Rottleberode im Südharz im Tagebaubetrieb Gips gewonnen. Die komplette Produktionslinie und die Verfrachtung erfolgen in Sachsen-Anhalt. Es gibt keine erkundeten Gips-Lagerstätten in unserem Land. Allerdings setzt sich in östliche Fortsetzung zum bestehenden Gips-Tagebau die oberflächennahe Gips-Verbreitung im Südharz fort (Abb. 5.4-1).

Innerhalb dieses Ausstrichbereiches wurden bisher keine Erkundungsarbeiten zum Nachweis von Gipslagerstätten durchgeführt, so dass zurzeit keine Aussage getroffen werden kann, ob ein Gipsabbau in diesem Bereich wirtschaftlich erfolgen könnte.

Die Gipse sind durch oberflächennahe Hydratisierung von Anhydritgesteinen unter humiden Klimabedingungen entstanden. Die wirtschaftliche Gewinnbarkeit der Gipse hängt vorrangig von der Mächtigkeit der Hydratisierung und der Qualität ab. Für die Verwendbarkeit

sind vor allem der chemische Reinheitsgrad bzw. Weißgrad, der Kristallwassergehalt und die Korngrößenverteilung des Gipssteins von Bedeutung.

Die Gips-/Anhydritgesteine mit ihren charakteristischen Verwitterungs- und Auslaugungserscheinungen (sog. Schlotten) haben zur Bildung eines abwechslungsreichen Landschaftsmosaiks geführt, in dem sich eine vielfältige Fauna und Flora entwickelt hat. Aufgrund der naturschutzfachlichen Sensibilität der Flächen sind große Bereiche der Gips-/ Anhydritverbreitung als Naturschutz- bzw. FFH-Gebiete unter Schutz gestellt. Alle Flächen sind Bestandteil des Biosphärenreservates „Karstlandschaft Südhaz“. Aufgrund der naturschutzfachlichen Sensibilität dieser Flächen wird eingeschätzt, dass sowohl die Aufsuchung von Lager-

stätten wie auch ein mögliches anschließendes Genehmigungsverfahren sehr umfangreich sowie zeit- und kostenintensiv sein werden.

Die zukünftige Entwicklung der Gips-Industrie, vor allem auf Landesebene, ist vorrangig von politischen Entscheidungen abhängig. Es wurde aufgezeigt, dass kurzfristig keine ausreichenden Mengen und Produktionsstätten für RC- und Alternativbaustoffe zur Verfügung stehen. Eine Nutzung von primären Gips-Ressourcen wird aufgrund von naturschutzfachlichen Sicherungen (FFH, NSG, Biosphärenreservat) in den kommenden Jahren ebenfalls sehr unwahrscheinlich, d. h. aktuell gibt es für das zukünftige Defizit zum Rohstoff Gips in Sachsen-Anhalt keine Lösung.

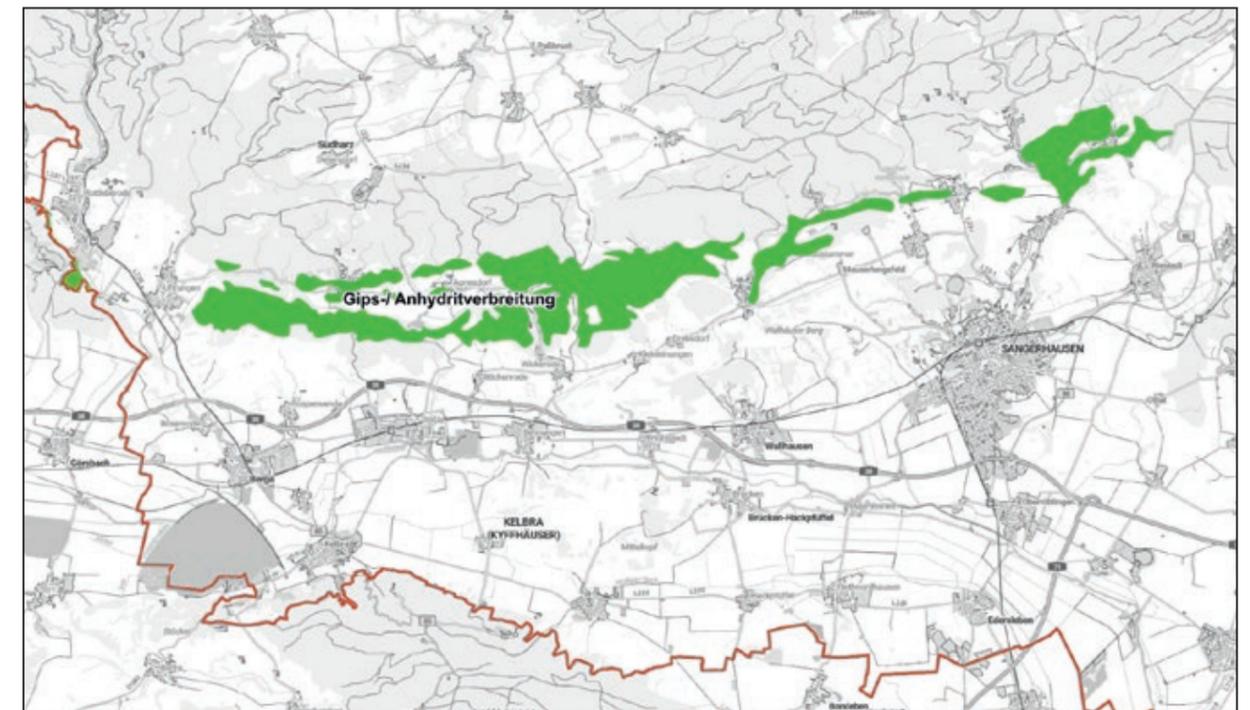


Abb. 5.4-1 Verbreitung von Gips- und Anhydritgesteinen an der Oberfläche nach der KOR50 LSA

Literatur und Quellen

- DEMMICH, J. (2021): Auswirkungen des Kohleausstiegs auf die Gipsversorgung Deutschlands. Powerpoint-Präsentation Bundesverband der Gipsindustrie e.V., REWIMET Symposium 2021 Ressourcenmanagement 25.-26.08.2021.
- BGR (2019): Zur aktuellen Rohstoffsituation in Deutschland – gehen uns die Rohstoffe aus? Powerpoint-Präsentation Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 9. Rohstofftag Sachsen-Anhalt, 22.08. 2019.
- BGBl (2020): Stilllegungspfad Braunkohle, Anhang 2 KVBG, BGBl. I 2020, 1846 – 1847.
- EU-Recycling (2016): Gipsrecycling: Noch etliche Steine im Weg. EU-Recycling+Umwelttechnik, Ausgabe 01 2016, S. 36.
- CASEA (2021): Gipsrecycling ein fester Bestandteil in unserem Unternehmen. Powerpoint-Präsentation CASEA GmbH, 29.04.2021, Innovationsforum Recyclingregion Harz 2021.
- WIRSCHING, F. (1985): Gips - Naturrohstoff und Reststoff technischer Prozesse, Chemie in unserer Zeit, 19. Jahrg. 1985, Nr. 4, 141 S.
- BENEDIX, R. (2020): Bauchemie: Einführung in die Chemie für Bauingenieure und Architekten. 7. Aufl., 616 S.
- HASCHKE, M., FRIEDRICH, B., STOPIC, S., PANIAS, D., SCHNEIDER, P. & DITTRICH, C. (2017): Extraction of critical technology elements and radionuclides from phosphogypsum tailings. Opportunities in Processing of Metal Resources 2016, Conference, Budapest, S. 130-142.
- KOR 50: Karte der oberflächennahen Verbreitung von Rohstoffen für Sachsen-Anhalt (Stand 1998)

5.5 Oberflächennahe Geothermie in Sachsen-Anhalt

TATJANA HÄNTZE, DR. SOPHIE SCHELENZ

Mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 24.06.2021 soll Deutschland bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden. Dabei erlangt die Energiegewinnung aus dem Untergrund zunehmend an Bedeutung. Auf Grund der geologischen Bedingungen existieren in Sachsen-Anhalt keine geothermischen Anlagen für die Erzeugung von Strom. Vielmehr spielt die Geothermie eine wichtige Rolle bei der Wärmeabgewinnung. Bei oberflächennahen geothermischen Anlagen unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Systemen.

Wasser-Wasser-Anlagen sind offene Systeme, bei denen das Grundwasser direkt genutzt wird. Über einen Entnahmehrbrunnen wird Grundwasser gefördert und dessen Energie mittels Wärmetauscher an den Wärmepumpenkreislauf übertragen. Das abgekühlte Grundwasser wird über einen Schluckbrunnen dem Untergrund zurückgeführt. Für Wasser-Wasser-Anlagen sind die in Sachsen-Anhalt weit verbreiteten, hohen Konzentrationen an z. B. Sulfat im Grundwasser nachteilig für die Wärmetauscher der Wärmepumpen. Daher rät das LAGB von der Errichtung dieser Wasser-Wasser-Anlagen in der Regel ab.

Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden sind geschlossene Systeme, bei denen ein Wärmeträgerfluid in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert. Erdwärmekollektoren werden horizontal in etwa 1,5 m Tiefe installiert. Nicht zuletzt wegen des vergleichsweise hohen Flächenbedarfs werden sie eher weniger genutzt. Für die Bereitstellung von Wärme werden vertikal installierte Erdwärmesonden mit Abstand am häufigsten genutzt. Ihr Anteil liegt schätzungsweise bei bis zu 90 % der Anlagen. In den Erdwärmesonden zirkuliert ein Wärmeträgermedium, das dem Untergrund Energie in Form von Wärme entzieht. Dabei werden Untergrundtemperaturen von durchschnittlich 10 °C als ausreichend betrachtet. Über Wärmeaustauscher wird die Energie, die das Fluid aus dem Untergrund aufgenommen hat, an den Wärmepumpenkreislauf übertragen und durch Kompression auf das nötige Temperaturniveau des Heizsystems angehoben.

Bislang gibt es in Sachsen-Anhalt keine zentrale Erfassung von Erdwärmeanlagen, so dass genaue Zahlen über vorhandene Anlagen fehlen. Es ist davon auszugehen, dass jedes Jahr mehrere hundert Anlagen, insbesondere für den Bereich des Einfamilienhausbaus neu errichtet werden. Diese Anlagen nutzen Erdwärmesonden, die schätzungsweise in Tiefen von bis zu 160 m reichen.

Neben den kleineren Anlagen mit einzelnen Erdwärmesonden zur Wärmeerzeugung für Einfamilienhäu-

ser werden zunehmend auch größere Anlagen mit Erdwärmesondenfeldern für Mehrfamilienhäuser und gewerbliche Nutzungen errichtet. So erhält das LAGB beispielsweise Anfragen für Bohrvorhaben zur geothermischen Nutzung von Turnhallen, Lagerhallen und Bürogebäuden. Die Genehmigung der Sondenanlagen erfolgt in der Regel über die Unteren Wasserbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte. Bei Bohrungen tiefer als 100 m wird das als LAGB über das Bergrecht beteiligt.

Bei der Prüfung, ob ein Standort für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie geeignet ist, dient das Onlineportal „Anzeige- und Informationssystem für Bohrungen und Geothermie“ als wichtiges Hilfsmittel. Es bietet die Möglichkeit, sich bereits im Anfangsstadium der Planung für eine Sondenanlage grundstückskonkret zu informieren. Dabei werden unter anderem folgende kritische Bereiche berücksichtigt:

- Wasserschutzgebiete der Zone 3,
- Braunkohlentiefbau,
- lösungsfähige Gesteine im Untergrund,
- ungünstige geothermische Voraussetzungen (hoher Grundwasserflurabstand im Lockergebirge, mächtige bindige Schichten) oder
- ungünstige hydrogeologische Bedingungen, wie beispielsweise Arteser (Abb. 5.5-1), wo durch einen ungleichen Druckgradienten zwischen Wasserdruck und hydrostatischem Druck Grundwasser bei Antreffen der Grundwasser Oberfläche aus dem Bohrloch strömt.



Abb. 5.5-1 Arteser auf einem Privatgrundstück (Quelle: LAGB)

Im Onlineportal kann man über eine Kartendarstellung die Adresse des jeweiligen Standorts auswählen oder den Standort in der Karte anklicken, an dem die Möglichkeit zur Nutzung von Erdwärme geprüft werden soll. Das Ergebnis einer Standortabfrage zeigt folgende Zusammenfassung exemplarisch für die Köthener Straße 38 in 06118 Halle (Saale):

1. Grundwasserschutz

Es sind keine Einschränkungen bekannt.

2. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse mit erhöhten Anforderungen an die Bauausführung

Der Standort befindet sich nach den im LAGB vorliegenden Unterlagen evtl. im Bereich von Grundwasser mit erhöhter Sulfatkonzentration.

3. Probleme für die Dimensionierung der Anlage

Es sind keine Hinweise bekannt.

4. Tiefe Oberkante Prätertiär unter Gelände

Mit Festgestein ist in einer Tiefe von < 20 m zu rechnen.

5. Bereich erhöhter Anforderungen an Bohrtätigkeit

Es sind keine Hinweise bekannt.

6. Mögliche Beeinträchtigungen durch Braunkohletiefbau

Es sind keine Hinweise bekannt.



Übersichtskarte der zugelassenen oder in Unterbrechung befindlichen Gewinnungsstellen der Steine- und Erden-Rohstoffe mit Unterscheidung der rechtlichen Zuständigkeit (Stand: Oktober 2022). Von den insgesamt 208 Abbaustellen unterliegen nur noch 130 der Bergaufsicht. 78 Betriebe sind den jeweiligen Landkreisen zugeordnet. (vgl. Kap. 3, Tab. 3 - 1).