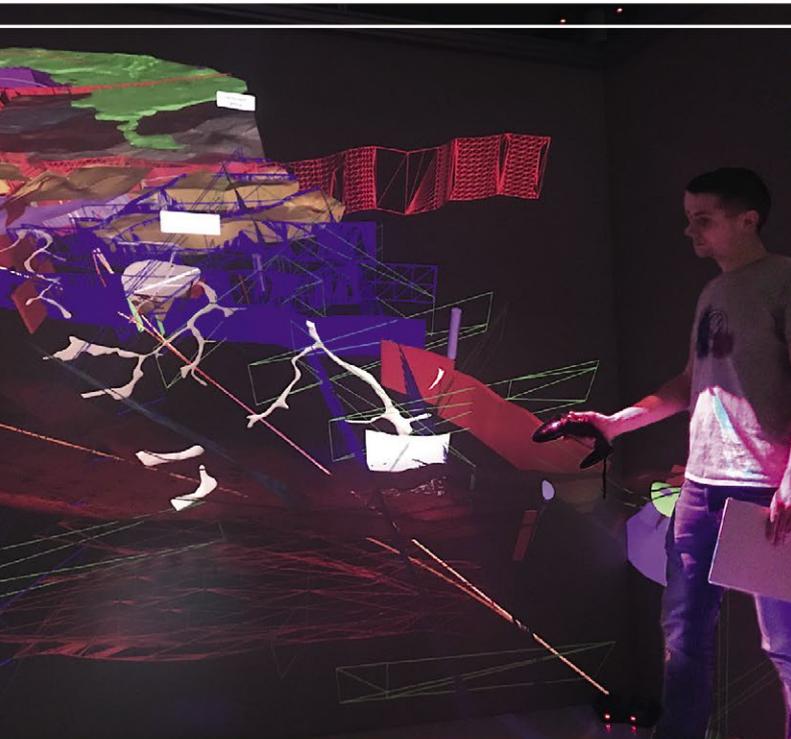




Der Geologische Dienst in Sachsen

Geoprofil, Heft 16 (2022)

Festband zum Jubiläum
150 Jahre Landesgeologie



Inhalt

- 03 Vorwort
- 04 Vorbemerkung
- 06 150 Jahre sächsische Landesgeologie
Manuel Lapp, Harald Walter
- 23 Die staatliche Rohstoffgeologie Sachsens in Vergangenheit,
Gegenwart und Zukunft
Uwe Lehmann
- 37 Schatzsucher im Auftrag der sächsischen Rohstoffstrategie
Daniel Franke-Laske, Daniel Korb, Anna Gahlert
- 45 Der Staatliche Geologische Dienst als „Träger öffentlicher Belange“
Ines Döring, Andrea Schreiber
- 52 150 Jahre Geologisches Archiv im ständigen Wandel
Tobias Duteloff, Katrin Kleeberg
- 66 Der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen und
die geogenen Naturgefahren
Peter Dommaschk
- 77 Geologie in der Infrastrukturplanung am Beispiel
der Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden-Prag
Lisa Thiele, Sabine Kulikov
- 90 Erdwärme in Sachsen
Karina Hofmann, Sascha Görne
- 100 Dem unterirdischen Wasser auf der Spur - die Hydrogeologie
des geologischen Dienstes
Petra Fischer, Friedemann Grafe, Katrin Reinhardt, Silke Reinhardt,
Marcus Richter, Carsten Schulz, Maria Ussath, Mathias Hübschmann
- 124 Der Sächsische Geologische Dienst und die Suche nach einem
Endlagerstandort
Sandra Schneider, Ines Görz
- 137 Sachsens Geologie erleben – Geoparks: Vermittler von Umwelt-
bildung und Rohstoffbewusstsein im Freistaat
Alexander Repstock, Sabine Dietel, Susann Sentek, Denis Loos, Manfred Kupetz,
Jörg Büchner, Axel Rommel



Topasfelsen Schneckenstein in der Gemeinde Muldenhammer (Silke Stark)

Vorwort

150 Jahre Geologischer Dienst in Sachsen – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft



150 Jahre sind im Vergleich zur Erdgeschichte ein Wimpernschlag, für uns sind sie dennoch bemerkenswert. Das Gestein unter unseren Füßen ist, in seiner jeweiligen Ausbildung und mit seinen Rohstoffen, das Fundament unserer Existenz.

Die Geschichte des Freistaates ist eng mit seiner Geologie verknüpft, vor allem die Silbererze und das Porzellan haben Sachsen weltweit berühmt gemacht. Der Geologische Dienst von Sachsen (SGD) feiert im Jahr 2022 sein 150-jähriges Jubiläum - am 6. April 1872 wurde die Geologische Landesuntersuchung im Königreich Sachsen gegründet. Die damals sachsenweit beginnende geologische Landesaufnahme schuf Ergebnisse, auf die noch heute zurückgegriffen wird. „Von der Tradition zur Moderne“ – das Motto des Jubiläumsjahres verbindet 150 Jahre an wertvollen Daten, Erkenntnissen und interdisziplinärem Wissen zum sächsischen Untergrund mit aktuellen geologischen Anwendungen in Wissenschaft, Forschung und Verwaltung.

Wir, als staatlicher Geologischer Dienst von Sachsen, arbeiten mit innovativen Technologien und modernen Untersuchungsmethoden. Hierdurch ist es uns möglich, den Erkenntnisgewinn zum geologischen Untergrund Sachsens zu verfeinern, neue Ergebnisse zu integrieren und zukunftsorientierte Forschungsprojekte zu initiieren. Der geologische Dienst schafft vor allem eine Vielzahl von Produkten und Dienstleistungen, die in vielfältiger Weise von Behörden, Wirtschaft und Bürgern genutzt werden. Eine wesentliche Grundlage dafür ist die Digitalisierung der umfassenden analogen Datenbestände, die

Haltung digitaler Daten und deren Weiterverarbeitung, insbesondere zu digitalen 3D-Modellen. Diese können wiederum vielfältig angewendet werden, z. B. bei der Ableitung von Grundwasserdargeboten, bei den Arbeiten für die Bahnneubaustrecke Dresden-Prag oder bei Aspekten der oberflächennahen Erdwärme, die im Geothermieatlas übersichtlich dargestellt sind.

Die Geowissenschaften gestalten die Schnittstelle zwischen dem Erhalt der Natur und der Entwicklung der für die Industriegesellschaft erforderlichen Infrastruktur. Um hier erfolgreich zu sein, ist fächerübergreifendes, ganzheitliches Denken im Dialog mit anderen Fachdisziplinen geboten. Die Ressourcen der Erde sind begrenzt. Vorhersagen zur weiteren Entwicklung unseres natürlichen Lebensraumes sind nur mit fundierten Kenntnissen zur Entstehung unseres Planeten, der Dynamik seiner Veränderungen und zum nachhaltigen Aufbau seiner natürlichen Rohstoffe möglich. Zu den Chancen und Herausforderungen des 21. Jahrhunderts gehören u.a. die Themen des Umweltschutzes, der erneuerbaren Energien und ein nachhaltiger Rohstoffabbau. Hierbei kann der Sächsische Geologische Dienst, mit seinem breiten geowissenschaftlichen Wissen, visionärem Denken und kooperativem Handeln, die Akteure in Wirtschaft, Wissenschaft und der Gesellschaft unterstützen.

150 Jahre Geologischer Dienst – das bedeutet auch 150 Jahre Kompetenz in geowissenschaftlichen Fragestellungen und Anwendungsbereichen. Mit dem vorliegenden Band über einen Teil der Tätigkeitsfelder der Landesgeologie möchten wir uns vorstellen. Geologie ist wichtig! – für Aspekte der Rohstoffsicherheit und für den Klimaschutz. Lassen Sie uns gemeinsam feiern, diskutieren und 150 Kerzen ausblasen.

Mit freundlichem Glück Auf



Norbert Eichkorn

Präsident des Sächsischen Landesamtes für
Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Vorbemerkung

Dieser Band aus der Geoprofil-Reihe des LfULG hat das 150-jährigen Bestehen des Staatlichen Geologischen Dienstes im Freistaat Sachsen zum Anlass. Er gibt einen Einblick in die Arbeit unserer Behörde. Die Beiträge sollen über die aktuellen Aufgaben und unsere Partner in Wirtschaft und Gesellschaft berichten. Sie erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr soll gezeigt werden, welche weitreichende Rolle geologische Belange in unserem täglichen Leben spielen – oft ohne dass es dem einzelnen Bürger explizit bewusst ist.

Überall dort, wo Menschen in den Untergrund eingreifen, soll dies nachhaltig, d. h. ökonomisch, umweltschonend und risikoarm geschehen. Nutzungskonflikte zwischen dem Bau einer Autobahn, der Rohstoffgewinnung in einem Steinbruch, der Sicherung von Trinkwasserressourcen und den Belangen anderer Fachgebiete sollen vermieden bzw. minimiert werden. Dafür sind wir Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Staatlichen Geologischen Dienstes da! Der Staatliche Geologische Dienst Sachsens ist die zentrale geowissenschaftliche Fachbehörde des Freistaates. Er ist organisatorisch als Abteilung Geologie im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie verankert. Seit 150 Jahren sind wir in Sachsen der zentrale Ansprechpartner für alle Fragen zur Nutzung und zum Schutz unseres geologischen Untergrundes sowie seiner Wechselwirkung mit Maßnahmen an der Erdoberfläche. Mit Fachverstand tragen wir zur Schonung unserer natürlichen Ressourcen und zur Gefahrenverhütung bei.

In unseren Geoarchiven bewahren wir Berichte, Karten und Bohrungsdokumentationen zu den geologischen Verhältnissen in Sachsen auf. Die Dokumente stammen aus der Zeit zwischen 1798 und heute. Der Bestand wächst stetig. Die Unterlagen werden seit einigen Jahren systematisch digitalisiert, in Datenbanken überführt und unter Beachtung der Rechte Dritter für die Öffentlichkeit verfügbar gemacht. Die umfangreichen geowissenschaftlichen Sammlungen beinhalten weit über 100.000 Belegstücke und Proben aus fast 200 Jahren geologischer Tätigkeit in Sachsen. Die Bohrkernstämme stammen aus etwa 25.000 Bohrungen und ergeben aneinandergelagert eine Strecke von über 135 km. Proben aus heute nicht mehr zugänglichen Aufschlüssen sind ein Schlüssel für das Verständnis über die Zusammensetzung und die Entwicklungsgeschichte des Gesteins unter unseren Füßen. Bei sich häufig ändernden Fragestellungen und zunehmenden wissenschaftlichem Fortschritt ist eine Sammlung von Belegmaterial von größtem Wert, denn geologische Informationen altern in der Regel nicht. Muss man stattdessen neue Bohrungen abteufen, verschlingt das schnell mehrere Millionen Euro. Unsere Sammlungen und Archive ermöglichen einen umfangreichen Blick in den Untergrund Sachsens. Das einmalige Material wird von der Wirtschaft, den Genehmigungsbehörden, Privatpersonen und zu Forschungszwecken an Universitäten und wissenschaftlichen Instituten des In- und Auslands genutzt.

Bei der geologischen Landesaufnahme erarbeiten wir landesweit systematisch Kenntnisse über den geologischen Untergrund. Diese stellen wir als Bohrprofile, Karten, 3D-Modelle sowie Geodatendienste für die öffentliche Nutzung bereit. Der Landeserdbendienst überwacht mit zahlreichen seismologischen Messstationen das Erdbebensgeschehen im Freistaat. Dabei werden Erdbeben automatisch registriert und ausgewertet. Je nach Stärke und Häufigkeit der Erdbeben müssen in einzelnen Regionen Sachsens bestimmte Bauvorschriften beachtet werden, um die Sicherheit von Gebäuden zu gewährleisten. Geotope sind Gesteins- oder Landschaftsformen an der Erdoberfläche, z. B. markante Felsen. Sie halten eine Fülle von Informationen über die Entstehung unseres Planeten bereit. Der Geotopschutz bewahrt besonders wertvolle Orte mit vielfältigen erdgeschichtlichen Bildungen, die aufgrund ihrer Seltenheit, Eigenart und Schönheit eines besonderen Schutzes bedürfen.

Der Staatliche Geologische Dienst ist als Träger öffentlicher Belange (TöB) für das komplexe Aufgabenfeld des geologischen Untergrundes verantwortlich. Werden Bebauungs- und Flächennutzungspläne erstellt oder Bau- und Infrastrukturmaßnahmen geplant, wasser-, abfall-, oder deponierechtliche Verfahren durchgeführt, soll das LfULG hinsichtlich der Belange des geologischen Untergrundes angehört werden. Dabei stehen meist Fragen des Ressourcenschutzes (Rohstoffe und Grundwasser), des Geotopschutzes,

der Sicherheit des Baugrundes, die Sicherung der Rohstoffversorgung des Landes sowie die Abwehr geologisch bedingter Gefährdungen im Vordergrund.

In unseren zahlreichen Stellungnahmen machen wir auf nicht erkannte Geogefahren aufmerksam, weisen auf mögliche Konflikte mit Umweltzielen hin, liefern Fachargumente bei konkurrierenden Nutzungsanforderungen und bieten Lösungen zur Planungssicherheit an. Wir erarbeiten Fachstellungnahmen und Expertisen zu den verschiedensten geologischen Fragestellungen. Das sind Dokumente, in denen wir die fachliche Meinung des Staatlichen Geologischen Dienstes zu speziellen Fragen des geologischen Untergrundes darlegen, sodass andere Institutionen oder Behörden diese nachvollziehen und in ihren Vorhaben berücksichtigen können. Hierzu analysieren wir die konkreten geologischen Untergrundverhältnisse, erörtern geologische Sachverhalte und schätzen die Machbarkeit eines Vorhabens sowie mögliche Risiken ein. Wir weisen geologische Problemzonen aus und formulieren detaillierte Forderungen oder Empfehlungen. Unsere detaillierten Fachexpertisen stellen eine Entscheidungshilfe für vielfältige Genehmigungsverfahren im Bergrecht, Baurecht, Bodenschutz, Wasserrecht und Abfallrecht dar.

Wir begleiten Planungs-, Bau- und Sanierungsvorhaben für die öffentliche Hand aus fachlicher Sicht. Dafür prüfen wir die Plausibilität von Planungen und Gutachten, nehmen an Vor-Ort-Terminen teil und unterstützen unsere Auftraggeber mit geologischen Untersuchungen und Expertisen. So bewerten wir regelmäßig die Standsicherheit von Böschungen und Hängen für die Straßenbauverwaltungen und den Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB). Wir führen Laboruntersuchungen zu physikalischen Eigenschaften von Gesteinen und Grundwasser durch. Diese Untersuchungen dienen als Grundlage für die Bewertung von Sicherheits- und Sanierungsmaßnahmen. Aus den Untersuchungsergebnissen leiten wir Empfehlungen für effiziente Maßnahmen zur Gefahrenabwehr her. Regionalpläne dienen dazu, Nutzungsformen unseres Landes miteinander abzustimmen und ihre Verteilung festzulegen. Als Staatlicher Geologischer Dienst schlagen wir Flächen mit schützenswerten Rohstoffvorkommen für die Aufnahme in die Regionalpläne vor, um die zukünftige Nutzung wirtschaftlich bedeutender Rohstoffe sicherzustellen. Für »Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen« dokumentieren wir Sturz- und Rutschungsereignisse von Erd- und Felsmassen und legen Bereiche für vorbeugende Schutzmaßnahmen fest.

Im Interesse des flüssigen Lesens wurde auf eine ‚gegenderte‘ Schreibweise in den meisten Beiträgen verzichtet. Es ist also stets von ‚Geologen oder z.B. Nutzern‘ die Rede wobei damit sowohl beide Geschlechter als auch trans, inter und queere Menschen explizit mit eingeschlossen sind.

Danksagung

Die nachfolgenden Fachbeiträge wurden jeweils einem Gutachterverfahren unterzogen. Gedankt sei an dieser Stelle dafür den Gutachtern: Doreen Brandl – Dresden, Rainer Clausnitzer – Dresden, Dr. Rainer Brauer – Chemnitz, Dr. Friedrich Flötgen – Freiberg, Dr. Kurt Goth – Dresden, Dr. Ottomar Krentz – Freiberg, Dr. Werner Pälchen – Freiberg, Prof. Dr. Jörg Schneider – Freiberg, Christoph Starke – Freiberg, Prof. Dr. Klaus Thalheim – Dresden, Dr. Harald Walter – Langenau, Dietmar Leonhardt – Freiberg, Dr. Peter Wolf – Freiberg.

150 Jahre sächsische Landesgeologie

Manuel Lapp¹, Harald Walter²

Zusammenfassung

Der Beitrag berichtet über die Geschichte des Geologischen Dienstes von Sachsen, der 2022 sein 150-jähriges Jubiläum begeht. Seine Anfänge finden sich in den wirtschaftlichen Erfordernissen der Industriellen Revolution und der Sammlung geologischer Grundlagendaten. Sie verbinden sich insbesondere mit der flächendeckenden geologischen Kartierung des Landes. Es wird die weitere Entwicklung des Dienstes mit dem Aufbau von Bereichen der Angewandten Geologie geschildert, die sich in die weitere wirtschaftliche Entwicklung des Landes einbinden. Der Geologische Dienst erfuhr in den verschiedenen politischen Systemen eine unterschiedliche Ausrichtung. Über all diese Zeiten konnten aber geowissenschaftliche Informationen über den heutigen Freistaat gesammelt und vervielfacht werden. Sie bilden heute eine sehr wichtige und fundierte Basis auch für die aktuellen wirtschaftspolitischen Fragestellungen, angefangen von der Rohstofferkundung, über die Energiewirtschaft, die Endlagersuche bis hin zu Fragen des Ausbaus der Infrastruktur.



Abb. 1: Eine der ersten geologischen Karten weltweit ist die geologische Übersichtsdarstellung aus der "Mineralogischen Geographie der Chursächsischen Lande" im Maßstab ca. 1:700.000 von Johann Friedrich Wilhelm von Carpentier (1778). Sie zeigt die Verbreitung von 12 Gesteinsarten in 8 Flächenfarben und Signaturen.

Vorgeschichte

Die Geschichte des Sächsischen Geologischen Dienstes ist eng mit der wirtschaftlichen Entwicklung Sachsens verbunden. Es war der Mangel an Brennholz für die königlichen Hüttenbetriebe, der 1788 Friedrich August II auf Rat der „Landes-Oeconomie-Manufaktur- und Commerzien-Deputation“ veranlasste, die Aufsuchung von Steinkohlen in den sächsischen Landen anzuordnen und damit den Freiburger Bergrat Abraham Gottlob Werner (1749-1817) zu beauftragen (Abb. 2). Vor ihm hatte bereits Hans Carl von Carlowitz (1645-1714) 1713 in seiner „Sylvicultura oeconomica“ den nachhaltigen Umgang mit Brennstoffen angemahnt. Deswegen ist er auch international als Begründer der Nachhaltigkeit (Sustainability) anerkannt (Grober 2007). Werner aber war es, der zur Ablösung des Brennstoffes Holz und der Suche zunächst nach Steinkohlen mit der flächenhaften geologischen Untersuchung der sächsischen Lande begann. Er hatte damit einen Vorläufer des Geologischen Dienstes geschaffen. So schickte er seine Schüler in verschiedene Landesteile Sachsens mit der Aufgabe, jeweils ein möglichst getreues Abbild des geologischen Untergrundes aufzuzeichnen. Zu den 63 Einzelarbeiten (Stams 1993) gehörte jeweils eine „illuminierte petrographische Charte“, für die Werner eine Farbskala vorgegeben hatte.

Die Idee zur geologischen Kartierung eines größeren Landesteiles war nicht neu. Bereits Johann Friedrich Wilhelm von Charpentier (1738-1805) entwarf 1778 eine „Petrographische Charte des Churfürstentums Sachsen“ (Charpentier 1778), die sich mit einer mineralogischen Beschreibung des Landes verband (Abb. 1). In ihrem recht groben Maßstab genügte diese Karte aber den wirtschaftlichen Ansprüchen keinesfalls. Nach Werner gab es weitere Versuche, die geologischen Verhältnisse in Sachsen auf einer Karte abzubilden. So brachte Christian Keferstein (1784-1866) eine „General-Charte von dem Königreiche Sachsen“ heraus. In ihr war bereits eine stratigraphische



Abb. 2: Abraham Gottlob Werner, Pastell eines unbekanntenen Künstlers (Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden).

Gliederung, soweit sie damals bekannt war, zu erkennen (Keferstein 1824, 1825). Ihm folgten Leopold von Buch (1774-1853) und Friedrich Hoffmann (1797-1836). Deren Kartenwerke (v. Buch et. al 1826 bzw. Hoffmann 1830-1836) banden sich in weitflächige Kartenprojekte ein, für die es bereits detailliertere Blattsnitte gab. Aber auch diese Karten waren für wirtschaftliche Fragestellungen zu grobmaßstäblich. Das Kartenwerk von Buch et al. (1826) im Maßstab 1:1.100.000 umfasste 42 Blätter und reichte vom Osten Englands bis ins heutige Weißrussland, Hoffmann (1830-1836) veröffentlichte 50 Blätter im Maßstab 1:800.000.

Werners Schüler Carl Friedrich Naumann (1797-1873) stand mit „der Charte des Königreichs Sachsen“ des Geodäten Wilhelm Gotthelf Lohrmann (1796-1840) ab 1829 bereits eine flächendeckende Topographie im Maßstab 1:120.000 als Grundlage zur Verfügung (STAMS 1993, STAMS & STAMS 1998). Mit Bernhard von Cotta (1808-1879) vollendete er zwischen 1835 und 1845 in elf Blättern eine „Geognostische Specialcharte des Königreichs Sachsen“. Sie bot nun schon eine genauere Übersicht zum geologischen Untergrund von Sachsen (Naumann & Cotta 1846) (Abb. 3).



Abb. 3: Ausschnitt des Nordrandes des Granulitgebirges mit dem Nordwestsächsische Rotliegenden Senke aus der zwischen 1835 und 1845 in elf Blättern erschienenen „Geognostische Specialcharte des Königreichs Sachsen“ (Naumann & Cotta 1846). Blatt XIV Grimma.

Die Aufbautetappe (1872-1908)

Im Zuge der Industriellen Revolution in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts genügte eine Karte im Maßstab 1:120.000 den wirtschaftlichen Erfordernissen des Königreiches Sachsen bei weitem nicht mehr. Die detaillierte geologische Landesaufnahme wurde so zu einem wirtschaftlichen Erfordernis höchster Priorität.

Auf Empfehlung der damals führenden sächsischen Geologen Carl Friedrich Naumann (Leipzig), Bernhard von Cotta (Freiberg) und Hanns Bruno Geinitz (1814-1900; Dresden) wurde in Leipzig 1872 die „Sächsische Geologische Landesuntersuchung“ als selbständige staatliche Institution gegründet. Ihr erster Leiter wurde der damals junge Professor Hermann Credner (1841-1913) (Abb. 4). Vordringliche Aufgabe war „die möglichst genaue Erforschung des geologischen Baus, des Mineralreichtums und der Bodenverhältnisse des Königreiches sowie die Nutzbarmachung der gewonnenen Resultate für die Wissenschaft, die Land- und Forstwirtschaft, für Bergbau und Verkehr sowie die übrigen Zweige technischer Betriebsamkeit“

(Credner 1873). Als mögliche Wege nannte er die Herstellung einer geologischen Spezialkarte sowie von geologischen Profilen, die Untersuchung und Aufnahme aller in Bau befindlichen Eisenbahnstrecken und sonstigen Aufschlüsse, die Publikation von Aufsätzen und Abhandlungen zur Mineralogie, Geologie und Paläontologie sowie zur Bodenkunde und zum Mineralreichtum in Sachsen. Dies sollte sich mit der Einrichtung von Archiven für die bei der Kartierung gesammelten Belegstücke sowie für die nicht publizierten Arbeitsmaterialien und der möglichst vollständigen Sammlung der Sachsen betreffenden geologischen Literatur verbinden. Besondere Sorgfalt wurde auch der Darstellung der Bodenverhältnisse beigemessen, um insbesondere auf den Flachlandsektionen, die Spezialkarte auch für agronomische und fiskalische Interessen nutzen zu können. Als Sitz der geologischen Landesuntersuchung wurde dieser die zweite Etage des mineralogischen Museums der Universität Leipzig in der Talstraße 35 zugewiesen (Credner 1873, 1880, 1893a, 1904).

Die Zeit von 1872-1908 wird von Hoth (1997) als Aufbautappe des Geologischen Dienstes bezeichnet, die durch die Grundlagenentwicklung, d.h. durch die erste vollständige spezielle geologische Landesaufnahme (GK 25) gekennzeichnet ist. Weitere Schwerpunkte waren die Profilierung sächsischer Eisenbahnstrecken und die zusammenfassende Bearbeitung sächsischer Steinkohlen- und Erzreviere. Die Bezeichnung der Dienststelle lautete in diesen Jahren „Geologische Landesuntersuchung des Königreiches Sachsen“.

Die topographische Grundlage für die geologische Spezialkarte im Maßstab 1:25.000 hatte der königlich sächsische Generalstab unter der Leitung von Oberstleutnant Astulf Rigdag Friedrich Vollborn (1825-1894) erarbeitet. Da um 1870 für eine topographische Landesaufnahme noch die geodätischen Voraussetzungen fehlten, musste nochmals auf ältere Kartenwerke zurückgegriffen und die so genannten Äquidistantenkarten erstellt werden. Unmittelbar nach der Fertigstellung der Topographie konnten die Kartierer der Geologischen Landesanstalt mit der geologischen Geländeaufnahme beginnen (Stams 1993).

Credner hatte festgelegt, dass die Terrainverhältnisse nicht durch die bis dahin in Sachsen noch gebräuchlichen Situationsschraffierungen (sog. Bergschraffen), sondern durch die Einzeichnung horizontaler Niveaukurven wiedergegeben werden sollten. Durch diese Höhenlinien ließen sich die detaillierten geologischen Strukturen deutlicher darstellen. Die Wahl der geologischen Farben hatte sich nach Credner (1893a) an

die einige Jahre zuvor publizierten Karten der preußisch-thüringischen Landesaufnahme anzulehnen.

Die „Geologische Spezialkarte“ im Maßstab 1:25.000 diente als Basis- oder auch Grundkarte. 1884 wurde unter der Leitung von Credner eine Übersichtskarte für das sächsische Granulitgebirge erarbeitet und daraus 1910 die Geologische Übersichtskarte des Königreiches Sachsen im Maßstab 1:500.000 abgeleitet. Für die Kartierung selbst engagierte Hermann Credner jüngere und qualifizierte Geologen, deren Arbeit er ständig koordinierte und auch im Gelände überprüfte. Insbesondere in den Anfangsjahren stieß er dabei auf Schwierigkeiten, wie er 1874 an das Finanzministerium schrieb (Freyer 1988). Die große Menge der jüngeren Geologen würden von der preußischen Landesuntersuchung adsorbiert werden und seien dort pekuniär auch günstiger gestellt. Letztlich gelang es ihm, etwa 20 haupt- und zum Teil nebenamtliche Kartierer dauerhaft mit der Landesaufnahme zu beauftragen (Berger et al. 1995) (Abb. 5). Bei der Landesregierung erlangte er eine Verordnung, in der alle Verwaltungsbehörden, Gemeindevorstände sowie alle Besitzer und Verwalter von Grundstücken aufgefordert wurden, ihm und seinen Mitarbeitern Zugang zu allen Grundstücken, geologischen Aufschlüssen und Bohrungen zu gewähren und Einsicht in alle für die Geologie relevanten Unterlagen zu ermöglichen. Außerdem seien dem Amt Informationen über etwaige Funde für die Geologie verwertbarer Gegenstände wie Versteinerungen, Steinwerkzeuge, Urnen, Meteorfalle oder Höhlenschließungen zu melden (Credner 1873).



Abb. 4: Herrmann Credner (1841-1913) auf einem Bild von 1905. Erster Leiter der sächsischen Landesgeologie von 1872 bis 1912 (Archiv LfULG).



Klemm Vater Weber
Dalmer Hermann Hazard Beck Sauer
Schalch Credner Siegert

Abb. 5: Hermann Credner (sitzend, Bildmitte) inmitten seiner Kartierer vor den Sammlungsschränken in der Talstraße 35 in Leipzig, Aufnahme um 1888 (Archiv LfULG).

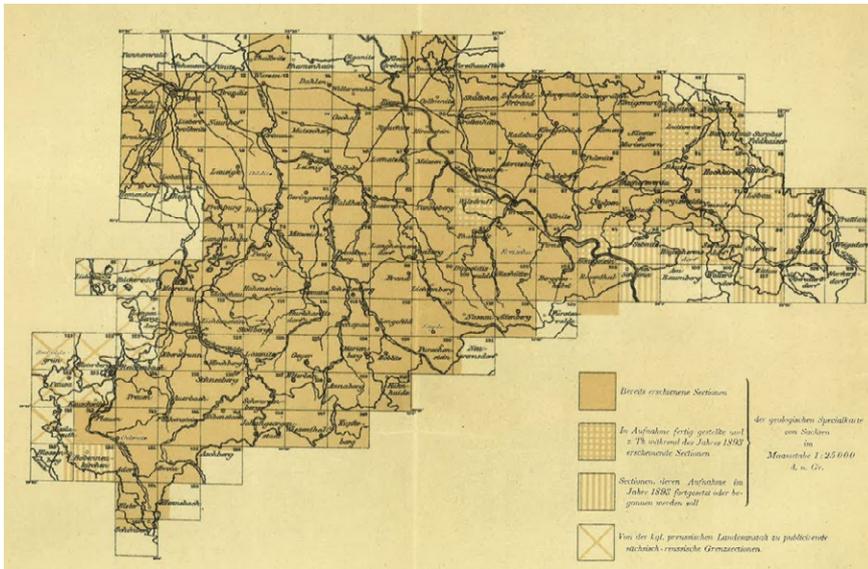


Abb. 6: Stand der geologischen Landesuntersuchung des Königreichs Sachsen im Sommer 1893 (Credner 1893).

Um 1895 war die erste Auflage der 127 Kartenblätter im Maßstab 1:25.000 weitestgehend abgeschlossen (Abb. 6). Für das gesamte Königreich Sachsen war damit ein flächendeckendes Kartenwerk geschaffen worden, welches weit über die Grenzen Deutschlands hinaus als Vorbild galt. Die durch die Landeskartierung gewonnenen Erkenntnisse sowie die steigenden Anforderungen seitens der Wirtschaft an das Amt hatten zur Folge, dass die „Geologische Landesuntersuchung“ nach vollständiger Vorlage der 1. Auflage nicht wie ursprünglich geplant aufgelöst, sondern stattdessen die Kartierung mit der 2. Auflage der vorliegenden Sektionen fortgesetzt wurde. Ab ca. 1890 lag nach Stams (1993) eine genauere Topographie auf der Basis der von Christian August Nagel (1821-1903) durchgeführten Triangulation vor. Ab ca. 1910 fand in den Geologischen Spezialkarten diese genauere Messtischblatttopographie Verwendung (Freyer 1993, Berger et al. 1995).

Auf paläontologischem Gebiet wurde Hermann Credner durch die Bearbeitung der Amphibien aus dem Rotliegenden des Plauenschen Grundes bei Freital bekannt (zuletzt Credner 1893b). Über die sächsischen Grenzen hinaus gewann sein zwischen 1872 und 1912 in 11 Auflagen erschienenes Lehrbuch „Elemente der Geologie“ große Bedeutung.

Neben der Kartierung Sachsens führte die Geologische Landesuntersuchung auf Anweisung der sächsischen Regierung von Anfang an Arbeiten in den Erz- und Kohlerevieren des Landes durch. Sie mündete in der Herausgabe umfangreicher Monographien der Erzreviere von Annaberg, Berggießhübel und Freiberg, der drei sächsischen Steinkohlenreviere Zwickau, Lugau und Freital und der Braunkohlenreviere Nordwest- und Ost Sachsens. Einen Schwerpunkt bildete hier der Aufbau des Industriebereiches Böhlen bei Leipzig mit dem ersten Großtambau. An diesen Aufgaben waren Hermann Mietzsch (1846-1877), Theodor Siegert (1835-1913), Franz Etzold (1859-1928)

sowie der Döhlener Markscheider Richard Hausse (1843-1924) beteiligt. Die Bearbeitung der Gangreviere im sächsischen Erzgebirge übernahm der im Oberbergamt Freiberg tätige Oberbergamtsrat Carl Hermann Müller (1823-1907) („Gang-Müller“) (Müller 1901).

Der Ausbau des Eisenbahnnetzes in Sachsen war zum Zeitpunkt der Gründung des Amtes schon weit vorangeschritten. Credner (1873) hatte in seinen Empfehlungen zur Amtsgründung darauf hingewiesen, wie wichtig es sei, auch die Erdarbeiten geologisch zu dokumentieren. Bei dem 1869 erfolgten Lückenschluss zwischen Freiberg und Niederwiesa/Chemnitz hatte man im Vorfeld drei Varianten geprüft und sich aus rein ökonomischen Gründen für eine Streckenführung über Frankenberg und Oederan entschieden. Geologische Argumente wurden damals noch nicht geprüft. Bald musste man allerdings feststellen, dass ein Hang oberhalb der Bahntrasse zwischen Falkenau und Flöha allmählich ins Rutschen kam und den Bahnverkehr ernstlich zu gefährden drohte. Sowohl den ehemaligen Kartierer Richard Beck, der ab 1895 eine Professur für Geologie, Lagerstättenlehre und Versteinerungskunde an der Bergakademie Freiberg innehatte, als auch den Direktor des Sächsischen Geologischen Landesamtes Hermann Credner bat man damals um Gutachten. Als jedoch die Königliche Generaldirektion der Sächsischen Staatseisenbahnen Credner 1906 aufforderte, den von ihm vorgeschlagenen Abtrag auf einem Plan einzuzichnen und die Reihenfolge dieser Abtragung festzulegen, lehnte Credner dies kategorisch ab. Er habe auf die Gefahren und ihre Ursachen hingewiesen und Hinweise zur Abhilfe gegeben. Deren Umsetzung jedoch sei Sache von Ingenieuren (Walter 2020). Über Ingenieurgeologen verfügte das Amt damals noch nicht.

Die Etappe der Landesentwicklungskonzepte (1909-1932)

Die zweite Tätigkeitsetappe des Dienstes sieht Hoth (1997) in den Jahren zwischen 1909 und 1932. Mit der Einbeziehung weiterer Bereiche der Geologie war sie durch mehrere Landesentwicklungskonzepte gekennzeichnet. Im Vordergrund standen jetzt Infrastrukturprojekte wie Gutachten zum Talsperren-, Verkehrs- und Tunnelbau. Hervorzuheben ist der Aufbau des ersten Landesgrundwasserdienstes in Europa mit 850 Messstellen sowie 248 Messquellen ab 1922 (Grahmann 1935) (Abb. 7). Die erstmalige Berechnung der Braunkohlenvorräte erfolgte 1915, außerdem wurde eine sächsische Bodendatenbank eingeführt und erste Bodenkarten erarbeitet.

Nach der Emeritierung von Hermann Credner 1913 leitete Hans Stille (1876-1956) für kurze Zeit den Sächsischen Geologischen Dienst. Ihm folgte bis 1934 der Österreicher Franz Kossmat (1871-1938) (Abb. 8), der sich insbesondere für seine geotektonischen Forschungen der Nutzung von geophysikalischen Daten verschrieb. Kossmat suchte nach Mechanismen, die die Entstehung von Orogengürteln zu erklären halfen. Dabei waren ihm seine Kenntnisse aus dem Alpenraum mit gut aufgeschlossenen Deckenüberschiebungen überaus hilfreich (Abb. 9c). Er übertrug diese auf seine Beobachtungen im Erzgebirge (Abb. 9c), womit er seiner Zeit weit voraus war. Es sollte noch etwa 60 Jahre dauern, ehe sich die Existenz von Deckenüberschiebungen im Erzgebirge als Teil des variszischen Kollisionsorogens in der Fachwelt durchsetzen konnte. 1927 veröffentlichte er seine „Gliederung des varistischen Gebirgsbaues“ (Abb. 9a), die im Wesentlichen noch heute gültig ist (Drost et al. 2005). Damit erstreckte sich sein Wirken und seine Bedeutung auch über die sächsischen Grenzen hinaus.

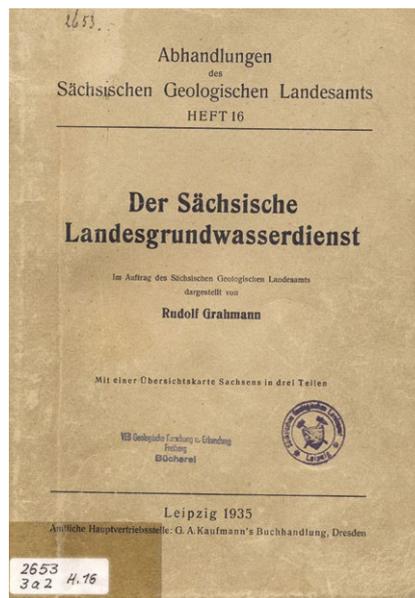


Abb. 7: Titelseite der Publikation zur Einrichtung des Landesgrundwasserdienstes.



Abb. 8: Franz Kossmat (1871-1938) war in den Jahren von 1913 bis 1934 Direktor des Geologischen Landesamtes in Sachsen (Archiv LfULG).

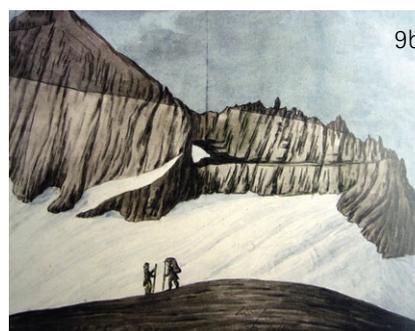
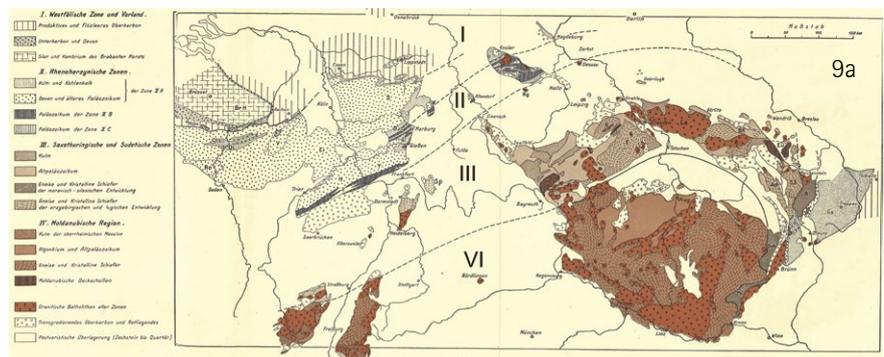


Abb. 9a: Kossmatsche Zonengliederung des Variszikums (Kossmat 1927).

9b: Seine Vorstellungen für weitreichende Deckenüberschiebungen hatten seinen Ursprung in den Alpen. Glarner Hauptüberschiebung und Martinsloch, Bündner Seite, Aquarell von Hans Conrad Escher von der Linth (1809).



9c: Die Parallelen dazu sah er in Schmiedels Bruch, Hammerunterwiesenthal (Archiv LfULG).

Unter Kossmat wurde die Revision der Geologischen Spezialkarte von Sachsen fortgesetzt. Es erschienen 36 Kartenblätter in der 2. Auflage. Doch war die Kartierung bald nicht mehr das vorrangige Arbeitsziel. Zunehmend kamen weitere Fragen der angewandten Geologie dazu. Im wirtschaftlich prosperierenden Sachsen mit dichter Bevölkerung und einer intensiven Landwirtschaft war der Bedarf an Grundwasser besonders hoch. Zwischen 1910 und 1912 war das Amt aufgrund einiger aus landwirtschaftlichen Kreisen im damaligen Landtag stammender Anträge durch die Sächsische Staatsregierung beauftragt worden, einen über das gesamte Land verteilten Landesgrundwasserdienst aufzubauen. So wurde noch 1912 damit begonnen, die Ergebnisse der geologischen und hydrologischen Untersuchungen zu sammeln, die teils von staatlicher, vorwiegend jedoch von kommunaler und privater Seite bei der Anlage von Wasserwerken und Brunnen erstellt worden waren. Zur Einrichtung des Landesgrundwasserdienstes kam es unter schweren finanziellen Schwierigkeiten aber erst nach dem Ersten Weltkrieg (Grahmann 1935) (Abb. 7).

Etwa ab 1923 begann Friedrich Härtel (1892-1947) mit bodenkundlichen Arbeiten. Zunächst erfolgten nur kurze Beschreibungen zur Ergänzung der geologischen Karten, wobei auch Bodenanalysen genutzt wurden. Von 1923 bis 1926 lief eine bodenkundliche Spezialkartierung zahlreicher größerer Gutsfluren für landwirtschaftliche Zwecke. Friedrich Härtel war

auch an der Reichsbodenschätzung beteiligt. Gleichzeitig wurde von ihm die geologische Bodenkunde auf dem Gebiet der Forstlichen Standortuntersuchung und -kartierung entwickelt. In den 1930er Jahren und während des Zweiten Weltkrieges wurde das Amt zur Erforschung der Bodenerosion und für Gutachten bei der Rekultivierung von Bergbaugebieten konsultiert. Von 1930 bis 1931 entstanden Übersichtskarten zur Verbreitung der Hauptbodenarten in den Maßstäben 1:400.000 und 1:200.000. Das waren die ersten derartigen Bodenkarten im gesamten Gebiet des damaligen Deutschen Reiches.

Eine wichtige Rolle spielte die Braunkohlenforschung. Mit seinem 1925 erschienenen Werk „Die Braunkohlen Deutschlands“ wurde Kurt Pietzsch auch über die Grenzen Sachsens hinaus bekannt. Unter anderem auf seine Untersuchungen baute 1921 der Aufschluss des Tagebaues Böhlen auf, der als der erste Großtagebau gilt.

Ein weiteres wichtiges Arbeitsgebiet war die Baugrundbeurteilung (Pietzsch 1945, Freyer 1993, Pälchen 1998). Ab 1918 führte die Dienststelle die Bezeichnung „Geologische Landesuntersuchung Sachsen“, und ab 1924 „Sächsisches Geologisches Landesamt, Sitz Leipzig“ (Mund 1991, 1997, Berger, R. 2004).

Während der Zeit des Nationalsozialismus (1933-1945)

Ab 1933 setzte die dritte Tätigkeitsetappe des geologischen Dienstes in Sachsen ein (Hoth 1997). Im Rahmen staatlicher Autarkiebestrebungen des Deutschen Reiches wurde seine rohstoffwirtschaftliche Bindung zunehmend und unverhältnismäßig forciert. Dies erfolgte oft unter Vernachlässigung der Landesaufnahme. Prognose-, Such- und Erkundungsarbeiten auf Erze und Späte fanden zahlreich statt. Auch in den Ausbau des Verkehrsnetzes war das Amt involviert. Wie sich dann zeigen sollte, diente er insbesondere den expansionistischen Zielen des Deutschen Reiches.

1934 gab Franz Kossmat wegen gesundheitlicher Probleme die Leitung des Amtes an den bisherigen Landesgeologen Kurt Pietzsch (1884-1964) ab, der ihn vordem schon mehrfach vertreten hatte. Pietzsch war mit seiner Biographie eng mit dem Leipziger Raum verwachsen (Abb. 10, 11). So fügte er sich 1937 nur widerstrebend dem Umzug des Amtes von Leipzig

nach Freiberg, wie auch aus einer Denkschrift zur Eingliederung des Amtes in ein neues Staatsgefüge nach dem Zweiten Weltkrieg hervorgeht (Pietzsch 1945). Doch stellte er sich der Notwendigkeit, die amtlichen Stellen Oberbergamt und Geologisches Landesamt mit den geowissenschaftlichen und montanistischen Instituten der Bergakademie an einem Ort zu bündeln. Freiberg galt schon seit langem als geo- und montanwissenschaftliches Zentrum. Trotz dieser zukunftsweisenden Konstellation musste das Geologische Landesamt auch in der Folge weitere Umstrukturierungen über sich ergehen lassen (Börngen & Bach 1997, Walter 2011). Ab 1937 wurde dem Amt die Bezeichnung „Sächsisches Geologisches Landesamt, Sitz Freiberg“, ab 1939 „Reichsstelle für Bodenforschung, Zweigstelle Freiberg“ zugewiesen. Seit 1941 hieß es dann „Reichsamt für Bodenforschung, Zweigstelle Freiberg“. Damit verlor das Amt seine juristische Selbständigkeit (Freyer 1993, Mund 1991, 1997, Berger, R. 2004).



Abb. 10: Kurt Pietzsch (1884–1964) war Leiter des Geologischen Dienstes von 1934 bis 1945 und von 1952 bis 1958 (Archiv LfULG).

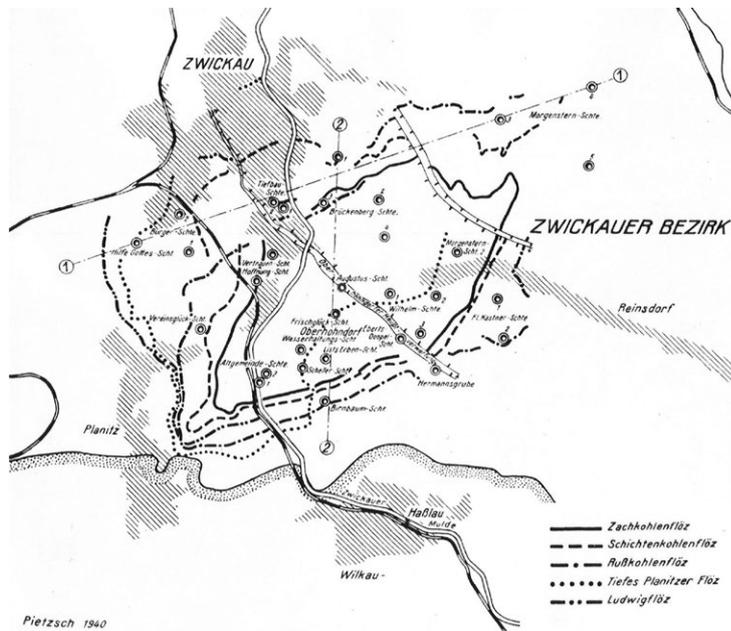


Abb. 11: Karte des Zwickauer Steinkohlenreviers aus einem Bericht von Kurt Pietzsch (Pietzsch 1942).

Nach dem Zweiten Weltkrieg (1945–1961)

Auch wenn Kurt Pietzsch später nachweisen konnte, dass er Ende der 1930er Jahre der nationalsozialistischen Partei nicht aus Überzeugung beigetreten war, führte die vormalige Mitgliedschaft dazu, dass er nach dem Zweiten Weltkrieg in der sowjetischen Besatzungszone zunächst nicht mehr Direktor des Amtes sein durfte. In seinen persönlichen Aufzeichnungen aus dem Jahre 1961 finden sich lediglich die nüchternen Notizen, dass am 1. Dezember 1945 Dr. Erich Lange Leiter der Freiburger Zweigstelle wurde. 1946 ging Prof. E. Lange als Präsident der Landesanstalt nach Berlin und Dr. E. Pollak übernahm die Leitung der Freiburger Außenstelle. Doch erfolgte alsbald auch die Rehabilitierung von Kurt Pietzsch. Für den ersten März 1952 findet sich dann der Eintrag: „Walland = Leiter der Dienststelle; Ich = Chefgeologe“. Damit wurde auch wieder der fachlichen Kompetenz von Pietzsch entsprochen (Freyer 1993, Walter 2011).

Der Geologische Dienst in Sachsen hatte glücklicherweise den Zweiten Weltkrieg in beinahe ungeschmälertem Bestand überdauert. Somit konnte er in seiner vierten Etappe ab Sommer 1945 seine Arbeiten nahezu nahtlos weiterführen. Als Zweigstelle Sachsen der in der sowjetischen Besatzungszone geschaffenen Deutschen Geologischen Landesanstalt standen dabei weiterhin vorwiegend praxisorientierte Arbeiten im Vordergrund. Einige der bisherigen Aufgaben wie der Landesgrundwasserdienst oder die bodengeologische Kartierung mussten jedoch ab 1948 an andere Institutionen abgegeben werden. Im Zuge von Umstrukturierungen lauteten die weiteren Bezeichnungen des Amtes ab 1950 Staatliche Geologische

Kommission, Zweigstelle Sachsen, ab 1952 Staatliche Geologische Kommission, Außenstelle Freiberg, ab 1956 Staatliche Geologische Kommission, Geologischer Dienst Freiberg und ab 1958 Zentraler Geologischer Dienst, Geologischer Dienst Freiberg (Freyer 1993, Mund 1991, 1997, Berger, R. 2004).

Die ersten Aufträge nach dem Krieg an das Amt erfolgten durch Dienststellen der Sowjetischen Militäradministration (SMA). Im Zuge des nun beginnenden Wetttrüstens holte sich die SMA erste Informationen über die sächsischen Uranvorkommen. In den Ländern Thüringen und Sachsen befanden sich Uranvorkommen, die auch nach heutigen Maßstäben noch zu den weltweit größten zählen würden. Große Gebiete dieser Lagerstätten waren nach dem Krieg von US-amerikanischen Truppen besetzt. Noch während des Krieges hatte man sich 1944 im Zonenprotokoll darauf geeinigt, das von US-Militärs besetzte Thüringen und Teile Sachsens dem sowjetischen Einflussbereich zuzusprechen. Im Gegenzug wurden den Westalliierten der westliche Teil von Berlin zuerkannt. Die Ironie der Geschichte war, dass die Sowjetunion ihre ersten Atombomben mit Uran aus erst kürzlich von US-amerikanischen Truppen besetztem Gebiet bauen konnte. Bereits 1947 wurde in der Sowjetischen Besatzungszone, der späteren DDR mit 150 Tonnen mehr Uran gefördert als in der Sowjetunion (129,3 t). 1950 stehen 1.224 Tonnen, die aus der DDR geliefert wurden 416,9 Tonnen aus sowjetischer Produktion gegenüber (Autorenkollektiv 1999).

Darüber hinaus wurden vor allem Berichte über deutsche Steinkohlenvorkommen und weitere fossile Brennstoffe wie Braunkohle und Torf seitens der SMA abgefordert. Es entstand eine Monographie über Werk- und Dekorationssteine (Lemke 1947). Bis 1955 lagen die Arbeitsschwerpunkte vor allem im Bereich der Lagerstättenerkundung. Neben den Brennstoffen gehörten dazu die Erkundung der Nickellagerstätten am

Südrand des Granulitgebirges, der Wolframitlagerstätten im Vogtland sowie der Buntmetallagerstätten bzw. -vorkommen im Brander Revier und bei Hermsdorf. Hinzu kamen zahlreiche Objekte auf dem Sektor Steine/Erden. Ab 1953 stiegen die ingenieur- und hydrogeologischen Gutachten sprunghaft an (Pietzsch 1948, Hoth et al. 1975, Freyer 1993) (Abb. 11,12,13).



Abb. 12: Kurt Pietzsch (rechts) während einer Inspektion an der Talssperre Pirk am 13. April 1938 (Archiv LfULG).



Abb. 13: Kurt Pietzsch (sitzend, Bildmitte) zu seinem 65. Geburtstag am 29. September 1949 inmitten seiner Mitarbeiter daneben sitzend die Schreibkräfte Brunhilde Fuchs (später verh. Uhlig, links) und Erika Röpke (rechts). 2. Reihe von links: Erika Wohlmann (Labor), Herta Kirschner (Sekretärin), Herbert Reh (Geologe, wiss. Mitarbeiter), Toni Weidemann (Köchin), Else Schelle (Verwaltung, Buchführung), Elfriede Auerbach (Laborhilfe), Josef Seifert (Hausmeister und Heizer, später Kaderleiter), Vorname? Flachsbarth (Bergingenieur, wissenschaftlicher Mitarbeiter), Horst-Immo Uhlig (Geologietechniker), Hans-Joachim Blüher (Geologe, wissenschaftlicher Mitarbeiter). Hintere Reihe von links.: Walter Rudolph (Zeichner), Vorname? Silbermann (Kollektor), Richard Arnold (Zeichner), Karl Dögel (Kartograf), Hans Bronek (Kraftfahrer), Sigrid Wagner (Praktikantin), Eberhard Grumbt (Praktikant) und Hans Hempel (Geologe, wissenschaftlicher Mitarbeiter) (Archiv LfULG).

1949 wurde eine Außenstelle in Leipzig gegründet, die für die Arbeiten in NW-Sachsen zuständig war. 1957 folgte die Gründung einer Arbeitsstelle in Plauen für die geologischen Untersuchungen im Vogtland. Durch den Zugang zahlreicher junger Geologen erfolgte ab ca. 1956 der schrittweise Neubeginn der Grundlagenforschung. Unter anderem begann auch die Zusammenarbeit mit dem benachbarten Geologischen Dienst in Prag zur Erarbeitung von grenzüberschreitenden geologischen Übersichtskarten im Maßstab 1:200.000, die 1962 ihren Abschluss fand. Seit 1957 begannen in zunehmenden Maße Erkundungsarbeiten für die Braunkohlenindustrie. In diesem Jahr starteten auch wieder erste Revisionskartierungsarbeiten im Maßstab 1:25.000 in der Lausitz und im Vogtland. Unter der

Bezeichnung „Tiefenkartierung Nordrand Sächsische Lausitz“ wurde 1960 bis 1967 das mit insgesamt 16.172 erkundeten Bohrm Metern bis dahin größte Erkundungsprogramm durchgeführt (Brause 1966). Es verband sich mit der Suche nach Eisenerzen (Freyer 1993).

Hervorzuheben sind abschließende Gutachten zu sächsischen Steinkohle- und Torfvorkommen mit dem Ziel der Erschließung zusätzlicher Brennstoffvorräte sowie Gutachten für den Bau der ersten Talsperren nach Kriegsende zur Trinkwasserversorgung, aber auch zur Versorgung für den westsächsischen Uranbergbau der SAG/SDAG Wismut.

Umwandlung in einen geologischen Produktionsbetrieb (1961–1989)

In seiner fünften Etappe ging der Geologische Dienst in Sachsen in einem Volkseigenen Betrieb (VEB) auf. Fortan nannte sich der Betrieb VEB Geologische Erkundung Süd Freiberg, ab 1968 VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, Betriebsteil Freiberg und ab 1979 VEB Geologische Forschung und Erkundung im Kombinat Geologische Forschung und Erkundung Halle (Mund 1991, 1997, Berger, R. 2004). Für geologische Gutachten in regionalen Vorhaben schuf man bei den Räten der Bezirke Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig „Bezirksstellen für Geologie“ (Freyer 1993). Die Staatsnähe der Mitarbeiter war in der Regel durch ihre Mitgliedschaft in der staatstragenden Partei SED gefordert. Die Herausgabe der Geologischen Spezialkarte 1:25.000 besaß in dem VEB nun wieder keinen hohen Stellenwert mehr. So wurden im Zuständigkeitsbereich des heutigen Freistaates Sachsen bis 1990 lediglich drei Messtischblätter und dann schon in der „Wendezeit“ zwei Karten im AV-Blattschnitt (Ausgabe für die Volkswirtschaft – 1:25.000) fertig gestellt. Dabei waren zwar immer wieder Ansätze einer erwünschten zentral gesteuerten geologischen Landesaufnahme zu verzeichnen gewesen, die sich aber in Diskussionen um ökonomische Nutzeffekte, um personelle Kapazitäten, um zu verwendende Topographien oder über die zunehmenden Geheimhaltungsbestimmungen verliefen (Berger et al. 1995).

Der Schwerpunkt der Arbeiten verblieb nach wie vor bei der Rohstofferkundung mit den dazu gehörigen Forschungsarbeiten auf Erze/Spä, Nickel und Kupfer. Als Energierohstoff rückte die Braunkohle an vorderste Stelle. Auch die Steine/Erden-Erkundung nahm einen bedeutenden Platz ein. 1960 wurde die Abteilung Angewandte Geologie gegründet, deren Arbeitsschwerpunkt in der Hydrogeologie lag. Die ingenieur-

geologischen Arbeiten konzentrierten sich auf Fragestellungen des wasserwirtschaftlichen Speicherbaus (»Talsperrengeologie«). Die ebenfalls neu geschaffene Abteilung Bodengeologie befasste sich vor allem mit der bergbaulichen Wiederurbarmachung. Mitte der 60er Jahre begannen dann auch die ersten Auslandstätigkeiten von Kollegen des Betriebes in der ČSSR, in der Mongolei, in Ungarn und im Jemen, später auch in Mosambik (Hoth et al. 1975).

Pietzsch hatte noch 1956 im Vorwort zur 2. Auflage seines „Abriss der Geologie von Sachsen“ geschrieben: „Nachdem seit dem Erscheinen der 1. Auflage die geologische Forschungsarbeit wieder stärker eingesetzt hat und weiterhin an Umfang zunehmen wird, ist zu hoffen, dass es gelingen wird, manches Unsichtbare bald zu klären. Die künftigen Benutzer des ‚Abriss‘ möchte ich daher bitten, sich immer bewusst zu bleiben, dass jede geologische Darstellung immer nur den Stand der Erkenntnis zum Ausdruck bringen kann, der bei ihrem Erscheinen gerade erreicht ist. Für Hinweise auf Fehler und auf neue Beobachtungen bin ich jederzeit dankbar.“ Dem 1958 in den Ruhestand gegangenen Pietzsch muss es sehr nahegegangen sein, als er hörte, dass der traditionsreiche Geologische Dienst in einen sozialistischen Produktionsbetrieb umgewandelt wurde. Das lässt sich aus einigen seiner persönlichen Notizen entnehmen. Zum Glück lenkten ihn gerade die Korrekturen an seinem Hauptwerk, der 1962 erschienenen „Geologie von Sachsen“ (Pietzsch 1962) vom diesbezüglichen Ärger ab (Walter 2011) (Abb. 14).

Dessen ungeachtet war die Schaffung und Qualifizierung von Basiswissen in Form der geologischen Kartierung in Sachsen nicht vollständig stehen geblieben. Wenngleich sie jetzt auch nicht auf die Herausgabe von Messtischblättern ausgerichtet war, fand sie in Verbindung mit der Lagerstättensuche und - erkundung im Erzgebirge auf Skarne, Zinn, Baryt, Fluorit oder stratiforme Buntmetallvererzungen ihre zielgerichtete Fortsetzung. Diese Kartierung wurde als Suchkartierung bezeichnet. Beispielweise wurde die von Lorenz & Hoth (1964) begründete lithostratigraphische Gliederung der Kristallingebiete in der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone auf die Gliederung metamorpher Komplexe im Umfeld von Lagerstätten angewendet und weiterentwickelt (Berger et al. 1995) (Abb. 15).

Immerhin hatte ab Mitte der 1950er Jahre neben dem Erzgebirge auch im Vogtland, der Vorerzgebirgssenke und auch in der Oberlausitz eine verstärkte Bohr- und Schürftätigkeit zur Unterstützung einiger Kartierungsvorhaben eingesetzt, die zur Klärung einer Reihe von stratigraphischen und tektonischen Fragestellungen beitragen sollte. Bei den Untersuchungen waren insbesondere Hans-Joachim Blüher (1906-1990), Gottfried Hirschmann, Klaus Hoth und Winfried Lorenz (1926-2018) federführend. Günter Freyer (1930-2020) übernahm die mikropaläontologischen Bearbeitungen der Proben aus dem älteren Paläozoikum. Der Nachweis von oolitischen Eisenerzen in einer Tiefbohrung am Caminaberg bei Commerau führte dann sogar zu dem bis dahin größten Bohrprogramm des Geologischen Dienstes Freiberg. Auch wenn sich im Verlauf der von 1960 bis 1967 andauernde Erkundung die Erzvorräte als wirtschaftlich bedeutungslos erwiesen, so bilden die unter der Leitung von Hermann Brause (1936-2021) unter der Bezeichnung „Tiefenerkundung Nordrand Sächsische Lausitz“ durchgeführten Arbeiten heute eine sehr wichtige Grundlage zur Kenntnis des geologischen Untergrundes der Lausitz und seiner stratigraphischen, paläogeographischen sowie tektonischen Entwicklung (Brause 1969, Hoth et al. 1975).

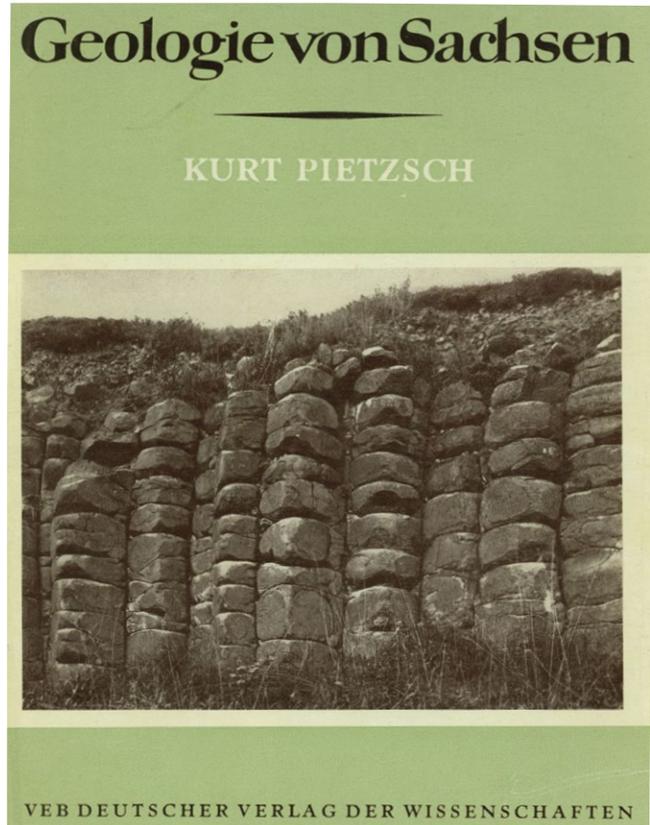


Abb. 14: Einband der Geologie von Sachsen von Kurt Pietzsch (1962).

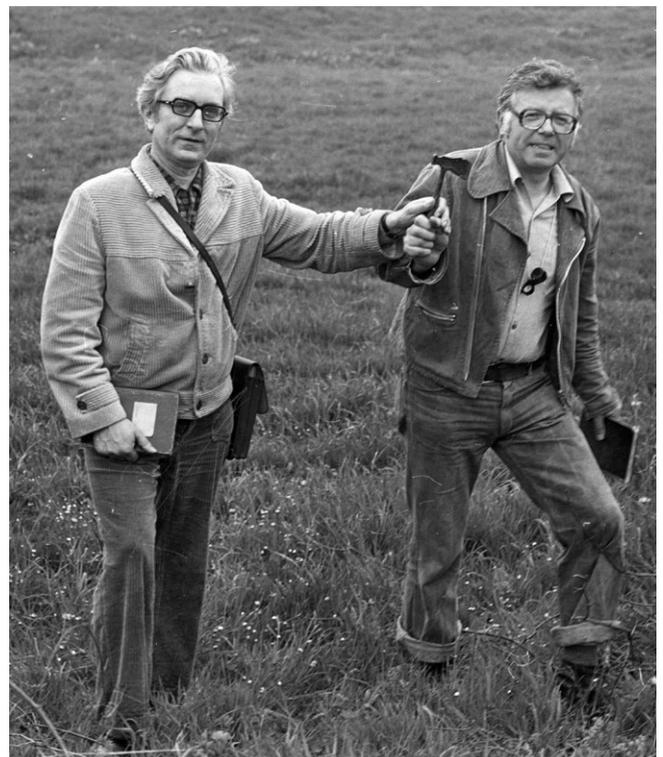


Abb. 15: Winfried Lorenz (links) und Klaus Hoth (rechts) im Gelände 1978, das für lange Zeit unzertrennliche Duo bei der Kartierung im Erzgebirge (Archiv LfULG).

GEOLOGISCHE KARTE DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

1 : 200 000

KARTE OHNE QUARTÄRE BILDUNGEN

M-33-II Finsterwalde

Gf3 17184
Geheimhaltungsgrad ist aufgehoben
Unterschrift und Datum 15.7.88
i. A. Dietrich

Vertrauliche Dienstsache				
Nachweisbereich	Lfd. Nr.	Jahr	Ausf. Nr.	Blatt
c1-KM1	1407	72	031	1

4.7.2. 78/2

VD-K 193

Inventurvermerk

Datum: 2.3.83 B5

9.5.84 SW

20.3.85 B5

15.5.87 1a.

Abb. 16: Diese Übersichtskarte war als geheim eingestuft. Zeitweise jährlich wurde in einer Inventur die Existenz bestätigt (Archiv LfULG).

Die wissenschaftliche Arbeit wurde ab Ende der 60er Jahre durch die sich zuspitzenden Geheimhaltungsbestimmungen für den Rohstoffsektor überschattet und behindert (Hoth & Freyer 1993). Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre konzentrierten sich die Publikationstätigkeiten somit fast ausschließlich auf Tagungspublikationen und Exkursionsführer der Gesellschaft für geologische Wissenschaften. Selbst die »Geologische Übersichtskarte der Bezirke Dresden, Karl-Marx-Stadt, Leipzig« im Maßstab 1:400.000 wurde aus übertriebener Geheimhaltung 1968 verzerrt herausgegeben (Berger et al. 1995, Eilers 1995). Die Lithofazieskarte Quartär (LTQ50) im Maßstab 1:50.000 wurde als Horizontkartendarstellung flächendeckend für Nordsachsen veröffentlicht (Eißmann et al.

1971). Das zusammen mit dem Geologischen Dienst der ČSSR erstellte Übersichtskartenblatt Dresden 1:200.000 war in der DDR als geheim eingestuft. Auf Urlaubsreisen konnten deutsche Geologen in Prag diese Karte dagegen ohne Schwierigkeiten erwerben. Die Geologischen Karten 1:25.000 unterlagen ebenfalls einer strengen Geheimhaltung. Dies führte kurioserweise dazu, dass die Karten in der westlichen Welt in gut ausgestatteten Universitätsbibliotheken frei zugänglich waren, während in der DDR dieselben Karten aus Furcht vor dem Klassenfeind streng vertraulich behandelt wurden (Abb. 16). Es wurden sowohl Informationen über Rohstoffe, als auch Informationen zum 20 km-Grenzstreifen zur BRD mit hoher Geheimhaltungsstufe (VVS) belegt.

Entwicklung nach der politischen Wende im Osten Deutschlands (ab 1989)

Zu Beginn der politischen und wirtschaftlichen Wende im Osten Deutschlands im Jahre 1989 setzten sich unter Leitung von Klaus Hoth föderalistisch gesonnene, kompetente und den Traditionen des Sächsischen Geologischen Landesamtes verpflichtete Mitarbeiter an die Spitze einer Bewegung, die über einen »Runden Tisch Geologie Sachsen« und dann über einen Aufbaustab die amtliche Geologie in Sachsen als »Bereich Boden und Geologie« im Landesamt für Umwelt und Geologie am Standort Freiberg neu gründete (Hoth & Freyer 1993). Klaus Hoth war Vizepräsident von 1991 bis 1998. Damit begann die sechste Etappe des Geologischen Dienstes in Sachsen.

Einen personell sehr gut ausgestatteten volkseigenen Betrieb in ein Geologisches Landesamt umzuwandeln, sollte sich als überaus schwieriges Prozedere herausstellen. Die Rohstoffexploration im Sinne einer staatlich gelenkten Wirtschaft mit bisher höchstem volkswirtschaftlichem Stellenwert spielte praktisch über Nacht keine Rolle mehr. Der Übergang oder ihr Eintritt in den Vorruhestand konnte für viele Mitarbeiter über Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen zum Themenkomplex »Sicherung geowissenschaftlicher Datenbestände« abgedeckt werden. Gleichzeitig war es dadurch möglich, mit deren Sachkenntnis zu früheren Erkundungsobjekten unterschiedliches geowissenschaftliches Datenmaterial aus geologischen und geophysikalischen Datenbeständen, aus Dokumentationen zu den in Schließung befindlichen Bergbaubetrieben und Bohrkernlagern oder aus den plötzlich in großer Anzahl anfallenden

temporären Aufschlüssen zu sichern (Walter & Fischer 1991). Seit 1994 wurden in unregelmäßigen Abständen bis jetzt 18 Bände aus der Reihe Bergbau in Sachsen (Bergbaumonografien) über jeweils ein sächsisches Rohstoffrevier herausgegeben, in denen der aktuelle fachliche Stand zusammengefasst wird. Das »Geoprofil« sowie die »Schriftenreihe« des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie informiert über wissenschaftliche Arbeiten (Abb. 17). Mit dieser Datensicherung wurde ein wichtiger Beitrag geleistet, den über die Jahre angesammelten Datenfonds vollständig zu erhalten, öffentlich zugänglich zu machen und zu erweitern.

Der wieder eingerichtete Geologische Dienst als Bereich Boden und Geologie im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie stand 1992 vor neuen Aufgaben und Herausforderungen. Die vorhandenen und weiter wachsenden Kenntnisse zur Geologie des Freistaates mussten in geeigneter Form gebündelt werden, um sie in Form von Kartenwerken und Berichten für die praktische Nutzung vorhalten zu können. Wissenschaftliche Erkenntnisse waren durch neue Forschungsergebnisse zu überprüfen bzw. weiter zu entwickeln. Bereits vorhandene Erfahrungen waren in geologische Modelle zu übertragen. Hausleitung und Mitarbeiter standen vor der Aufgabe, den notwendigen Wissenstransfer zu unterschiedlichen geologischen Fragestellungen zwischen den verschiedenen Fachbereichen zu entwickeln, um unter Hinzuziehung geologischen Sachverstandes letztendlich auch das Sächsische



Abb. 17: Titelseiten von Geoprofil, Schriftenreihe und Bergbaumonografie

Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft in aktuellen Fragen beraten zu können. Die Lösung dieser Aufgaben verlief im Rahmen neuer Bürokratie und mit vorgesetzten neuen Bürokraten nicht immer ganz reibungslos, wie Pälchen (2021) in seinen Lebenserinnerungen anmerkt. Er war ab 1998 bis 2003 der zweite Vizepräsident im Landesamt für Umwelt und Geologie.

Als besonders förderlich erwies sich die enge Zusammenarbeit mit kurzen Wegen zwischen dem Landesamt, der TU Bergakademie Freiberg und dem Sächsischen Oberbergamt, später auch mit dem Geokompetenzzentrum Freiberg e.V. sowie dem Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie am Geostandort Freiberg. Darüber hinaus konnten zahlreiche Kontakte zu Hochschulen und Forschungseinrichtungen, auch im Ausland, aufgebaut werden, um Informationen auszutauschen und über gemeinsame Projekte die Zusammenarbeit zu entwickeln (Berger et al. 1995, Geißler 1998, Pälchen 1998, Douffet et al. 2012). Die angewandten Fragestellungen der Ingenieurgeologie, Hydrogeologie und Rohstoffgeologie wurden durch fünf Stellen für Gebietsgeologie bearbeitet, die an den

jeweiligen Staatlichen Umweltfachämtern (StUFA) angesiedelt waren. Diese wurden 2005 in das LfUG integriert.

Der Kenntnisstand wurde in den Jahren nach 1990 durch Neukartierungen nach neuestem wissenschaftlichen Stand präzisiert und öffentlich zugänglich gemacht (Abb. 18a und b). Als Beispiel seien auch die Lithofazieskarten Tertiär im Maßstab 1:50.000 genannt (z.B. Escher et al. 2020). Sie haben ihren Ursprung in der lagerstättengeologischen Forschung zur Braunkohle Anfang der 1980iger Jahre. Die Ablage der vorhandenen analogen Bohrinformationen in Datenspeichern bildet in den Folgejahren eine sehr fundierte Grundlage zur Kenntnis des Untergrundes. In den Jahren 1997 bis 2018 kam es zur Herausgabe von 17 neu kartierten Messtischblättern im Maßstab 1:25.000 (Abb. 18a). Erwähnung finden muss auch die in Kooperation mit dem Państwowy Instytut Geologiczny Warszawa, und dem Český Geologický Ústav Praha in den Jahren 2000/2001 nach mehrjähriger Zusammenarbeit herausgegebene grenzüberschreitende Geologische Karte Lausitz-Jizera-Karkonosze ohne känozoische Sedimente 1 : 100.000 (GK 100 L-J-K).

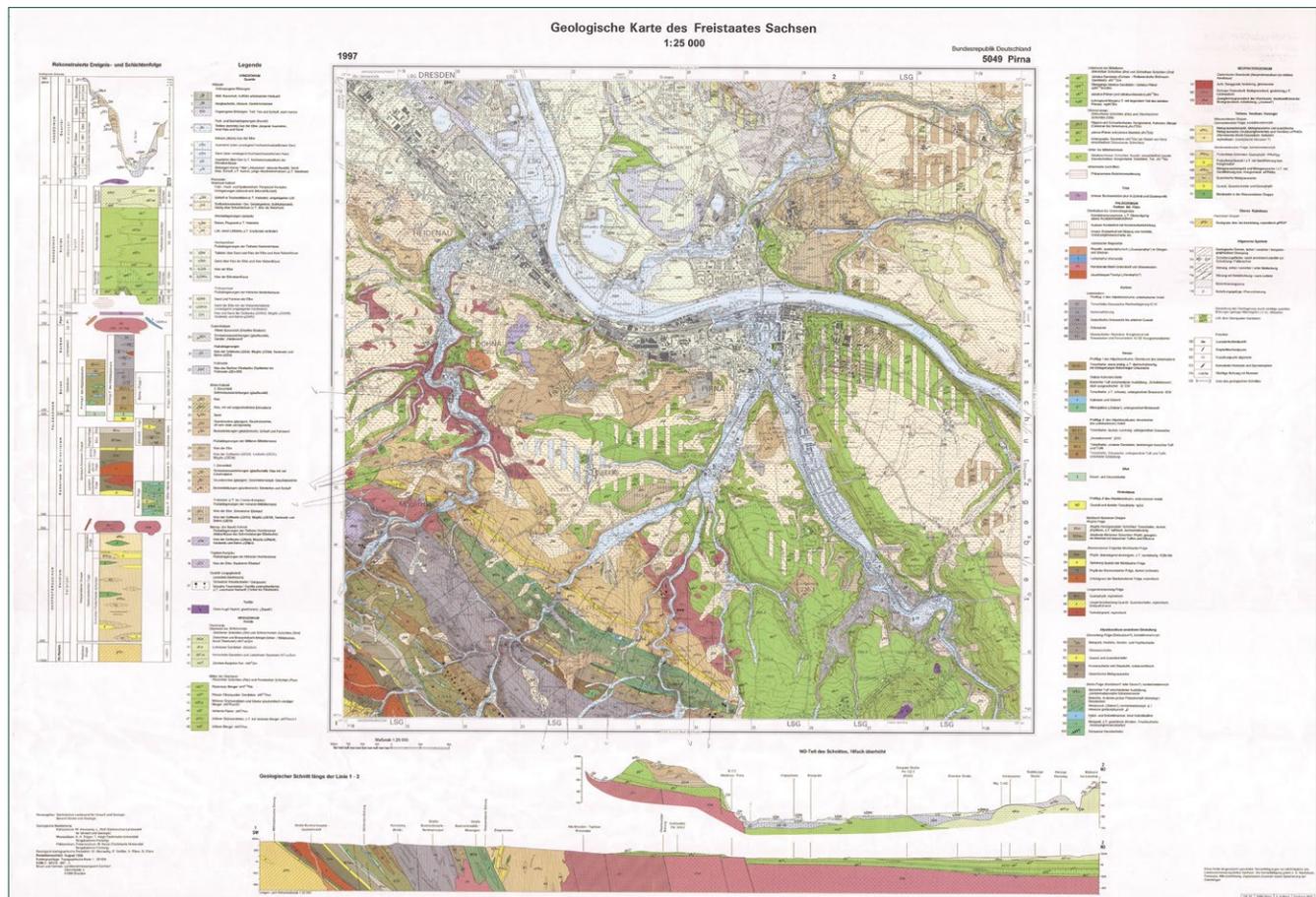


Abb. 18a: Das geologische Messtischblatt – Blatt Pirna 5049 (GK25).

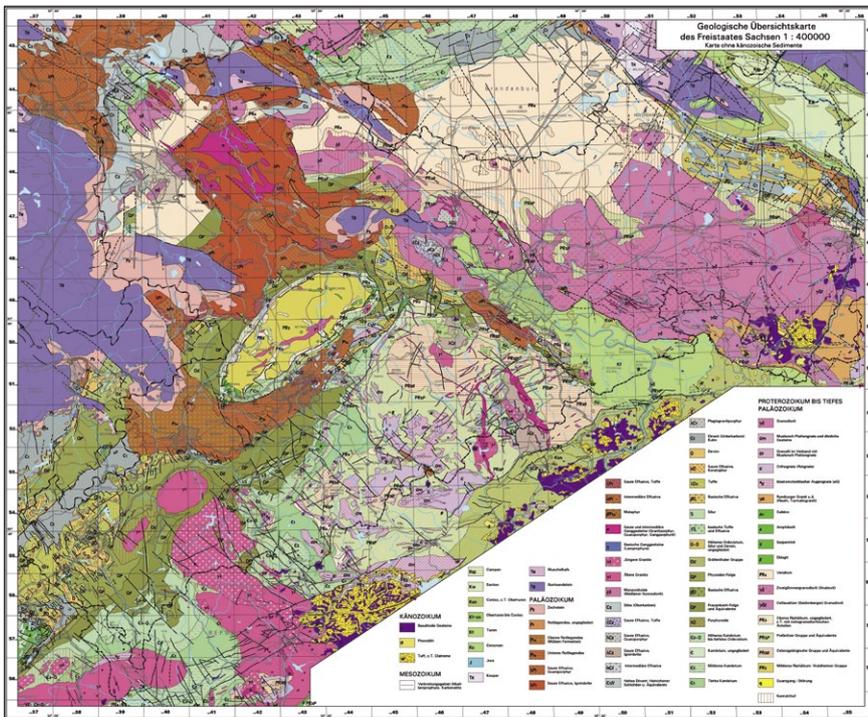


Abb. 18b: Die geologische Übersichtskarte ohne känozoische Sedimente (GUK400) gehörten zu den ersten Publikationen des neu gegründeten LfUG.

Drei Tätigkeitsberichte zwischen 1991 und 2003 dokumentieren die vor dem Hintergrund mehrerer Strukturreformen gelaufenen Arbeiten (Brause 1993, Autorenkollektiv 1997, Pälchen & Geißler 2005). 2003 wurden die verbliebenen geologischen Referate in einer Abteilung Geologie des Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) zusammengefasst, von der die Bodenkunde und die Geochemie abgespalten worden waren. Die Funktion des Vizepräsidenten, der die Aufgaben des gesamten bisherigen Bereiches fachlich überschaute, wurde eingespart (s. auch Pälchen 2021). Bei der nächsten Fusion 2008 fand die Geologie als Abteilung 10 ihren Platz im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). Neben dem Einsatz für Nachhaltigkeit in der Energie-, Wasser- und Rohstoffversorgung im Freistaat Sachsen ist die Beratung bei Georisiken sowie bei Baugrundproblemen und Vorhaben des Geotopschutzes weiterer Schwerpunkt. Eine wichtige Aufgabe ist zunehmend die fachtechnische Beratung von Fach- und Genehmigungsbehörden in Einzelprojekten (Douffet et al. 2012).

2008 erschien unter der Regie und unter maßgeblicher Beteiligung von Mitarbeitern des Landesamtes eine neue „Geologie von Sachsen“ (2. Auflage 2011) (Abb. 19), die sich dem geologischen Bau und der Entwicklungsgeschichte des Freistaates auf der Grundlage neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse widmete. 2009 folgte ein Teil II mit dem Fokus auf die Georesourcen, Geopotentiale und Georisiken (Pälchen 2009, Pälchen & Walter 2011).

Im Jahre 2006 wurde das Projekt ROHSA (Rohstoffdaten Sachsen) begonnen und mit erheblichen personellen und finanziellen Mitteln ausgestattet. Ziel ist die Sichtung, Sicherung,

Aufbereitung und digitale Verfügbarmachung von sächsischen Rohstoffdaten. Durch weitsichtiges Agieren verschiedener Projektbeteiligter und Projektträger hat sich das Vorhaben zu einem Schlüsselprojekt der Rohstoffstrategie als auch der Digitalisierungsoffensive in Sachsen entwickelt. Bisher wurden 2,6 Millionen Seiten von Archivmaterial digitalisiert. Das entspricht 485 laufenden Aktenmetern. Weiterhin wurden erfasst: 7.000 Metadaten aus externen Archiven, etwa 110.000 geophysikalische Punktdaten und etwa 230.000 geochemische Daten von Gesteinen. Das vorläufige Projektende ist 2024 geplant.

Weiterer aktueller Schwerpunkt ist die Erstellung einer interaktiven geothermischen Karte Sachsens (GTK50). Ziel ist, damit das oberflächennahe geothermische Potenzial in Form der geothermischen Entzugsleistung stufenweise bis 130 m Tiefe auf digitalen Karten im Maßstab 1:50.000 flächendeckend darzustellen. Dieser Geothermieatlas dient der Erstorientierung bei der Realisierung von Erdwärmesondenvorhaben < 30 kW Heizleistung (Einfamilienhausbereich).

Aktive Mitarbeit erfolgte im Rahmen von INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe (INSPIRE), dem Vorhaben der Europäischen Union (EU) für eine gemeinsame Geodateninfrastruktur in Europa. Ziel ist die grenzübergreifende Nutzung von Geodaten in Europa (Richter et al. 2020)

Sachsen verfügt seit 2012 als das einzige Bundesland über eine eigene Rohstoffstrategie und positioniert sich damit klar als Bergbauland. Ziel ist es, einen nachhaltigen, ökologisch vertretbaren Rohstoffabbau zu gewährleisten. Erwähnt sei die im Jahr 1999 flächendeckend fertiggestellte Karte der oberflächennahen geothermischen Ressourcen (GTR50).

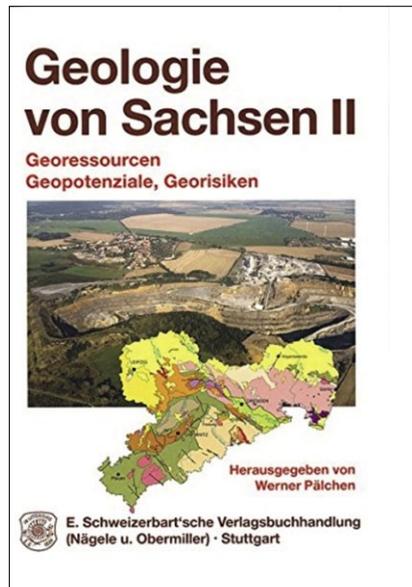
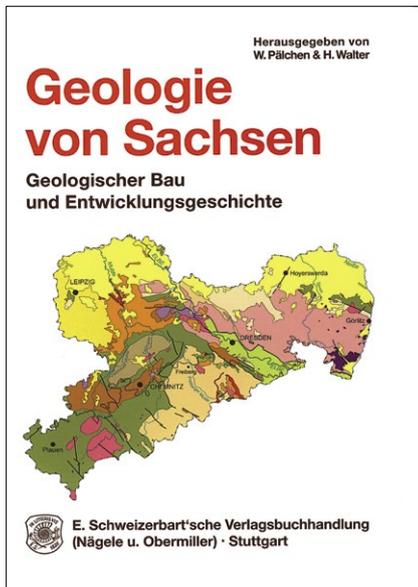


Abb. 19: Titelseite der Geologie von Sachsen I und II

chennahen Rohstoffe (KOR50), die die Bodenschätze in ihrer flächenhaften Verbreitung und nach dem Erkundungsgrad ohne Rücksicht auf Restriktionen dargestellt.

Gegenwärtig ist der geologische Dienst in Sachsen gut aufgestellt, um auf aktuelle Fragestellungen qualifiziert reagieren zu können. 3D Modelle bilden die Grundlage für die Nutzung der Geothermie, die Suche nach einem Endlager für radioaktive Abfälle oder den Bau neuer Verkehrswege. Genannt sei die fachliche Beteiligung an der Konzeption der Neubaustrecke

Dresden - Prag, mit einem mindestens 25 km langen Basistunnel durch das Osterzgebirge. Höchste Bedeutung hat die Frage nach einem geeigneten und sicheren Endlager zur dauerhaften Verwahrung radioaktiven Abfalls. Der Geologische Dienst ist die kompetente Anlaufstelle in Sachsen, die einerseits der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) geologische Daten zur Verfügung stellen muss, andererseits die sächsische Staatsregierung bezüglich der Eignung des Freistaates als Endlagerstandort berät. Einen Eindruck der aktuellen Arbeiten geben die folgenden Beiträge des vorliegenden Bandes.

Die bedeutendsten Errungenschaften und Leistungen

Aufgrund des überaus großen Reichtums an Rohstoffen bildete sich in Sachsen bereits sehr früh ein Bewusstsein für die Bedeutung der Entwicklung dieser Ressourcen. Daraus folgte 1872 die Gründung eines geologischen Dienstes aufgrund wirtschaftlicher Erfordernisse in einem prosperierenden Umfeld. Die in Form der Geologischen Karten gelieferten Ergebnisse waren nicht nur Grundlagen, sie trugen zur Landesentwicklung auch maßgeblich bei. Hervorzuheben ist, dass Sachsen weltweit für lange Zeit als einziges Land ein flächen-

deckendes großmaßstäbliches geologisches Kartenwerk hatte. Zwischen 1933 bis 1990 stand die sehr erfolgreiche Rohstoffsuche in einem rohstoffreichen Land im Fokus und half damit der DDR die Bestrebungen nach Autarkie abzusichern. Aktuell stehen wir vor den Herausforderungen das vorhandene und umfangreiche Wissen zu erhalten aber auch sich sehr schnell entwickelnde Methoden zukunftsorientiert anzuwenden. Nicht ohne Grund ist Sachsen heute eines der wenigen Bundesländer mit einer Rohstoffstrategie.

Danksagung

Dank richtet sich an Prof. Dr. Klaus Thalheim (Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden) und Dr. Werner Pälchen, die das Manuskript kritisch gelesen und wichtige Hinweise gegeben haben. Für Hinweise und für ihre Unterstützung ist den Kollegen Dr. Klaus Hoth, Silke Ketschau, Iris Laßner, Dr. Alexander Repstock, Henrike Schubert, Prof. Dr Jan-Michael Lange recht herzlich zu danken.

Literatur

- Autorenkollektiv (1997): Tätigkeitsbericht 1994–1996. – Hrsg.: Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul. 198 S., Radebeul.
- Autorenkollektiv (1999): Chronik der Wismut. – CD, Wismut GmbH (Hrsg.), 2738 S., Chemnitz
- Berger, H.-J., Geissler, E. & Leonhardt, D. (1995): Sächsische Geologische Landesaufnahme – Tradition und Zukunft. – Geoprofil 5: 1-5; Freiberg.
- Berger, R. (2004): Publikationsverzeichnis 1997–2003. Mitteilungen aus dem Amtsteil Freiberg im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie, 72 S., Freiberg (als Manuskript gedruckt)
- Börngen, M. & Bach, F. (1997): Das Sächsische Geologische Landesamt in Leipzig. – Leipziger Geowissenschaften 5, S. 217–241, Leipzig.
- Brause, H. (1969): Das verdeckte Altpaläozoikum der Lausitz und seine regionalgeologische Stellung. – Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Bergbau, Hüttenwesen und Montangeologie (1968), 1, S. 7–143, Berlin
- Brause, H. (Red.) (1993): Tätigkeitsbericht 1991 bis 1993 des Bereiches Boden und Geologie. – Hrsg.: Landesamt für Umwelt und Geologie, 124 S., Freiberg.
- Brause, H. (1997): Der Wiederaufbau der amtlichen Geologie in Sachsen. Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins (1997), S. 118–124, Freiberg.
- Brause, H. (1998): Der geologische Dienst – eine neue Qualität. – Geoprofil 8, S. 16–17, Freiberg.
- Buch v. L., Schropp, S. & Rothenburg, F.R. v. (1826): Geognostische Karte Deutschland und den umliegenden Staaten. – 42 Blätter, Berlin (Schropp et. Comp.).
- Charpentier, J. Fr. W. v. (1778): Mineralogische Geographie der Chursächsischen Lande. – 432 S., Leipzig (S.L. Crusius).
- Credner, H. (1873): Die geologische Landesuntersuchung des Königreiches Sachsen. – 10 S., Leipzig (Breitkopf & Härtel).
- Credner, H. (1880): Die geologische Landesuntersuchung des Königreiches Sachsen während der Jahre 1878–81. – Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, Jg. 1880: 1–22; Leipzig
- Credner, H. (1893a): Die geologische Landesuntersuchung des Königreiches Sachsen. – Zeitschrift für praktische Geologie, 5 S., Berlin.
- Credner, H. (1893a): Die Stegocephalen und Saurier aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes. Theil X. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 45, S. 639–704, Berlin
- Credner, H. (1904): Die geologische Landesanstalt des Königreiches Sachsen. – In: Die Königlich Sächsische Bergakademie zu Freiberg und die königlich geologische Landesanstalt nebst Mitteilungen über die Entwicklung und den Stand des Berg- und Hüttenwesens und der Bergpolizei im Königreiche Sachsen, S. 39–46, Freiberg (Craz & Gelach / Joh. Stettner).
- Douffet, H., Hübschmann, M., Lehmann, U., Richter, J., Starke, C., Suhr, P. & Walter, H. (2012): Sächsischer Geologischer Dienst – seit 75 Jahren in Freiberg. – Sächsische Heimatblätter 58, 4, S. 364–376, Dresden.
- Drost, K., Bach, F., Kroner, U. & Lange, J.-M. (2005): Franz Kossmat 1871–1938. – Miniaturen zur Geologie Sachsens 2, Geoszene, 16 S., Dresden, Bautzen.
- Eilers, H. (1995): Blattsschnitte geologischer Kartenwerke in Sachsen. – Geoprofil 5, S. 5–17, Freiberg
- Eißmann, L.; Müller, A.; Treviranus, H. & Wolf, L. 1971: Erläuterungen zur Lithofazieskarte Quartär der Deutschen Demokratischen Republik, 45 Blatt.
- Escher, D.; Gerschel, H., Geißler, M.; Hartmann, A., Rascher, J., Rascher, M., Richter, L. & Wittwer, S. unter Mitarbeit von Standke, G.; Pfeiffer, N. & Blumenstengel, H. 2020: Neukartierung der Lithofazies- / Horizontkarten Tertiär 1:50.000 für die sächsische Lausitz (LKT50 Lausitz). – Hrsg. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37006>.
- Flötgen, F. (1998): Angewandte Geologie – anwenderorientierte Vermittlung geologischen Spezialwissens. – Geoprofil 8, S. 22–25, Freiberg.
- Freyer, G. (1988): Die erste Periode der Geologischen Landesuntersuchung in Sachsen. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 16, 25–30, Berlin.
- Freyer, G. (1993): Die Entwicklung des „Sächsischen Geologischen Landesamtes“ von 1872 bis 1961. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften 21, 5/6: 479–484; Berlin.
- Geißler, E. (1998): Die Geologische Landesaufnahme in Vergangenheit und Gegenwart im Dienste der verantwortungsbewussten Daseinsvorsorge. – Geoprofil 8, S. 18–22, Freiberg.
- Grahmann, R. (1935): Der Sächsische Landesgrundwasserdienst. – Abhandlungen des Sächsischen Geologischen Landesamts 16, S. 1–102, Leipzig.
- Grober, U. 2007: Deep roots: A conceptual history of „sustainable development“ (Nachhaltigkeit). – WZB Discussion Paper, No. P 2007-002, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Berlin.
- Hoffmann, F. (1830): Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland. Zweite Abtheilung. Geognostische Uebersicht. – 676 S.; Leipzig (J.A. Barth).
- Herrmann, M. O. (1899): Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie. – 428 S., Berlin.
- Hoth, K. (1998): Entwicklung und Perspektiven des Geologischen Dienstes in Sachsen. – Zeitschr. Geol. Wiss. 26 (1/2), S. 7–12, Berlin.
- Hoth, K., Freyer, G. & Galinsky, G. (1975): Betriebschronik 1945–1975. – Manuskript VEB Geologische Forschung und Erkundung, 62 S., Freiberg (unveröff., Archiv LfULG).
- Hoth, K. & Freyer, G. (1993): Die Tätigkeit des „Runden Tisches Geologie Sachsen“ von Februar bis Oktober 1990. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften 21, 5/6, S. 559–566, Berlin.
- Hoth, K., Freyer, G. & Schubert, G.: Sachsen (SN). Die Tätigkeit von „Gründungsausschuss“ und „Aufbaustab“ für die Bildung der Landesanstalt für Boden und Geologie von Oktober 1990 bis November 1991. – In: Rühberg, N. (Hrsg.): Die Reorganisation der fünf ostdeutschen Geologischen Landesdienste während der Vereinigung Deutschlands. Schriftenreihe für Geowissenschaften 8 (2000), S. 65–75, Berlin.
- Jacobs, F., Börngen, M. & Lange, E. (1993): Zur Geschichte der Geowissenschaften in Leipzig. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften 21, 5/6; S. 567–576, Berlin
- Keferstein, C. (1824): General-Charte von dem Koenigreiche Sachsen, ca. 1:250.000, nach den besten vorhandenen Hilfsmitteln und nach den neuesten äussern und innern Begränzungen entworfen von C.F. Weiland. – Weimar (Verlag des Geographischen Instituts).
- Keferstein, C. (1825): Betrachtung der verschiedenen Gebirgsformationen, aus dem Gesichtspunkte der Salzerzeugung. – In: Keferstein (Hrsg.): Teutschland, geognostisch-geologisch dargestellt und mit Charten und Durchschnittszeichnungen erläutert 3, Heft 2: 197–233; Weimar (Verl. Landes-Industrie-Comptoir).
- Kossmat, F. 1927: Gliederung des varistischen Gebirgsbaues. – Abhandlungen des Sächsischen Geologischen Landesamtes, Bd. 1. S. 1–39.
- Kossmat, F. & Pietzsch, K. (1930): Geologische Übersichtskarte von Sachsen 1:400.000. – Sächs. Geol. Landesamt (Hrsg.); Leipzig (Giesecke & Devrient).
- Lemke, E. (1947): Gewinnung von Natursteinen für Werk- und Dekorationszwecke – Wichtigste Vorkommensgebiete der Natursteine des Landes Sachsen. – Monographie Nr. 107, Freiberg, unveröff., Archiv LfULG.
- Lorenz, W. & Hoth, K. (1964): Die lithostratigraphische Gliederung des kristallinen Vorsilurs in der Fichtelgebirgisch-erzgebirgischen Antiklinalzone. – Geologie, Beihefte 44, S. 1–44, Berlin
- Mund, G. unter Mitarbeit von G. Schubert und P. Suhr (1991): Publikationsverzeichnis 1962–1990. – Mitteilungen aus der Geologischen Landesuntersuchung GmbH Freiberg/ Sachsen und ihren Vorläuferinstitutionen. Publikationsverzeichnis 1962–1990, 77 S., Freiberg (als Manuskript gedruckt).
- Mund, G., unter Mitarbeit von R. Berger und B. Paul (1997): Publikationsverzeichnis 1990–1996. Mitteilungen aus dem Bereich Boden und Geologie im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie, 72 S., Freiberg (als Manuskript gedruckt).
- Naumann, C.F. & Cotta, B. 1846: Geognostische Specialcharte des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Länder-Abtheilungen. Herausgegeben von der Königl.-Bergakademie zu Freiberg.
- Müller, H. (1901): Die Ergänge des Freiburger Erzrevieres. – In: Credner, H. (Hrsg.) Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen, 350 S., Leipzig (W. Engelmann).
- Pälchen, W. (1998): Entwicklung und aktuelle Aufgaben der Fachgebiete Boden und Geochemie im staatlichen Geologischen Dienst Sachsens. – Geoprofil 8, S. 25–35, Freiberg.
- Pälchen, W. (2009) (Hrsg.): Geologie von Sachsen II. Georesourcen, Geopotentiale, Georisiken. – 307 S., Stuttgart (Verl. Schweizerbart).
- Pälchen, W. (2021): Erinnerungen aus meinem Berufsleben. – unveröffentlichter Archivbericht LfULG Freiberg, 11 S.
- Pälchen, W. Geissler, E. (2005): Tätigkeitsbericht des Bereiches Boden und Geologie/Geologischer Dienst des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie für den Zeitraum 1997–2003. – Geoprofil 12, S. 109–141, Freiberg (elektron. Publikation).
- Pälchen, W. & Walter, H. (Hrsg.) (2011): Geologie von Sachsen I. Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte – 2. Aufl., 537 S., Stuttgart (Verl. Schweizerbart).
- Pietzsch, K. (1925): Die Braunkohlen Deutschlands. – In: Krenkel (Hrsg.) Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands Abt. 3, Bd. 1, Berlin (Verl. Gebr. Bornträger)
- Pietzsch, K. (1962): Geologie von Sachsen. – Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 872 S.
- Pietzsch, K. (1945): Denkschrift zur Übernahme des „Reichsamtes für Bodenforschung“ (früher „Sächsisches Geologisches Landesamt“) in die Sächsische Landesverwaltung. – Maschinenschrift, 25 S., Freiberg (unveröff., Archiv LfULG).
- Pietzsch, K. (1948): Niederschrift Betr. Besuch russischer Geologen. – Maschinenschrift, 1 S., Freiberg (unveröff., Archiv LfULG).
- Pietzsch, K. (1962): Geologie von Sachsen. – 870 S., Berlin (VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften).
- Richter, J.; Gold, C.; Renker, S.; Höfer, R.; Stickl, P.; Kügeler, A. & Woge, T. (2020): Sächsische Geologie kommt in Inspire an. – gis. Business 6/2020. S. 24–26, Berlin.
- Stams, W. (1993): Historische Betrachtungen über die topographischen Grundlagen für die geologischen Kartierungen in Sachsen. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften 21, 5/6, S. 745–752, Berlin.
- Stams, W. & Stams, M. (1998): Sachsen im Kartenbild. Amt, Burg und Stadt Stolpen in alten Karten und Plänen. – Stolpener Hefte 4, S. 1–80, Stolpen.
- Walter, H. (2011): Persönlichkeit und wissenschaftliche Leistungen von Prof. Dr. Kurt Pietzsch. – Schriftenreihe des Museums Borna und des Geschichtsvereins Borna e.V. 6, S. 6–33, Borna.
- Walter, H. (2020): Der „Wandernde Berg“ von Falkenau. – Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz 43, S. 183–198, Chemnitz.
- Walter, H. & Fischer, J. (1991): Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen (ABM) zur Unterstützung des Neuaufbaus der staatlichen Geologie in Sachsen. – Bericht, Landesamt für Umwelt und Geologie Freiberg, 4 Mappen, Freiberg (unveröff., Archiv LfULG, GA 04529 und A 03163).
- Walter, H. & Rascher, J. (2016): Paläontologie in den Nachfolgeeinrichtungen des Sächsischen Geologischen Landesamtes 1945–1990. – Mitteilungen Freiberg. Altertumsverein, 109/432: 393–206; Freiberg.

Die staatliche Rohstoffgeologie Sachsens in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

Uwe Lehmann¹

Durch geologische Prozesse entstandene Rohstoffe werden seit Jahrtausenden bis heute in immer stärkerem Maße genutzt. Der nachfolgende Aufsatz skizziert diese Entwicklung anhand von Beispielen auf dem Territorium Sachsens. Im Mittelpunkt der Ausführungen stehen die in den letzten drei Jahrzehnten unternommenen Anstrengungen des Staatlichen Geologischen Dienstes in Sachsen (SGD), wirtschaftlich nutzbare Lagerstätten zu finden und deren bergbauliche Inanspruchnahme zu unterstützen. Abschließend wird ein kurzer Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklungen gegeben.

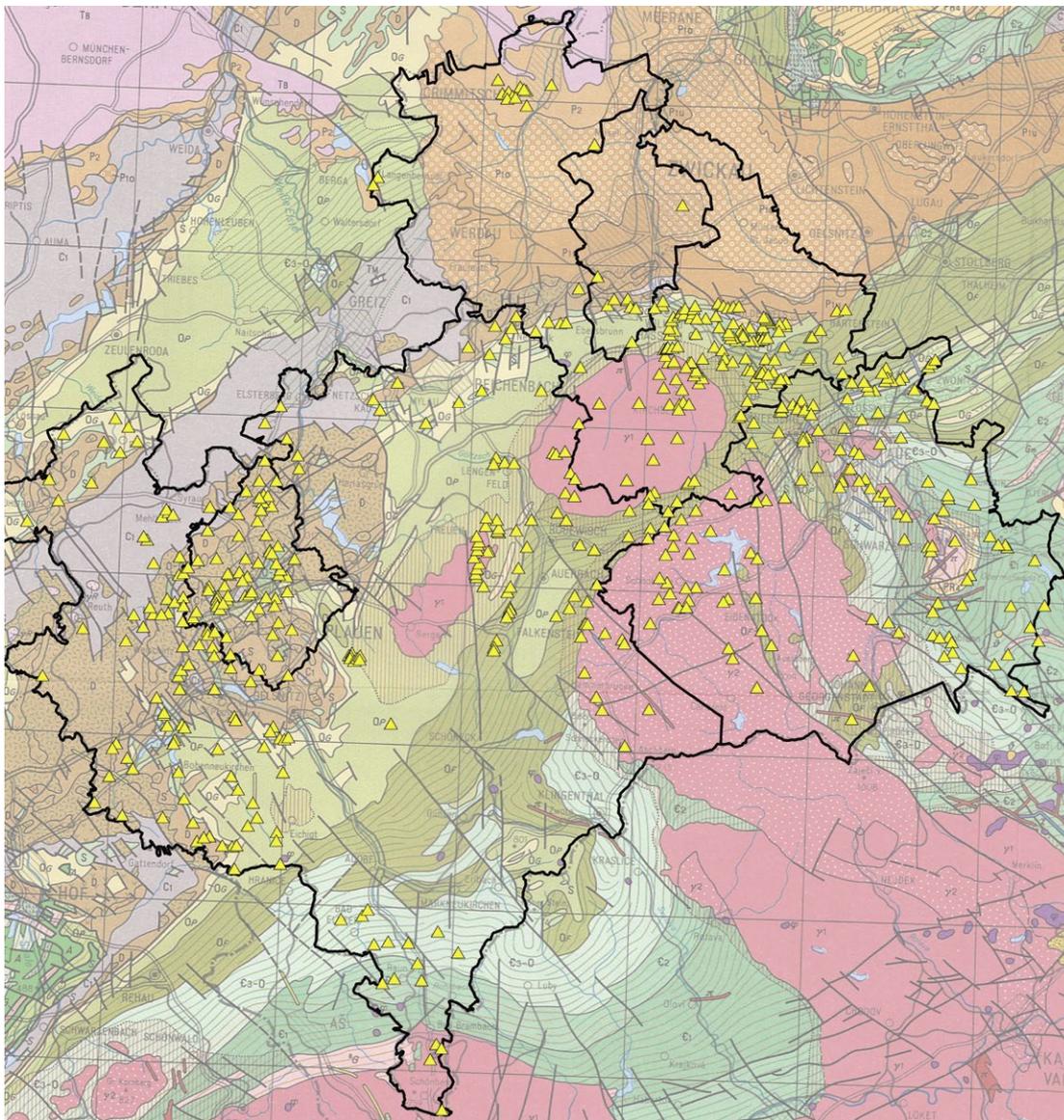


Abb. 1: 573 Steinbrüche (gelbe Dreiecke) im Gebiet Südwestsachsens; abgegriffen aus den „alten“ Geologischen Spezialkarten im Maßstab 1:25.000 (Ende des 19. Jahrhunderts erstellt); schwarze Polygone: Umrisse der Altkreise; Hintergrund: Geologische Übersichtskarte ohne Känozoikum im Maßstab 1:400.000 (Lehmann 2018)

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Uwe.Lehmann2@smekul.sachsen.de

1. Vergangenheit

Die Nutzung der geologisch entstandenen Rohstoffe Sachsens begann schon vor vielen Jahrtausenden und gehört zu den ältesten Tätigkeiten der Menschheit. So erhielt beispielsweise eine ganze archäologische Epoche (Steinzeit) ihren Namen aufgrund der Bedeutung, welche die Herstellung unter anderem von Werkzeugen, Waffen und sonstigen Gegenständen aus „Stein“ besaß. In vielen Museen Sachsens existieren entsprechende Belege. Nachdem die erforderlichen Rohstoffe (z.B. Feuerstein, Amphibolit) zunächst an der Erdoberfläche aufgesammelt wurden, ging man nach Erschöpfung dieser oberflächennahen „Lagerstätten“ zur Gewinnung aus offenen Gruben bzw. später aus Tiefbauen über. Ein bekanntes außersächsisches Zeugnis aus jener Zeit ist das Bergwerk von Abensberg-Arnhofen in Niederbayern, wo vor etwa 7.000 Jahren mittels Duckel-Bergbau aus bis zu 8 m Tiefe Hornstein abgebaut und daraus Klingen hergestellt wurden (Roth 2008).

Vorerst noch unsichere archäologische Befunde deuten an, dass metallische Rohstoffe (Kassiterit-Seifen) in größerem Umfang auf sächsischem Territorium bereits in der Bronzezeit genutzt wurden (Sauschwemme im Westerzgebirge: Barthelheim & Niederschlag 1998; Schellerhau im Osterzgebirge: Tolksdorf et al. 2019). Mit der Entdeckung der Freiburger Erze im Jahr 1168 begann jedoch endgültig das große Kapitel sächsischer Bergbaugeschichte, welches mit wechselnden Intensitäten bis heute anhält.

Besonders ab dem 19. Jahrhundert führte die rasante Industrialisierung zu einem immer größeren Bedarf an mineralischen Rohstoffen. Mengenmäßig dominierten Basismetalle (vor allem Eisen) sowie Energierohstoffe (vor allem Steinkohle – siehe Lapp & Walter 2022, in diesem Heft). Die verkehrliche Erschließung Sachsens lies zudem auch den Bedarf an Festgesteinen wachsen; spätestens zu jener Zeit dürfte der Begriff „Steineklopfer“ (siehe z.B. Courbet 1849) entstanden sein und seine damals größte wirtschaftlich relevante Bedeutung erhalten haben.

Für das Gebiet Südwestsachsen (Altkreise Aue-Schwarzenberg, Zwickauer Land + Zwickau sowie Vogtlandkreis + Plauen: Fläche ca. 2.550 km²) ergab eine detaillierte Erfassung der in den „alten“ Geologischen Spezialkarten im Maßstab 1:25.000 (Ende des 19. Jahrhunderts erstellt) verzeichneten Steinbrüche (Kies- und Lehmgruben nicht mitgerechnet) eine Anzahl von 573 Stück; also etwa einen Steinbruch pro 4 km², wobei die Zahl wahrscheinlich noch etwas höher anzusetzen ist. In den übrigen Regionen Sachsens mit oberflächennah anstehenden Festgesteinen dürfte die historische Steinbruchdichte vergleichbar hoch gewesen sein (Lehmann 2018).

Unter diesen Rahmenbedingungen erscheint es aus Sicht des Rohstoffbedarfes wenig überraschend, dass damals die Not-

wendigkeit einer möglichst guten Kenntnis der sächsischen Rohstoffvorkommen erkannt wurde. So formulierte der 1873 mit der geologischen Landesaufnahme betraute Credner:

... Das Endziel der geologischen Landesuntersuchung soll sein: die möglichst genaue Erforschung des ... Mineralreichthumes ... sowie die Nutzbarmachung der gewonnenen Resultate für die Wissenschaft, für Land- und Forstwirthschaft, für Bergbau und Verkehr, sowie die übrigen Zweige technischer Betriebsamkeit. ...

Und weiter:

... Behufs Lösung der oben angedeuteten Aufgabe bieten sich folgende Wege: ... die Publication von selbstständigen Aufsätzen und grösseren Abhandlungen, welche sich auf ... den Mineralreichthum Sachsens beziehen ...

In den Folgejahren wurden große Gebiete Sachsens im Hinblick auf ihre jeweils spezifischen Bodenschätze detailliert untersucht und die Ergebnisse in Monographien publiziert (Lapp & Walter 2022, in diesem Heft). Darüber hinaus informierte ein gesondertes Kapitel in den einzelnen Erläuterungen zu den publizierten Geologischen Spezialkarten im Maßstab 1:25.000 über die jeweiligen blattspezifischen Rohstoffvorkommen.

Lapp & Walter (2022) beschreiben die weitere Entwicklung des Staatlichen Geologischen Dienstes (SGD) in Sachsen bis heute und gehen in Kurzform auch auf wichtige Arbeiten zur Suche und näheren Erkundung von Rohstoffvorkommen ein. Aus diesem Grund und unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen sollen nachfolgend insbesondere die letzten Jahre des SGD mit Blick auf wichtige Ergebnisse rohstoffgeologischer Arbeiten etwas ausführlicher vorgestellt werden.

1. Gegenwart

Nach einer jahrzehntelangen intensiven Suche und Erkundung nutzbarer Lagerstätten auf dem Gebiet Sachsens während der Existenz der DDR (unter anderem durch die SDAG WISMUT, das Zentrale Geologische Institut, rohstoffgewinnende Betriebe und weitere Institutionen) waren die ersten Jahre nach der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten durch eine abrupte, nahezu völlige Einstellung rohstoffgeologischer Such- und Erkundungs-Arbeiten gekennzeichnet. Zwar hatte der Bauboom Anfang der 1990-er Jahre zu einem stark erhöhten Bedarf an Steinen & Erden (Baurohstoffen) geführt, dem unter anderen durch eine spezielle gesetzliche Regelung Rechnung getragen wurde (Anlage I Kapitel V Sachgebiet D Abschnitt III des Einigungsvertrages). In der Folge kam es zu einer starken Erhöhung der Anzahl von Tagebauen und der Menge geförderter Rohstoffe. Diese kurzfristig erhöhte Nachfrage konnte jedoch weitgehend problemlos aufgefangen werden, da die Erkundungen der DDR zu einem Vorlauf geführt hatten und unverritzte bauwürdige Lagerstätten je nach konkretem Rohstoff in mehr oder weniger großem Umfang zumindest aus rohstoffgeologischer Sicht zur Verfügung standen.

Demgegenüber waren aus ökonomischen Gründen alle aktiven sächsischen Erz- und Spatgruben bis Ende 1991 geschlossen worden und es erschien unwahrscheinlich, dass ein solcher Bergbau irgendwann einmal wiederaufleben könnte. So wurde beispielsweise geschrieben (Hösel et al. 1997):

Wir stehen heute am Ende einer langen Periode bergmännischer und lagerstättenkundlicher Arbeiten im Erzgebirge. ... Neue bergmännische Aufschlüsse in Lagerstätten werden uns zukünftig nicht mehr zur Verfügung stehen. ... müssen wir uns ... auf Dauer mit den ... Dokumentationen der in den Bergbauaufschlüssen ... tätig gewesenen Geologen zufrieden geben ...

Rückblickend erscheint es somit verständlich, dass damals im SGD der Fokus rohstoffgeologischer Arbeiten weniger auf die Suche nach neuen Lagerstätten gelegt wurde. Im Mittelpunkt standen stattdessen vielmehr Arbeiten zur dauerhaften Erhaltung und/oder Publizierung des zuvor über viele Jahrzehnte angesammelten Wissens, welches aus Gesichtspunkten der Geheimhaltung zu DDR-Zeiten - wenn überhaupt - nur fragmentarisch publiziert wurde.

Ein wichtiger Baustein zur Verfolgung dieser Ziele war die Herausgabe sächsischer Bergbaumonographien, von denen die erste 1994 publiziert wurde. Es handelt sich dabei überwiegend um jeweils in großer fachlicher Breite angelegte konzentrierte Darstellungen der bergbaulich und geologisch relevanten Fakten zu einzelnen Lagerstätten (z.B. Pöhla-Globenstein: Hösel 2002), Revieren (z.B. Braunkohlen im Südraum von Leipzig: Berkner 2004) oder Rohstoffen (z.B. Marmor Erzgebirge: Hoth et al.

2010). Eine Sonderstellung nimmt die jüngste Monographie ein, in der Methodik und Ergebnisse von Arbeiten zur softwaregestützten Lagerstättenprognose mittels Künstlicher Neuronaler Netze (KNN) im Raum etwa zwischen Schwarzenberg – Ehrenfriedersdorf – Marienberg vorgestellt werden (Brosig et al. 2020).

Diese Monographien waren ein wesentlicher Ausgangspunkt für das um 2006 entstandene jüngste „Neue Berggeschichte“, da in prägnanter Form die jeweils wichtigsten Lagerstätten-relevanten Fakten der Öffentlichkeit und insbesondere Bergbau-Unternehmen bzw. begleitenden Ingenieurbüro's zur Verfügung gestellt wurden. Die enge Beziehung zwischen Geologie und Bergbau war auch Grundlage dafür, dass von Anfang an die Bergbaumonographien gemeinsam vom SGD und dem Sächsischen Oberbergamt (SOBA) herausgegeben wurden. Bis heute sind 19 Bände erschienen, die in sowohl gedruckter (kostenpflichtig) als auch digitaler Form (kostenfreier Download) angeboten werden (über die Website des SGD <https://www.geologie.sachsen.de/> recherchierbar).

Ungeachtet der in den 1990-er Jahren noch guten Vorratssituation im Bereich der Steine & Erden Sachsens wurde die Notwendigkeit erkannt, die dazugehörigen rohstoffgeologischen Daten zunehmend in digitaler Form zu speichern und somit für verschiedene Fragestellungen leicht auswertbar zu machen. Ein erster Schritt zu diesem Ziel war die Erstellung einer Karte der oberflächennahen Rohstoffe Sachsens im Maßstab 1:50.000 (KOR50) im Zeitraum 1997/1998 (Freels et al. 1997). Sie bestand aus der eigentlichen Karte mit Darstellungen unter anderem der flächenhaften Verbreitung ausgewählter Rohstoffgruppen weitgehend unabhängig von möglichen Blockierungen (z.B. Schutzgebieten) und einer dazugehörigen Datenbank mit verschiedenen Sachdaten zu den einzelnen Rohstoffflächen. Mit diesem Werkzeug war es möglich

- eine vollständig wissensbasierte Ressourcenschätzung im Landesmaßstab vorzunehmen,
- die Verwendung der Rohstoffressourcen des Landes Sachsen langfristig planbar zu machen,
- eine auf Fakten gegründete Basis für den regionalplanerischen Abwägungsprozeß bei der Ausweisung von Vorrang und Vorbehaltsgebieten für die Gewinnung mineralischer Massenrohstoffe zur Verfügung zu stellen,
- mit einer hohen Lagegenauigkeit Auskunft über die lokal verfügbaren Rohstoffe zu geben,
- Konflikte zwischen Rohstoffsicherung und anderen Nutzungsansprüchen sichtbar zu machen,
- neues Wissen aufzunehmen und sofort kartographisch umzusetzen.

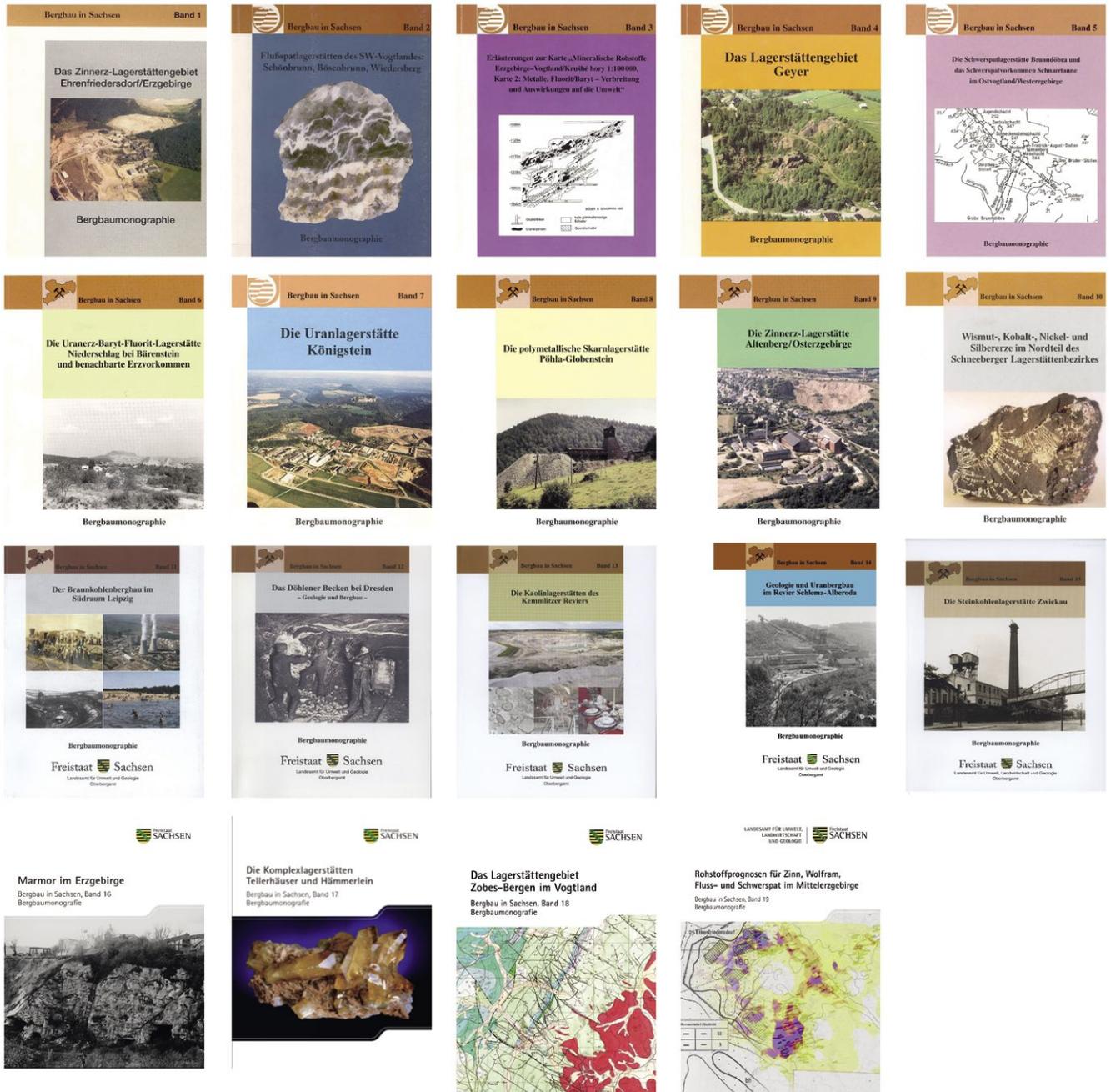


Abb. 2: Deckblätter der bis 2021 erschienen Bergbaumonographien. Weitere Bände sind in unterschiedlichem Grad in Vorbereitung (Nickel Callenberg – St. Egidien)

Ein nächster Schritt im Zeitraum 2008 – 2011 war die Durchführung einer vertieften Bewertung der einzelnen Rohstoff-Verbreitungsflächen. Details sind in Kalies et al. (2012) beschrieben. In Kurzform beinhaltet dieses Verfahren eine quantitative Charakterisierung der Bau- und Sicherungswürdigkeit jeder einzelnen Rohstofffläche anhand der Parameter:

- Menge des Rohstoffs (geologischer Vorrat),
- Mächtigkeit des Rohstoffs,
- Abraum-zu-Nuttschicht - Verhältnis,
- rohstoffgeologischer Kenntnisstand,
- Rohstoffqualität sowie
- Aussagesicherheit zur Qualität.

Mit Stand 2013 wurde die im Ergebnis entstandene Karte der Sicherungswürdigkeit oberflächennaher Rohstoffe als Bestandteil (Karte 10) des Landesentwicklungsplans Sachsen 2013 (LEP 2013) publiziert (SMI 2013). Diese Karte stellt bis heute eine der wichtigsten Grundlagen für die regionalplanerische Sicherung von Rohstoffvorkommen und -lagerstätten sowie für den Schutz solcher Flächen vor Überbauung etc. dar.

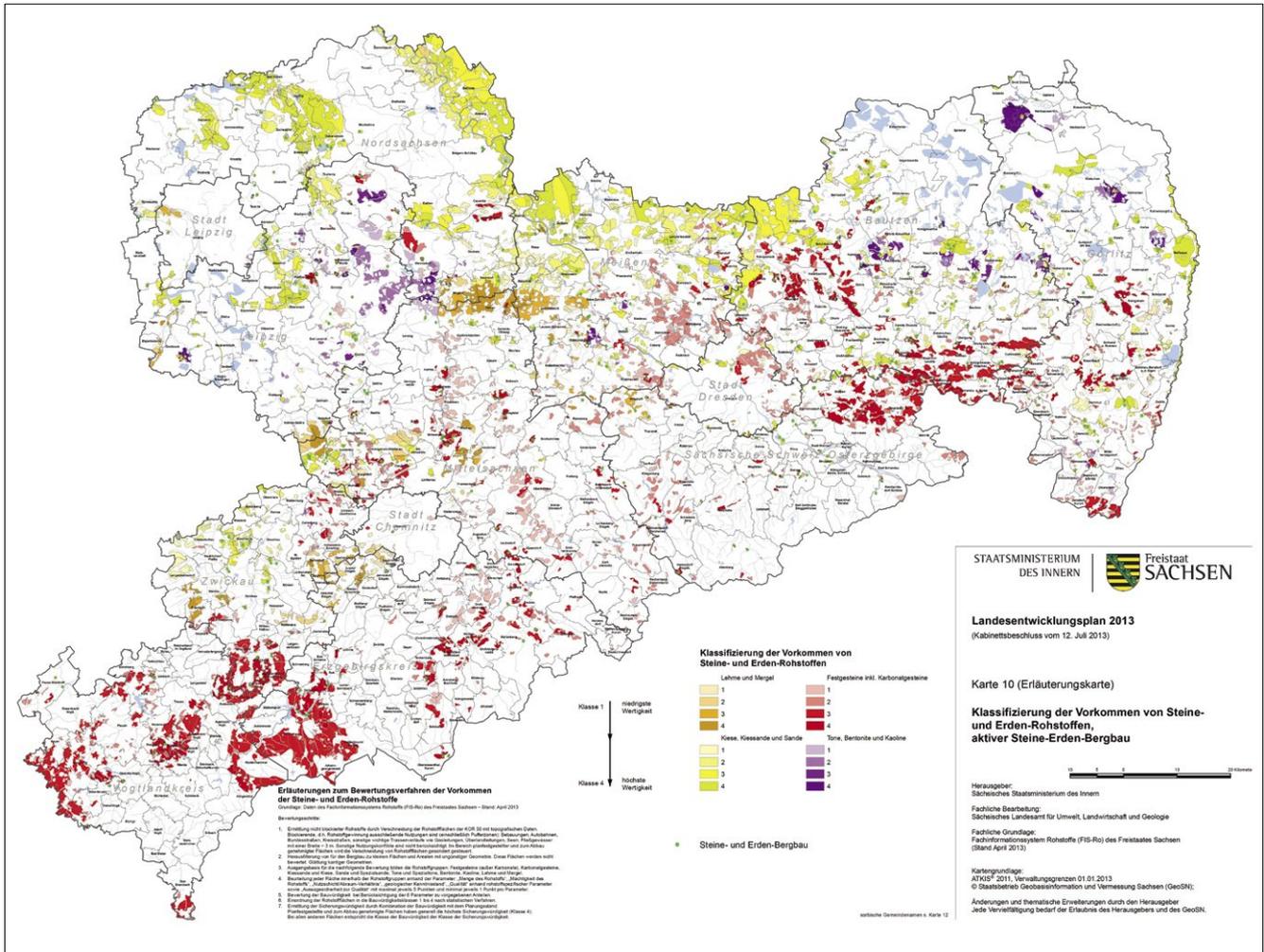


Abb. 3: Karte 10 des LEP 2013 mit Darstellung der Wertigkeit der sächsischen Steine- und Erden- Rohstoffe (SMI 2013)

In ähnlicher Weise wurde auch für die sächsischen Braunkohlen ein digitales Lagerstättenkataster erstellt (Jäkel et al. 2000), aktualisiert (Escher et al. 2007) und später für die einzelnen Teilflächen eine Bewertung durchgeführt (Kalies et al. 2012). Eine Übersichtsdarstellung enthält Karte 11 des oben genannten LEP 2013.

Die digitale Speicherung der Daten wurde im Laufe der folgenden Jahre stetig verbessert und den aktuellen Entwicklungen von Soft- und Hardware angepasst. Derzeit (2021) sind die Geometriedaten der Rohstoffverbreitungsflächen als shape-Dateien (Format ArcGIS/ESRI) gespeichert und werden über verschiedene Internetportale (z.B. Sachsenatlas 2021) öffentlich zur Verfügung gestellt. Die dazugehörigen – gegenüber 1998 an Umfang wesentlich erweiterten – Sachdaten sind in einer Oracle-Datenbank gespeichert und werden zusammen mit den Kartendaten unter dem Überbegriff Fachinformationssystem Rohstoffe (FISRO) fortlaufend gepflegt. Zwischen Karte und Datenbank besteht eine digitale Verknüpfung, was eine schnelle Interaktion z.B. zu Recherchszwecken erlaubt.

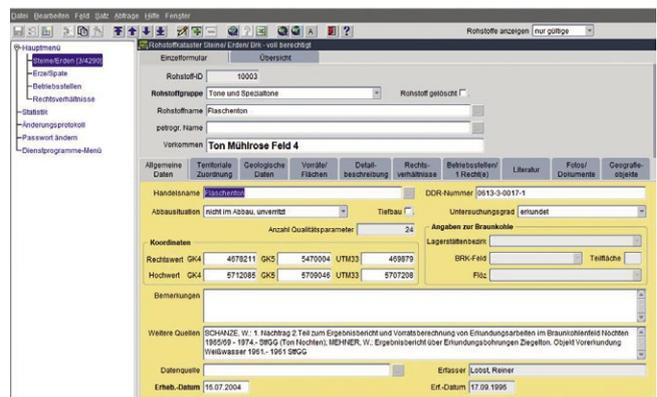


Abb. 5: Auszug aus dem Fachinformationssystem Rohstoffe

Einen Sonderfall der Erfassung und Speicherung ausgewählter Daten zu Steinen & Erden stellte die Erstellung und Publikation einer CD „Werksteinbrüche in Sachsen“ (Friebe et al. 2000) dar, in welcher Daten zu 507 sächsischen Werksteinbrüchen recherchierbar vorgestellt werden.

Die oben bereits erwähnte skeptische Haltung in der Mitte der 1990-er Jahre zur wirtschaftlichen Nutzbarkeit der in vielen Fällen gut bekannten Rest- und unverritzten Vorräte an Erzen und Spaten im Freistaat Sachsen begann sich ab dem Jahr 2006 zu wandeln. In jenem Jahr stellte ein bedeutender Bergbaubetrieb aus Österreich beim Sächsischen Oberbergamt einen Antrag auf Erlaubnis zur Erkundung der Zinn- und Wolfram-Vorkommen im Raum Pöhla-Hämmerlein-Tellerhäuser. Hintergrund waren vor allem die damals weltweit stark steigenden Preise für zahlreiche Rohstoffe sowie der Wunsch nach Sicherung der langfristigen Verfügbarkeit von Lagerstätten. Nur Monate später folgten ähnliche Anträge für den Lausitzer Kupferschiefer, für verschiedene bekannte erzgebirgische Zinnvorkommen sowie in der Folgezeit für zahlreiche weitere bereits zu DDR-Zeiten mehr oder weniger gut erkundete Erz- und Spatvorkommen. Mit den damit einhergehenden stark ansteigenden Recherche-Tätigkeiten im Geologischen Archiv des SGD wurde schnell klar, dass die bisherige überwiegend analoge Verwaltung und Speicherung der relevanten rohstoffgeologischen Daten den Anforderungen nicht mehr genügte. Damit war die Grundlage für das Projekt ROHSA (Rohstoffe in Sachsen) geschaffen, von dem in diesem Heft Franke-Laske et al. (2022) berichten. Nunmehr können weitaus schneller als früher – und insbesondere digital über das Internet – wichtige Datenquellen recherchiert und in die Suche nach neuen Erz- und Spatlagerstätten einbezogen werden.

Einen Sonderfall bei derartigen Datenerfassungen bilden grenzübergreifende Vorkommen/Lagerstätten, wie das aktuelle Bei-

spiel Lithium Zinnwald/Cinovec zeigt (Dittrich et al. 2019). Unter Federführung durch das Geokompetenzzentrum Freiberg e.V. wurden einige ausgewählte Lokalitäten detailliert in Steckbriefen erfasst (ROHSAB 2011), wobei die Bearbeitung des deutschen Anteils durch beteiligte Ingenieurbüro's und den SGD erfolgte, während tschechische Geologen für ihren Anteil zuständig waren.

Die durch das ROHSA-Projekt stark verbesserten Möglichkeiten der Datenrecherche und -nutzung waren Anlass für ein Konsortium aus SGD, Helmholtz-Institut Freiberg (HIF), Bergakademie Freiberg (TU BAF) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), ein Gebiet etwa zwischen Elterlein – Geyer - Ehrenfriedersdorf einer vertieften Untersuchung zu unterziehen. Verschiedene Rahmenbedingungen (unter anderem die Existenz zahlreicher abgebauter sowie unverritzter Zinnlagerstätten, relativ dünne Besiedlung, Höflichkeit für weitere, bisher unentdeckte Lagerstätten) hatten diesen Raum als besonders geeignet prädestiniert. Eine wesentliche Neuerung im Laufe der Arbeiten war der Einsatz modernster luft- und bodengestützter geophysikalischer Methoden zur Identifikation unbekannter Erz- und Spatvorkommen (Siemon et al. 2016). Parallel dazu wurde ein 3D-Modell des Untergrundes bis mehrere Hundert Meter Tiefe erstellt (Kirsch & Steffen 2017) sowie in Zusammenarbeit mit einem Ingenieurbüro ein Verfahren der computergestützten Lagerstättenprognose getestet (Brosig et al. 2020).

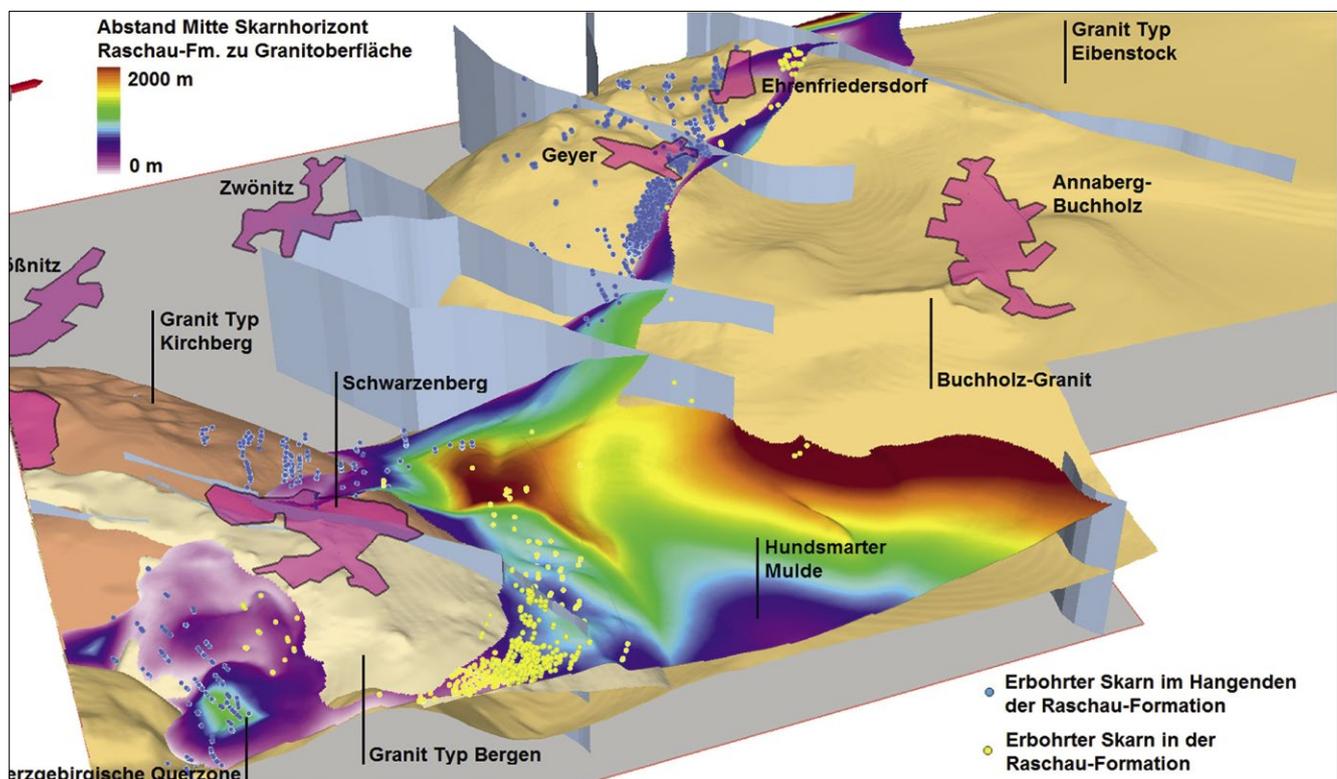
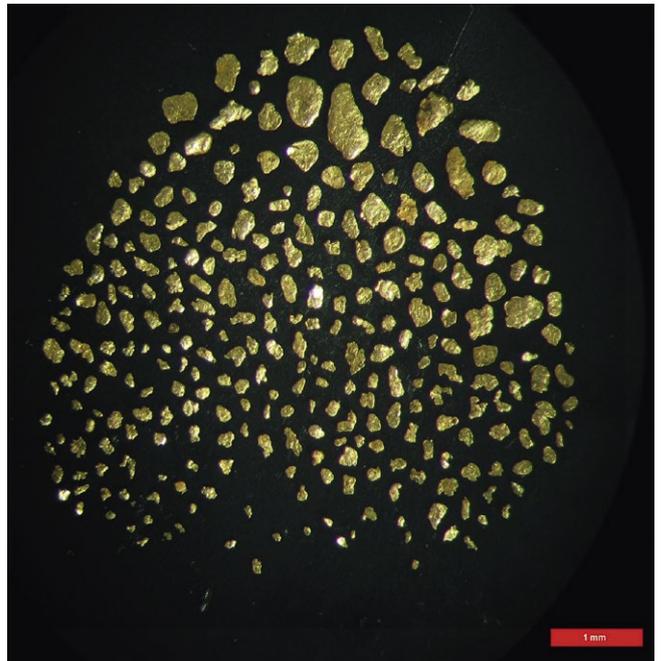


Abb. 7: 3D-perspektivische Darstellung des Skarnhorizontes „Raschau-Formation“ mit Darstellung des Abstands zur Granitoberfläche (aus Brosig et al. 2020)

Eine große mediale Aufmerksamkeit wurde dem 2010 bis 2012 durchgeführten Projekt „Gold in sächsischen Kies- und Sandlagerstätten“ zuteil. Ziel war es zu prüfen, ob die in einigen Kiessandlagerstätten Europas praktizierte Nebengewinnung fein verteilter Goldflitter auch in sächsischen Kiessandtagebauen ökonomisch sinnvoll durchgeführt werden könnte. Ein wesentlicher Parameter ist dafür der durchschnittliche Goldgehalt in den Sedimenten und daher wurden in 26 Tagebauen entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Die von Gutzmer et al. (2013) publizierten Ergebnisse deuten an, dass in einigen Tagebauen eine Goldgewinnung tatsächlich praktikabel erscheint.

Abb. 8: 287 Goldflitter mit einem Gesamtgewicht von 2,9 mg, gesammelt in einem sächsischen Kieswerk an der Elbe (Gutzmer et al. 2013)



Über die hier skizzierten Arbeiten des SGD hinaus wurden mit Beginn der weltweit starken Rohstoffnachfrage seit etwa 15 Jahren zahlreiche Landes-, Bundes- und EU-geförderte Arbeiten durch Institutionen wie z.B. HIF, TUBAF, BGR, GKZ, Ingenieurbüro's und weiteren initiiert, an denen der SGD in wechselndem Ausmaß beteiligt war und ist. Beispielhaft zu nennen sind Projekte wie HTMET (Henning et al. 2019), Mineral Systems Analysis (Burisch et al. 2018), ResErVar (BMBF 2015a), Sächsisches Natursteinkataster (SOBA 2020), WISTAMERZ (BMBF 2015b) und viele mehr.

Zu den im Erdinnern vorhandenen Rohstoffen gehört auch Erdwärme (Geothermie), deren Nutzung und Erforschung auf sächsischem Territorium in diesem Heft ausführlich beschrieben wird (Hofmann & Görne 2022). In Kurzform wird nachfolgend ein Überblick gegeben. Eine für sächsische Verhältnisse frühzeitige und ungewöhnliche Nutzungsform war die im Jahr 1837 errichtete „Geitnersche Treibegärtnerei“ bei Zwickau-Planitz, in der heiße Abgase eines unterirdischen Steinkohle-Brandes gefasst und zur Gewächshaus-Beheizung genutzt wurden.



Abb. 9: Geitnersche Treibegärtnerei um 1850 (https://de.wikipedia.org/wiki/Ernst_August_Geitner)

Einen sprunghaften Anstieg erlebte die Nutzung vor allem von oberflächennaher Erdwärme (bis 400 Meter unter der Erdoberfläche) in Sachsen allerdings erst etwa um die Millenniums-Wende.

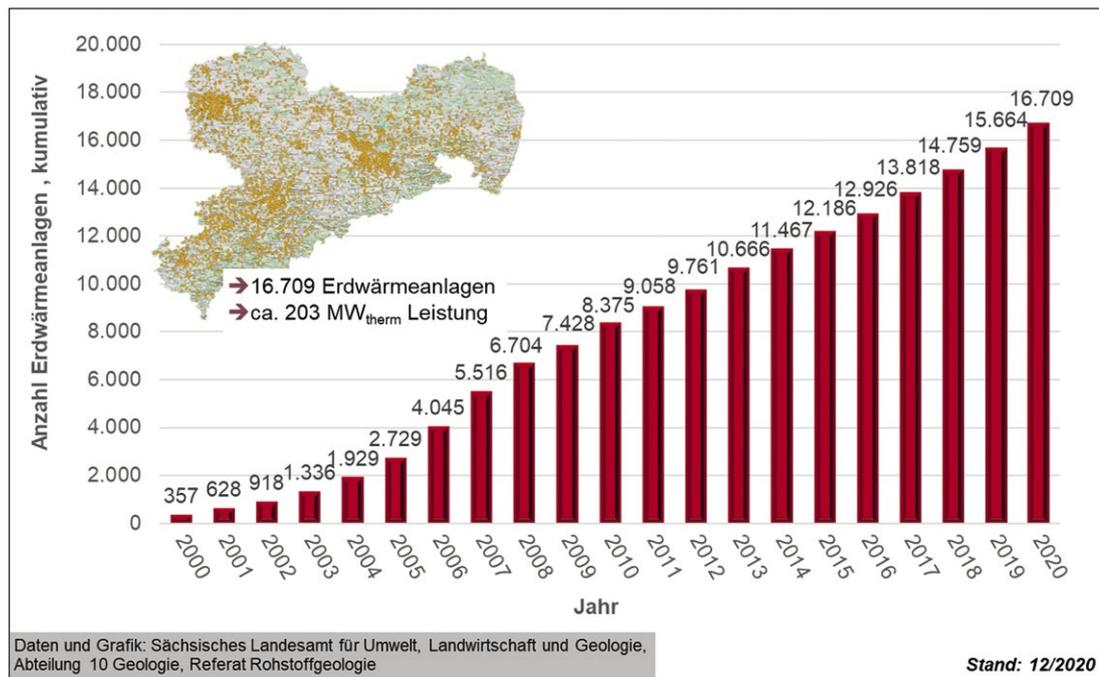


Abb. 10: Entwicklung der Anzahl von Erdwärmeanlagen seit dem Jahr 2000 (<https://www.geologie.sachsen.de/oberflaechennahe-geothermie-27222.html>)

Seitdem wurden durch den SGD zahlreiche Arbeiten durchgeführt, um diese nachhaltige, umweltfreundliche Art der Energiebereitstellung zu befördern (LfULG 2021). Zu den wichtigsten Projekten

gehört die Erstellung einer sachsenweiten digitalen Karte mit Darstellung der Wärmeentzugsleistungen bei unterschiedlichen Randbedingungen (Hofmann 2014).

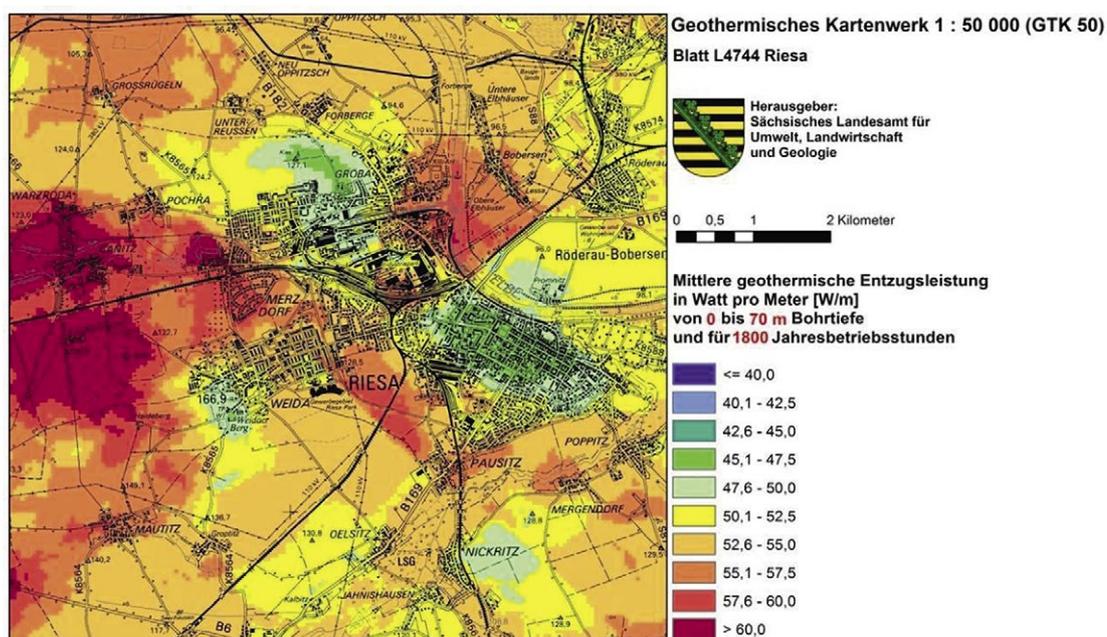


Abb. 11: mittlere geothermische Entzugsleistung von 0 bis 70 m Bohrtiefe - Auszug aus der GTK 50 Blatt L 4744 Riesa (Hofmann 2020)

Grenzübergreifende Teilprojekte (TransGeoTherm – Krentz et al. 2015, GeoPlasma-CE – Hofmann et al. 2021) unterstützten die Bearbeitung sächsischer Randregionen.

Ebenso wurden die Potentiale der Grubenwassergeothermie untersucht (Jordan & Grimm 2001) und entsprechende Projekte (z.B. Schwimmbad Marienberg) durch den SGD begleitet.

Zur Untersuchung der tiefengeothermischen Verhältnisse bis in ca. 5 Kilometer Tiefe erfolgten durch einen Forschungsverbund weitreichende Vorarbeiten (Berger et al. 2011). Die Ergebnisse zeigen, dass eine Stromerzeugung durch Tiefenaufschlüsse bis 5 km Tiefe in drei Untersuchungsgebieten (Raum Dresden, Freiberg, Aue-Schneeberg) möglich ist. Die kalkulierten Tempe-

raturmodelle weisen in 5 km Tiefe Werte zwischen 105 und 190° C auf. Im Jahr 2012 erfolgten detaillierte geophysikalische Erkundungsarbeiten (3D-Seismik) im Raum Schneeberg (Lüschen et al. 2015). Das daraus erstellte geologische Modell konnte belegen, dass eine auf die Störungszone „Roter Kamm“ projektierte Forschungsbohrung zur Erkundung der geothermalen Verhältnisse in etwa vier Kilometer Tiefe günstige Verhältnisse antreffen würde. Das ursprünglich für das Abteufen einer Bohrung vorgesehene Hauptvorhaben GIGS (Geothermie im Granit Sachsens) wurde jedoch nach dem insgesamt hoffnungsvollen Beginn im Jahr 2019 wegen schwer kalkulierbarer Risiken abgesagt (BGR 2019).

3. Zukunft

„Prognosen sind schwierig, vor allem wenn sie die Zukunft betreffen“. Dieser oft kolportierte Ausspruch charakterisiert treffend auch die möglichen Entwicklungen rohstoffgeologischer Arbeiten im SGD. Neben den oben beschriebenen Wendungen im Rohstoffbedarf haben insbesondere auch subjektive Faktoren, wie z.B. lokalpolitische Entwicklungen, administrative Zuordnungen, gesellschaftliche Meinungsbildung etc. mehr oder weniger großen Einfluss auf Ziele und Realisierungsmöglichkeiten staatlicher rohstoffgeologischer Arbeiten. Ein charakteristisches Beispiel für solche Wechselbeziehungen ist seit einigen Jahren die raumordnerische Sicherung von Lagerstätten und Vorkommen mineralischer Rohstoffe.

Deutschland ist durch ein enges Neben- und Übereinander oftmals konkurrierender Flächen-Nutzungen gekennzeichnet. Durch das Raumordnungsgesetz (ROG) und untergeordnete Regelungen soll ein transparentes Verfahren der planerischen Sicherung von Flächen für verschiedenste Zwecke sichergestellt werden. In der Praxis zeigt sich, dass Lagerstätten und Vorkommen mineralischer Rohstoffe manchmal unzureichend durch die am Planungsprozess beteiligten Institutionen berücksichtigt werden. In extremen Fällen werden gut erkundete verbraucher-nahe Steine & Erden – Lagerstätten, in denen unter Einhaltung der in Deutschland vergleichsweise strengen umweltrechtlichen Auflagen eine Rohstoffgewinnung rechtlich zulässig wäre, trotzdem bewusst im planerischen Sicherungsprozess ignoriert und anderweitig überplant. Dabei wird wissentlich in Kauf genommen, dass trotzdem ein Bedarf an mineralischen Rohstoffen besteht, der nach dem St. Florians – Prinzip durch Transporte aus entfernten aktiven Tagebauen in anderen Regionen gedeckt werden soll.

Diese Tatsachen haben in den letzten Jahren die Rohstoffgeologie des SGD in den Brennpunkt zwischen Gegnern und Befürwortern des Rohstoffabbaus gerückt. Eine schnelle, sachliche,

sowohl umfassende als auch detaillierte Darstellung der rohstoffgeologischen Fakten, die im Streitfall auch gerichtsfest sein muss, gehört deshalb zu den wichtigsten Herausforderungen an die Rohstoffgeologen. In diesem Zusammenhang hat die weitere digitale Erfassung möglichst vieler rohstoffgeologischer Daten zu den einzelnen Rohstoff-Lagerstätten und -Vorkommen eine hohe Priorität. Nach derzeitigem Stand wird es noch viele Jahre dauern, bis die entsprechenden Unterlagen im Geologischen Archiv des SGD nicht nur gescannt, sondern mit ihren Einzeldaten auch auswertungsfähig in Datenbanken, wie dem FISRO erfasst sein werden. Entsprechende Arbeiten werden zum Einen mehr oder weniger kontinuierlich durch den SGD erledigt und andererseits im Rahmen kurzfristiger Projekte beschleunigt. Auch die stetige Anpassung des FISRO an aktuelle Anforderungen (zum Beispiel spezielle Recherchemöglichkeiten) sowie Soft- und Hardware-Rahmenbedingungen wird eine Daueraufgabe bleiben.

Die zeitnahe dynamische Bewältigung dieser Herausforderungen ist eine essentielle Notwendigkeit, um mit den täglichen Anforderungen an staatliche Rohstoffgeologie Schritt halten zu können. Ungeachtet all der soeben dargestellten einzelnen Projekte hat sich derzeit als Hauptaufgabe staatlicher Rohstoffgeologie die möglichst kurzfristige Bewertung einer großen Bandbreite von Planungen erwiesen, die in irgendeiner Weise Rohstoffflächen berühren. Das Wissen um potentiell nutzbare Lagerstätten auf sächsischem Territorium ist im SGD konzentriert. Nur bei rechtzeitiger Einbeziehung des SGD z.B. in beabsichtigte Baumaßnahmen im freien Gelände kann verhindert werden, dass unbeabsichtigt Lagerstätten und Vorkommen wertvoller Rohstoffe blockiert und/oder unbrauchbar gemacht werden. Diesem Ziel dient die Einbeziehung der Rohstoffgeologen des SGD als „Träger öffentlicher Belange“ (TöB) oder im Rahmen der „Amtshilfe“ gemäß Verwaltungsverfahrensgesetz. Während zu Credner's Zeiten vor 150 Jahren dieses Thema eine

nur geringe Bedeutung besaß, wird infolge der ungebrochen anhaltenden Einwirkung des Menschen auf die Landschaft aller Voraussicht nach mittelfristig die Notwendigkeit zunehmen, Vorkommen und Lagerstätten mineralischer Rohstoffe durch Regionalplanung und/oder im Rahmen der TöB-Tätigkeiten zur Kenntnis zu bringen und wenn möglich, für eine spätere Nutzung zu schützen.

Unabhängig von den aufgezeigten Herausforderungen erwächst für die Versorgung Sachsens mit mineralischen Rohstoffen zunehmend ein seit vielen Jahrzehnten verkanntes Problem: durch die stetige bergbauliche Gewinnung gehen allmählich die gut erkundeten Lagerstätten zur Neige. Hatte die DDR früher systematisch eine weitreichende Vorkundung zur Sicherung ihres Rohstoffbedarfes betrieben, war diese in den Jahren seit der Wiedervereinigung seitens des Staates als verzichtbar eingeschätzt worden. Eine staatliche Rohstofferkundung ist seitdem auf verschiedenen deutschen Verwaltungsebenen mehrmals abgelehnt worden. Noch heute zehren die meisten sächsischen Tagebaue von den rohstoffgeologischen Erkundungsergebnissen der früheren DDR.

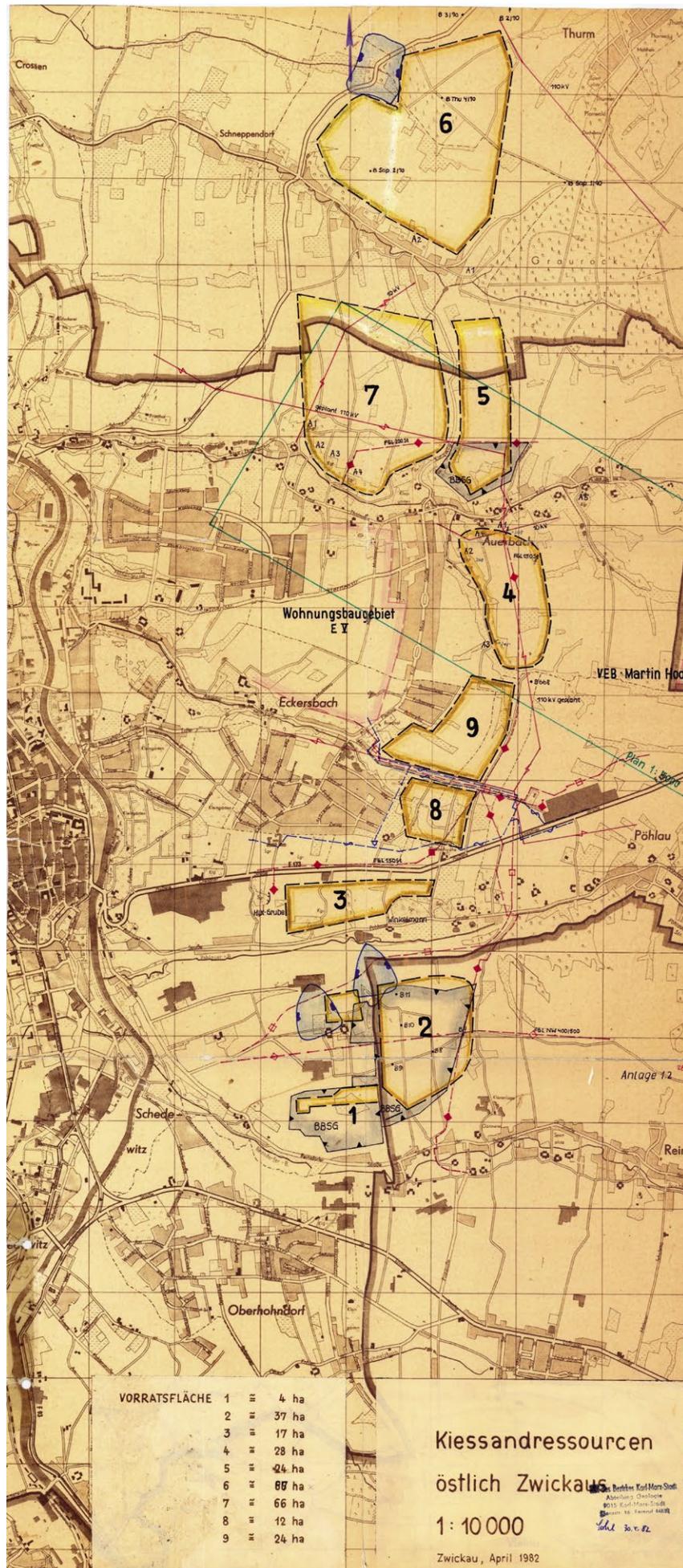


Abb. 12: Karte mit Darstellung der durch Erkundungsarbeiten aufgefundenen Kiessand-Ressourcen östlich von Zwickau (Lahl 1982)

In Einzelfällen wird durch Bergbau-Unternehmen eine Erkundung von Steine & Erden - Rohstoffen mittels Bohrungen betrieben, wobei es sich überwiegend um an Tagebaue angrenzende Bereiche und nur selten um völlig unverritzte Flächen handelt. Doch trotz dieser unternehmerischen Aktivitäten zeichnen sich bereits jetzt erste Engpässe bei der Rohstoffversorgung – zum Beispiel mit Kiessanden in Teilen der Planungsregion Chemnitz – ab. Das Portfolio gut erkundeter Lagerstätten, aus welchem die staatlichen Rohstoffgeologen in den vergangenen Jahren den Regionalen Planungsbehörden Rohstoffflächen zur planerischen Sicherung anbieten konnten, leert sich zunehmend.

Im SGD wird daher der Ansatz verfolgt, zunächst durch eine Aufarbeitung der stetig wachsenden Daten über den Untergrund (z.B. durch eingehende Schichtenverzeichnisse der jährlich etwa 10.000 in Sachsen abgeteufte Bohrungen) Hinweise auf neue Rohstoffvorkommen zu erlangen und gleichzeitig die Datenlage zu prinzipiell bekannten, aber im Detail (Qualitäten, Vorräte etc.) wenig untersuchten Vorkommen zu verbessern. Im Ergebnis sollen Rohstoffflächen identifiziert werden, die besonders hoffig erscheinen und sich für eine nähere Erkundung anbieten. Ob derartige Vorkommen, die bisher frei von unternehmerischen Aktivitäten sind, durch den SGD mit jeweils mindestens einer Bohrung und eventuell geophysikalischen Verfahren hinsichtlich ihrer tatsächlichen Bauwürdigkeit näher charakterisiert werden, ist derzeit offen. Kleinmaßstäbige bzw. großräumige Übersichts-Explorationen gehören in einigen anderen deutschen Bundesländern zum Standardprogramm der jeweiligen SGD.

In ähnlicher Strategie könnte auch im Bereich der Erze & Spate durch den SGD eine vorausschauende Übersichtsexploration des sächsischen Territoriums (z.B. mittels aktueller geophysikalischer Methoden) in Zusammenarbeit mit kompetenten Partnern betrieben werden. Auch Grundlagen-Untersuchungen etwa zur Genese ausgewählter Lagerstättentypen (z.B. Nickelsulfid-Mineralisationen in der Lausitz) oder die Erarbeitung neuer Explorationskriterien (z.B. mittels Einschlussuntersuchungen) sind Themen, die typischerweise durch einen SGD verfolgt werden können.

Dagegen werden Detailexplorationen einzelner Lagerstätten besser durch die jeweils aktiven privatwirtschaftlichen Unternehmen betrieben – das hat die Vergangenheit der letzten 15 Jahre klar belegt.

Ein großes Reservoir an potentiellen Explorationsmöglichkeiten stellen zudem die über 125 Kilometer Bohrkerne dar, die im Sächsischen Gesteins-Analytikzentrum (SGA) aufbewahrt werden. So wurde beispielsweise vor einigen Jahren testweise versucht, mittels mobiler Röntgenfluoreszenz-Analytik (handheld-RFA) Bohrkerne in Zentimeter-Schritten abzutasten, um dadurch bisher unerkannte Anomalien wirtschaftlich interessanter Elemente zu entdecken. Eine derartige halbquantitative

Analyse ist um Größenordnungen schneller, preiswerter und zudem zerstörungsfrei im Vergleich zu den ansonsten üblichen chemischen Analysen.



Abb. 13: Bohrkerne einer WISMUT-Bohrung mit Kennzeichnung der mittels mobiler RFA untersuchten Bereiche

Die damals aufgetretenen methodischen Schwierigkeiten erscheinen lösbar und somit könnte in einem größeren Projekt systematisch ein Großteil des genannten Kernmaterials untersucht werden. Jahrzehntelange rohstoffgeologische Praxis zeigt, dass mit Überraschungen jederzeit gerechnet werden kann.

Seit der Mensch natürliche Rohstoffe nutzt, sind ihr Verbrauch beziehungsweise ihre Nutzung grundsätzlich angestiegen. Im Jahr 2020 wurden in Sachsen etwa 28 Millionen Tonnen Braunkohle sowie rund 34 Millionen Tonnen Steine & Erden gefördert (SOBA 2021). Diese Entnahmen sind derzeit offensichtlich zur Aufrechterhaltung unseres gewohnten Lebensstandards notwendig. Andererseits führt eine nähere Befassung mit den insgesamt bereits abgebauten Vorräten aller mineralischen Rohstoffe auf dem Territorium Sachsens (für Erze und Spate siehe Kruse 1980) zu der Erkenntnis, dass aus verschiedenen Gründen die bergbauliche Gewinnung von Rohstoffen – für jeden Rohstoff spezifisch – irgendwann einmal nicht mehr in gewohnter Art und Weise funktionieren wird.

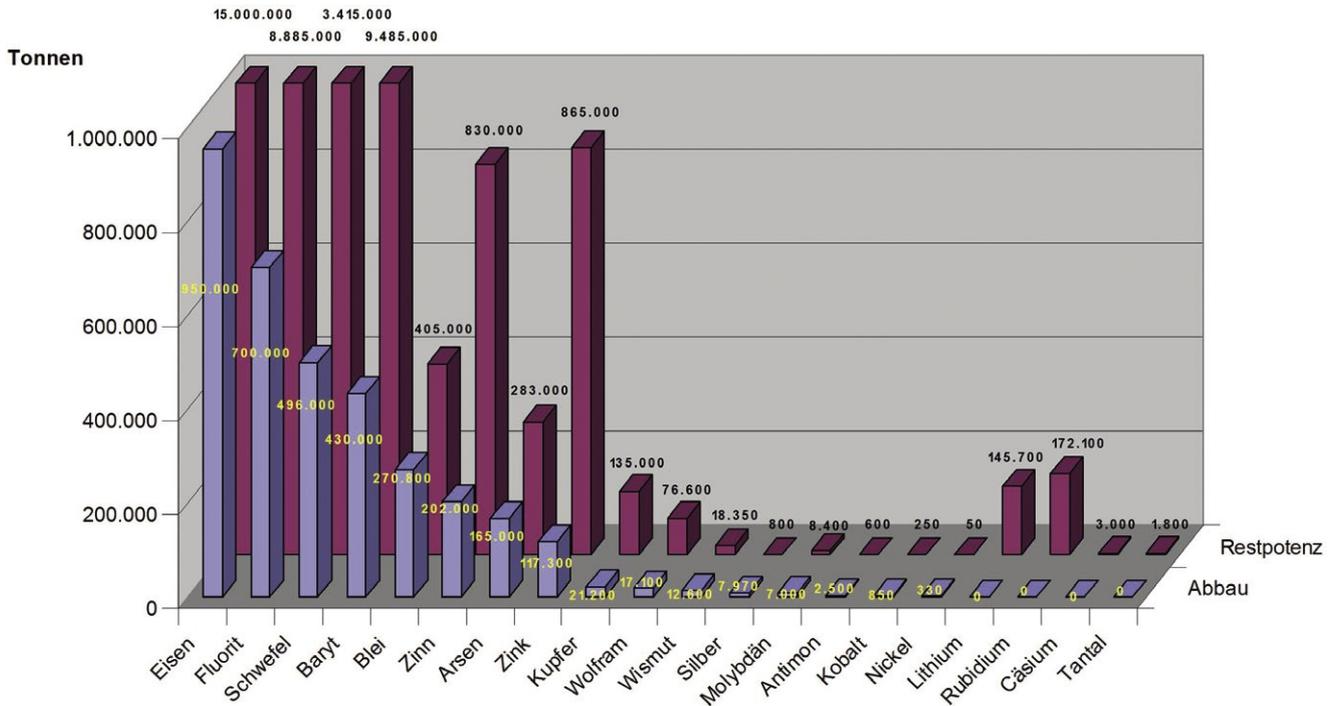


Abb. 14: im Erzgebirge/Vogtland bis 1980 abgebaute Vorräte an Erzen und Spaten sowie „Restpotenz“ (nach Kruse 1980); die Zahlen sind aktuell teilweise zu korrigieren (z.B. wegen weiterem Abbau seit 1980)

Zu diesen Gründen gehören ökonomische Gesichtspunkte, wie beispielsweise für Erzlagerstätten zunehmend größere Teufen und häufig abnehmende Durchschnittsgehalte der Nutzkomponenten. Für Steine & Erden – Lagerstätten nehmen insbesondere die Vorräte an Lockergesteins-Rohstoffen (Kiessande, Lehme etc.) durch Abbau stetig ab. In größeren Tiefen sind aus geologischen Gründen keine durch oberflächennahe Verwitterungsprozesse entstandenen Rohstoffe zu erwarten. Somit werden zum Beispiel die inselartig auftretenden Reste tertiärer fluvialer Sedimente im Raum Zwickau bei weiterem Abbaufortschritt irgendwann einmal endgültig für eine bergbauliche Nutzung irrelevant geworden sein.

Bei allem Optimismus hinsichtlich Entdeckung neuer nutzbarer Lagerstätten erscheint es unausweichlich, dass in absehbaren Zeiten ein Umdenken bezüglich der täglichen Rohstoffnutzung durch die Menschheit – auch in Sachsen – erforderlich wird. „Ein Kilo Steine pro Stunde“ – ein unterhaltsamer Kurzfilm (MIRO 2018) – weist einerseits auf die derzeit oft unbekannte Bedeutung des Bergbaus mineralischer Rohstoffe hin. Andererseits sollten diese Zahl und die eben aufgeführten Tatsachen Anregungen geben, rechtzeitig Alternativen zum Gebrauch von Rohstoffen durch die Menschheit zu entwickeln, die uns ein

nachhaltiges – zumindest im Prinzip unendlich lange anhaltendes – Leben auf der Oberfläche unseres Planeten ermöglichen. Mögen wir nur aus Neugier zu anderen Himmelskörpern aufbrechen. Dagegen kann der von manchen Wissenschaftlern propagierte extraterrestrische Bergbau (Brophy et al. 2012) keine nachhaltige Lösung für die auf der Erde anstehenden relevanten Probleme darstellen. Viele Signale deuten darauf hin, dass wir uns zunehmend beeilen sollten, dem Zustand einer idealen Kreislaufwirtschaft möglichst nahezukommen. Für Rohstoffgeologen wird jedoch bis dahin in dem skizzierten Spannungsfeld zwischen dem „Anbieten von Rohstoffen“ und den damit verbundenen Nutzungskonflikten bei gleichzeitigem Hinweis auf deren Endlichkeit noch viel zu tun bleiben.

Literatur

- Bartelheim, M. & Niederschlag, E. (1998): Untersuchungen zur Buntmetallurgie, insbesondere des Kupfers und Zinns, im sächsisch-böhmischen Erzgebirge und dessen Umland. - In: Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege, 40, 8 - 87
- Berger, H.-J., Felix, M., Görne, S., Koch, E., Krentz, O., Förster, A., Förster, H.-J., Konietzky, H., Lunow, C., Schütz, H., Stanek, K., Walter, K. & Wagner, S. (2011): Tiefengeothermie Sachsen: 1. Arbeitsetappe 09/2009-07/2010.- Schriftenreihe des LfULG, 9/2011, Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15145>
- Bergner, A. (2004): Der Braunkohlenbergbau im Südraum Leipzig.- Bergbau in Sachsen/Bergbaumonografie, 11, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12194>
- BGR 2019: Geothermieforschungsbohrung: Projekt GIGS wird nicht weiter verfolgt.- Pressemitteilung, abgerufen am 12.08.2021, https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Oeffentlichkeitsarbeit/Pressemitteilungen/BGR/bgr-2019-09-06_geothermieforschungsbohrung.html?nn=1544784
- BMBF (2015a): ResErVar: Forscher erkunden das Geopotenzial wirtschaftsstrategischer Metalle in Deutschland.- Projektdatenblatt des BMBF, abgerufen am 12.08.2021, <https://www.r4-innovation.de/files/ResErVar.pdf>
- BMBF (2015b): WISTAMERZ: Wie sich das Rohstoffpotenzial im Erzgebirge neu bewerten lässt.- Projektdatenblatt des BMBF, abgerufen am 12.08.2021, <https://www.r4-innovation.de/files/WISTAMERZ.pdf>
- Brophy, J. R., Friedman, L. & Culick, F. (2012) Asteroid retrieval feasibility.- In: 2012 IEEE Aerospace Conference. IEEE , Piscataway, NJ, pp. 1-16
- Brosig, A., Barth, A., Knobloch, A. & Dickmayer, E. (2020): Rohstoffprognosen für Zinn, Wolfram, Fluss- und Schwespat im Mittel Erzgebirge.- Bergbau in Sachsen/Bergbaumonografie, 19, Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37149>
- Burisch, M., Frenzel, M., Guilcher, M., Gutzmer, J., Haschke, S., Reinhardt, N. & Swinkels, L. (2018): Mineral Systems Analysis - Innovative approaches to exploration targeting in the Erzgebirge Metallogenic Province, Germany.- ESF-Projekt, https://tu-freiberg.de/mineral_systems_analysis
- Courbet, G. (1849): Die Steinklopper.- Gemälde, ehemals Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Galerie Neue Meister, 1945 verbrannt, Website abgerufen am 12.08.2021, https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Die_Steinklopper.jpg
- Credner, H. (1873): Die geologische Landesuntersuchung des Königreiches Sachsen
- Dittrich, T., Bachmann, T., Henker, J. & Müller, A. (2019): The Zinnwald Lithium Project - Energy Metals from the Heart of Europe.- World of mining, surface & underground: Internationale Fachzeitschrift für den Bergbau, 71, Heft 5, Seiten 292 - 300
- Escher, D., Rascher, M. & Rascher, J. (2007): Aktualisierung des Lagerstättenkatalogs Braunkohle als Bestandteil des Fachinformationssystem (FIS) Rohstoffe - Abschlussbericht.- unveröffentlichter Bericht, 15 Seiten, 4 Anlagen, Geologisches Archiv LfULG
- Franke-Laske, D., Korb, D. & Gahlert, A.: Schatzsucher im Auftrag der sächsischen Rohstoffstrategie.- Geoprofil 16, dieser Band
- Freels, D., Lange, H., Torchala, B. & Barth, A. (1997): Die Karte der oberflächennahen Rohstoffe des Freistaates Sachsen im Maßstab 1:50.000: Konzept, Herstellung, Anwendung.- Z. geol. Wiss., 26: 89-95, Berlin
- Friebe, A., Gärtner, U. & Lapp, M. (2000): Werksteinbrüche in Sachsen.- Dresden, CD-ROM
- Gutzmer, J., Richter, L., Hennig, S., Petermann, T. & Lehmann, U. (2013): Gold in sächsischen Kies- und Sandlagerstätten.- Schriftenreihe des LfULG, 12/2013, Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13365>
- Henning, S., Birkenfeld, S., Graupner, T., Franke, H., Nawothnig, B. & Pursche, K. (2019): The new critical metals database "HTMET": High tech trace element characteristics of sulphides from base metal provinces in the Variscan basement and adjacent sedimentary rocks in Germany.- German Journal of Geology (ZDGG), 170 (2), 161-180
- Hofmann, K. (2014): Erdwärmesonden: Informationsbroschüre zur Nutzung oberflächennaher Geothermie.- Hrsg. LfULG., Red. Karina Hofmann, - 5., überarb. Aufl., Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11868>
- Hofmann, K. (2020): Geothermieatlas Sachsen - Allgemeine Erläuterungen zum Kartenwerk der geothermischen Entzugsleistungen im Maßstab 1:50 000 GTK 50.- LfULG, https://www.geologie.sachsen.de/js/Erlaeuterungen_Geothermieatlas.pdf
- Hofmann, K. & Görne, S. (2022): Erdwärme in Sachsen.- Geoprofil 16, dieser Band
- Hofmann, K., Görz, I., Riedel, P., Heiermann, M., Franek, J. & Jelének, J. (2021): Das EU-Projekt GeoPLASMA-CE: Erdwärme -harmonisierte Methoden zur Darstellung und Bewertung des Potenzials sowie Erfolgskriterien für eine nachhaltige Nutzung.- Schriftenreihe des LfULG, 7/2012, Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37292>
- Hösel, G. (2002): Die polymetallische Skarnlagerstätte Pöhla-Globenstein.- Bergbau in Sachsen/Bergbaumonografie, 8, Dresden: Union Druckerei, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12185>
- Hösel, G., Tischendorf, G. & Wasternack, J. (1997): Erläuterungen zur Karte »Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/Kružné hory 1:100 000«, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt - Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt.- Bergbau in Sachsen/Bergbaumonografie, 3, Dresden: Sächs. Druck- u. Verlagshaus, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12165>
- Hoth, K., Krutský, N., Schilka, W. & Schellenberg, F. (2010): Marmor im Erzgebirge.- Bergbau in Sachsen/Bergbaumonografie, 16, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12187>
- Jäkel, M., ZeiBler, K.-O., Freels, D. & Wolf, P. (2000): Das digitale Lagerstättenkatalog Braunkohle für den Freistaat Sachsen.- Zeitschrift für geologische Wissenschaften; 28, 1/2, Seiten 291-302
- Jordan, H. & Grimm, R. (2001): Bewertung des Grubenwasserpotenzials Sachsens und Verifizierung umsetzbarer Standorte unter Einbeziehung des Eintrags solarer Wärmegewinne: I. Thermische Nutzung von Grubenwasser.- Geologisches Archiv Freiberg, unveröffentlichter Ergebnisbericht, EB 03329
- Kalies, H., Imkamp, I., Lehmann, T., Künne, G., Escher, D., Rascher, J., Kleeberg, K. & Brauer, R. (2012): Das digitale Bewertungsverfahren für Rohstoffe Sachsens.- Schriftenreihe des LfULG, 26/2012, Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14850>
- Kirsch, M. & Steffen, M. (2017): Erstellung eines geologischen 3D-Modells für das Pilotprojekt ROHSA 3.1 (Rohstoffe Sachsen).- unveröffentlichter Bericht, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcenechnologie, 84 S.
- Krentz, O., Riedel, P., Reinhardt, S., Bretschneider, M. & Hofmann, K. (2015): Abschlussbericht zum EU-Projekt »TransGeoTherm« Geothermale Energie für die grenzübergreifende Entwicklung der Neisse Region - Pilotprojekt 2012-2014.- Schriftenreihe des LfULG, 10/2015, Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/24461>
- Kruse, B. (1980): Zusammenstellung der abgebauten Vorräte und vorhandenen Ressourcen mineralischer Rohstoffe im Erzgebirge/Vogtland.- In: Neueinschätzung Erzgebirge. Unveröff. Teilbericht, Zentr. Geol. Inst., Berlin, Geologisches Archiv LfULG
- Lahl, B. (1982): Geologischer Bericht Kies Zwickau-Ost.- Geologisches Archiv Freiberg, unveröffentlichter Ergebnisbericht, EB 01734
- Lapp, M. & Walter, H. (2022): 150 Jahre sächsische Landesgeologie.- Geoprofil 16, dieser Band
- Lehmann, U. (2018): Steine- und Erden-Bergbau im Osterzgebirge. - In: Katrin Kleeberg & Torsten Heckler (Hrsg.): Vom Silber zum Lithium - historischer und neuer Bergbau im Osterzgebirge. - Exkursionsführer und Veröffentlichungen DGG, 260: S. 100-106, 5 Abb.; Berlin
- LfULG (2021): Geothermie: Erdwärme zum Heizen und Kühlen.- Website abgerufen am 12.08.2021, <https://www.geologie.sachsen.de/geothermie-erdwaerme-zum-heizen-und-kuehlen-27211.html>
- Lüschen, E., Görne, S., von Hartmann, H., Thomas, R. & Schulz, R. (2015): 3D seismic survey for geothermal exploration in crystalline rocks in Saxony, Germany.- Geophysical Prospecting, 63, 975-989
- MIRO (2018): Ein Kilo Steine pro Stunde !- Website abgerufen am 12.08.2021, <https://www.bv-miro.org/welturauffuehrung-beim-forummiro/>
- ROHSAB (2011): Bewertung des Rohstoffpotentials im sächsisch-tschechischen Grenzgebiet - Grenzübergreifendes Rohstoffkataloger.- Ziel 3/Cil 3-Programm zur Förderung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit 2007-2013 (Projektüberblick: <https://www.geologie.sachsen.de/grenzueberegreifendes-rohstoffkataster-13454.html>)
- Roth, G. (2008): Geben und Nehmen - Eine wirtschaftshistorische Studie zum neolithischen Hornsteinbergbau von Abensberg-Arnshofen, Kr. Kelheim (Niederbayern). - Dissertation; Köln
- Sachsenatlas (2021): Webdienst mit Darstellung unter anderem von Rohstoffflächen.- Website abgerufen am 12.08.2021, <https://geoportal.sachsen.de/cps/karte.html?showmap=true>
- Siemon, B., Ibs-von Seht, Steuer, A., Pielawa, J. & Meyer, U., 2016: Aerogeophysikalische Erkundung von metallischen Rohstoffen im Geyerschen Wald / Erzgebirge.- In: Tagungsband zur 76. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, 14.-17.3.2016, Münster, Poster 2-H.001. https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/GG_Geophysik/Aerogeophysik/Downloads/Siemon-et-al-ErzExplora-DGG-2016-Poster.pdf;jsessionid=B3EE872ACAD5DC9D623EEA9FBE186EB.2_cid331?__blob=publicationFile&v=4
- SML (2013): Landesentwicklungsplan (LEP) 2013. - Dresden, Info unter https://www.landentwicklung.sachsen.de/download/Landesentwicklung/LEP_2013.pdf
- SOBA (2020): Das Sächsische Natursteinkataster.- Pressemitteilung des Sächsischen Oberbergamts am 10.02.2020, abgerufen am 12.08.2021, <https://www.medien-service.sachsen.de/medien/news/234129>
- SOBA (2021): Förderzahlen.- abgerufen am 12.08.2021, <https://www.oba.sachsen.de/278.htm>
- Tolksdorf, J. F., Schubert, M. & Hemker, C. (2019): Bronzezeitlicher Zinnseifenbergbau bei Schellerhau im östlichen Erzgebirge, Sachsen.- Der Anschnitt 71, 2019, S. 223-233

Schatzsucher im Auftrag der sächsischen Rohstoffstrategie

Daniel Franke-Laske¹, Daniel Korb¹, Anna Gahlert¹

ROHSA 3 – Schlüsselprojekt der sächsischen Rohstoffstrategie

Steckbrief

Auftrag

- Durchsuchen von Archiven nach Informationen zu sächsischen Erz- und Spatvorkommen
- digitale Bereitstellung und langfristige Sicherung dieser Informationen

Auftraggeber
Sächsisches Ministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft / Sächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Projektbearbeiter
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie / Sächsisches Oberbergamt

Finanzierung
100 % Landesmittel des Freistaates Sachsen

Zeitraum
2013 - 2024

Ergebnis

Im digitalen Lesesaal werden die Rohstoffdokumente online einsehbar.

Die Metadaten sind in einer Suchmaschine schnell und einfach zu recherchieren.

SCAN ME



Zielgruppen und Nutzen

- Wirtschaft**
Ersparnisse in Exploration und Abbau
- Wissenschaft**
Weiterentwicklung des Wissens
- Verwaltung**
Erleichterung der Arbeitsweise
Nachhaltige Datensicherung

Das Projekt ROHSA 3 wird von einem Beirat mit Vertretern dieser drei Bereiche unterstützt.

Abb. 1: Informationskasten zum Projekt ROHSA 3. Steckbrief, Ergebnisse und Zielgruppen/Nutzer.

Sachsen hebt seine Schätze – ROHSA 3

Die Erkundung von Rohstoffvorkommen und deren Gewinnung prägten Sachsen seit über 850 Jahren. Mit dem Bergbau verbindet sich daher der wirtschaftliche Erfolg, die Weitergabe und die Weiterentwicklung geologischer Kenntnisse und die Herausbildung der Montanwissenschaften. Begründete sich der Reichtum des Landes zu Beginn vor allem auf Silberfunde, stehen heute Erze und Spate im Fokus (Kleeberg et al. 2017).

Erze sind natürlich vorkommende Gesteine aus denen durch Abbau, Aufbereitung und Verhüttung Metalle gewonnen werden können. »Spat« ist ein alter Bergmannsbegriff für gut spaltende Minerale („spätig“). In Sachsen sind hauptsächlich Fluorapatit (Fluorit, CaF₂) und Schwereapatit (Baryt, BaSO₄) von wirtschaftlicher Bedeutung. Die Erz- und Spatvorkommen Sachsens liegen vorwiegend im Erzgebirge und im Vogtland.

Die sich wandelnde Energiebranche hin zu regenerativen Lösungen, der Trend zu mehr Elektromobilität und innovative Zukunftstechnologien, wie beispielsweise leistungsfähige Elektrizitätsspeicher oder neue Computerchipgenerationen, erfordern

vermehrt Erze und Spate. Hierdurch wird neuer Bergbau in Sachsen begünstigt. Die sächsische Staatsregierung beschloss daher eine Rohstoffstrategie für den Freistaat, womit ein erneuter Erz- und Spatbergbau unterstützt wird. Die Rahmenbedingungen für den heimischen Bergbau hinsichtlich wirtschaftlicher und nachhaltiger Aspekte werden so auch zukünftig aktiv gestaltet (Angerer et al. 2009; Cramer 2018). Das Fundament bildet hierbei die Verfügbarkeit von Daten zur Geologie, den Lagerstätten und den Rohstoffen. Diese Daten sind großräumig über verschiedenste Institutionen, Ämter, Behörden und ehemalige Bergbaubetriebe mehrere Bundesländer verteilt. Das Ziel des von der sächsischen Staatsregierung initiierten Projektes ROHSA 3 ist die Zusammenführung, Sichtung und Sicherung dieser Datenbestände (Cramer 2018; Kleeberg et al. 2017). Der Begriff ROHSA ist hierbei ein Akronym aus den Worten Rohstoffdaten Sachsens. Im Rahmen des Projektes werden die ROHSA 3-relevanten Daten, das sind Informationen zu sächsischen Erz- und Spatvorkommen, fachlich aufgearbeitet, systematisch digitalisiert und zugänglich gemacht. Potentielle Investoren für den Erz- und Spatbergbau sollen so gewonnen und unterstützt werden (Kleeberg et al. 2017, 2018).

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Projektgruppe ROHSA 3, Daniel.Franke-Laske@smekul.sachsen.de

ROHSA 3 – ein Schlüsselprojekt der sächsischen Rohstoffstrategie

Rohstoffe bestimmen unser tägliches Leben: Ob Auto oder Zahnpasta, Kaffeetasse oder Smartphone – jeder von uns benutzt jährlich etwa 10 Tonnen Rohstoffe (Abb. 2). Und der globale Rohstoffbedarf wird in den kommenden Jahrzehnten wachsen. Von besonderer Bedeutung für Zukunftstechnologien sind Hochtechnologiemetalle, wie z.B. Gallium, Germanium, Kobalt, Lithium oder Zinn (Marscheider-Weidemann et al. 2016). Die Gewinnung dieser Metalle (sowohl Primärproduktion im Bergbau als auch Sekundärproduktion durch Recycling) wird in den kommenden Jahren steigen müssen, um mit der Nachfrage Schritt zu halten. Derzeit wird die Hauptmenge vieler dieser Hochtechnologiemetalle in nur wenigen Ländern und zumeist außerhalb Europas produziert. Ein Versorgungsengpass dieser Rohstoffe hätte gravierende Auswirkungen auf unsere Gesellschaft und die wirtschaftliche Entwicklung. Zur Sicherung der bestehenden und zur Ansiedlung neuer Industrie sind daher Rohstoffstrategien auf verschiedenen administrativen Ebenen (EU, Bund, Länder) notwendig.

2012 beschloss die sächsische Staatsregierung eine Rohstoffstrategie für den Freistaat Sachsen (SMWA 2017) und verpflichtete sich, die Rahmenbedingungen für den heimischen Bergbau so zu gestalten, dass ein wirtschaftlicher Abbau nach-

haltig gewährleistet werden kann. Gleichzeitig definiert diese Strategie als primäres Ziel, dass Sachsen auch zukünftig Bergbauland bleibt. Die Sächsische Rohstoffstrategie beinhaltet u.a. die Bestandsaufnahme vorhandener heimischer Rohstoffe, die Verfügbarmachung von Daten zu heimischen Rohstoffen und die Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen für die Rohstoffgewinnung. Im Interesse der Wirtschaftsförderung soll auch die Rohstoffkompetenz der bestehenden Einrichtungen (Universitäten, Forschungszentren, Fachbehörden) gesteigert werden (Abb. 1).

Als Schlüsselprojekt innerhalb der Sächsischen Rohstoffstrategie gilt das 2013 gestartete Projekt ROHSA 3. Bis zum Projektabschluss im Jahr 2024 werden jährlich etwa eine Million Euro Landesmittel aufgebracht, um alle verfügbaren sächsischen Rohstoffinformationen möglichst umfassend zu recherchieren, zu sichern, fachlich aufzubereiten und zu digitalisieren. Die Umsetzung des Projektes ROHSA 3 realisiert eine behördenübergreifende Projektgruppe mit MitarbeiterInnen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie sowie des Sächsischen Oberbergamtes. Zahlreiche Projektpartner unterstützen die umfangreichen Arbeiten. Das Projekt ROHSA 3 wird von einem Projektbeirat, bestehend aus Vertretern der Auftrag gebenden Ministerien (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft „SMEKUL“, Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr „SMWA“), der Wirtschaft und der Forschung, unterstützt und begleitet.

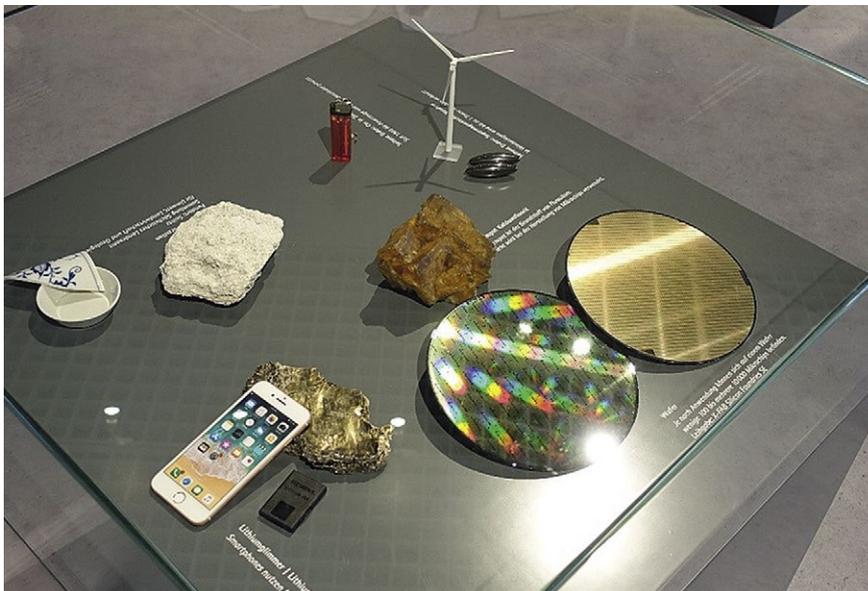


Abb. 2: Ausschnitt einer Vitrine zur Verwendung von Erzen und Späten als Teil der Ausstellung „Sachsen hebt seine Schätze“. Zu sehen sind Kaolin – zur Herstellung von Porzellan (oben links), Lithiumglimmer zur Gewinnung von Lithium für hochleistungsfähige Akkumulatoren (unten links), Flussspat (Kalziumfluorit) zur Herstellung von z. Bsp. Flusssäure (oben rechts), die zur Produktion von Wafern (unten rechts) mit mehreren tausend Mikrochips verwendet wird.

Auf der Suche nach dem Schatz – wo wird gegraben?

Der Schatz der Projektgruppe ROHSA 3 besteht aus den existierenden, geowissenschaftlichen Informationen zu sächsischen Erz- und Spatvorkommen. Diese ROHSA 3-relevanten Informationen existieren in der Regel nur in Papierform und finden sich

in rohstoffgeologischen Berichten, Analysen, Karten, Bohrungsdaten, Grubenrissen, universitären Qualifizierungsarbeiten sowie vielfältigen geologischen, geophysikalischen und geochemischen Untersuchungsberichten unterschiedlichster Auftraggeber der ehemaligen DDR. Der Umfang dieser analogen Daten ist immens und misst allein mit den Beständen im Geologischen Archiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt,

Landwirtschaft und Geologie mehrere Aktenkilometer. Eine der wesentlichen Ursachen dafür liegt in der intensiven und systematischen Suche und Erkundung von Bodenschätzen zu DDR-Zeiten, die vor allem aus dem Autarkiebestreben des Landes und den erwünschten Importunabhängigkeiten resultierte. Nach dem Ende der DDR sind jedoch zahlreiche dieser geowissenschaftlichen Informationen verstreut und teilweise auch unwiderruflich vernichtet worden.

Ein zentraler und umfangreicher Fundus ROHSA 3-relevanter Informationen stellt das Geologische Archiv im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie dar. Neben dessen interner Aufarbeitung liegt der Fokus des Projekts ROHSA 3 auch auf der Erschließung externer Archive. Zu den Wichtigsten zählen hierbei die TU Bergakademie Freiberg, das

sächsische Bergarchiv in Freiberg und das Geologische Archiv der Wismut GmbH. Darüber hinaus befinden sich relevante Informationen auch bei der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, an zahlreichen Universitäten mit Professuren der Geologie (u.a. Universität Leipzig, Universität Greifswald, Universität Potsdam), in geologischen Diensten sowie staatlichen Archiven benachbarter Bundesländer und in ausgewählten Unternehmensarchiven der Bergbaubranche. Seit dem Projektbeginn wurden Kooperationen mit verschiedenen Universitäten und Institutionen in Sachsen und in angrenzenden Bundesländern geschlossen. Auf dieser Grundlage konnten die wertvollen geowissenschaftlichen Informationen zu sächsischen Erz- und Spatvorkommen in die Datenbanken des Geologischen Archives im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie digital überführt werden.

Beispiel einer Kooperation mit dem geologischen Archiv der Wismut GmbH im Projekt ROHSA 3

Im Zuge der staatlich beauftragten Buntmetallexploration teufte die SDAG Wismut ab 1954 in hoher Dichte eine Vielzahl von Bohrungen ab. Zusätzlich wurden intensive geophysikalische und geochemische Messkampagnen durchgeführt. Im Ergebnis entstand ein umfangreicher und detaillierter Datensatz des Untergrundes, der über Jahrzehnte gewachsen ist. Dieser befindet sich im Geologischen Archiv der heutigen Wismut GmbH. Die dort archivierten geologischen Dokumentationen stellen in ihrem Umfang und in ihrer Qualität einen wichtigen Bestandteil des Projektes ROHSA 3 dar. Seit 2013 wurden die Ergebnisse der geochemischen Beprobung von rund 625 Altbohrungen, einschließlich der geologischen Dokumentation (Abb. 3) sowie die Gravimetriedaten von über 20.000 Messpunkten, digitalisiert und verfügbar gemacht. Begleitend hierzu wurden die entsprechenden Metadaten ebenfalls digital erfasst (Korb und Slomke 2019; Wismut GmbH 2019).

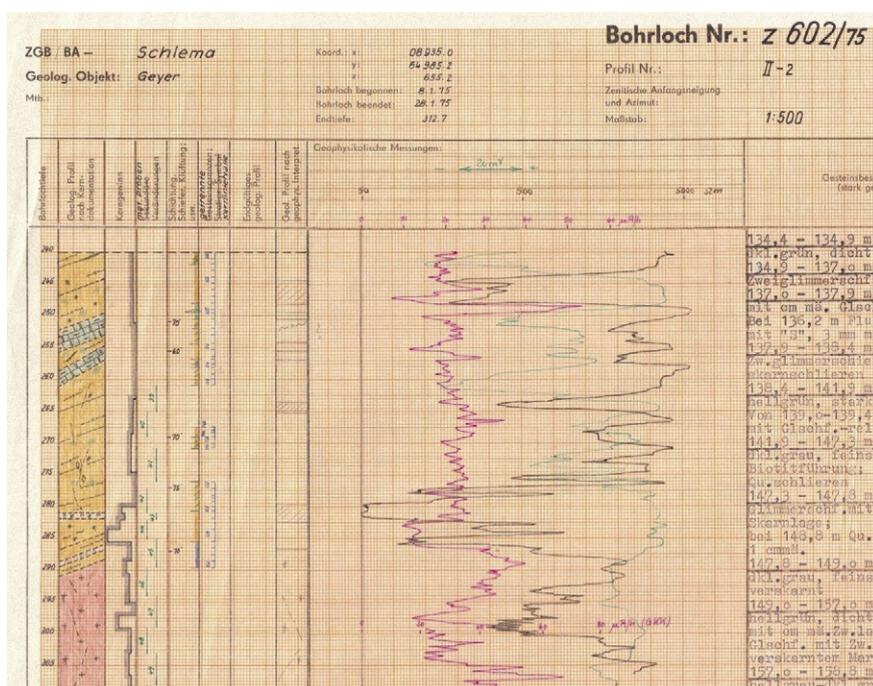


Abb. 3: Ausschnitt Säulenprofil einer Bohrung der Zinnerkundung - „Kolonka“ in dem an das Russische angelehnten Sprachgebrauch der Sowjetisch-Deutschen-Aktiengesellschaft WISMUT (Geologisches Archiv der Wismut GmbH, 2019).

Durch die Kooperation zwischen der Wismut GmbH und dem LfULG im Rahmen des Projektes ROHSA 3 konnten essentielle Bestände des Geologischen Archivs der Wismut digitalisiert werden. Die Aufarbeitung der Altdaten durch hochqualifizierte MitarbeiterInnen des Geologischen Archivs gewährleistet die überaus hohe Qualität der Digitalisate, trotz der Spezifik der Bestände und der zu bewältigenden Herausforderungen. Ein

zentrales Ergebnis der erfolgreichen Zusammenarbeit beider Institutionen ist darüber hinaus der Wissenstransfer und die Weitergabe der Erfahrungen von langjährigen Wismut-MitarbeiterInnen (Korb & Slomke 2019). Die Zusammenarbeit zwischen dem LfULG und der Wismut GmbH hat entscheidend zum bisherigen Erfolg des Projektes ROHSA 3 beigetragen und wird auch zukünftig fortgesetzt werden.

Workflow

Im Folgenden werden die wesentlichen Arbeitsschritte beleuchtet, die erforderlich sind, um ROHSA 3-relevante Informationen aus einem externen Archiv in die Datenbanken des Geologischen Dienstes in Sachsen zu überführen.

1. Sichtung und Sammlung: Die zuvor recherchierten, potentiell ROHSA 3-relevanten Informationen werden in einem externen Archiv vor Ort inhaltlich gesichtet. In der Regel handelt es sich um analoge Dokumente, für die eine systematische Erfassung und eine Übernahme von Metadaten (u.a. Titel, Autor, Jahr, Umfang) erfolgt (Abb. 4).

2. Aufbereitung und Digitalisierung: Um die ROHSA 3-relevanten Informationen aus den vorliegenden Informationsmedium dauerhaft nutzen zu können, wird für jede analoge

Seite ein digitaler Scan erstellt. Dafür wird spezielle Scantechnik (sowohl Hardware als auch Software) benutzt. Nach Abschluss der Scanarbeit liegt das analoge Dokument als 1:1 Abbild in digitaler Form vor. Auf dieser Grundlage erfolgen weitere, systematische Digitalisierungsschritte, z. B. die Georeferenzierungen von Karten oder die Integration von Analysenwerten in Datenbanken und Fachinformationssysteme (Abb. 4).

3. Veröffentlichung: Die jetzt in den Datenbanken und Fachinformationssystemen nachgewiesenen und abgelegten Daten werden vor einer öffentlichen Bereitstellung durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie rechtlich geprüft und eingestuft. Frei verfügbare Informationen und Daten werden schon jetzt über verfügbar gemacht: www.rohstoffdaten.sachsen.de.



Abb. 4: Workflow zur Erschließung eines externen Archives. Sichtung und Sammlung: ROHSA 3-relevante Informationen werden vor Ort inhaltlich gesichtet und Metadaten werden erfasst. Aufbereitung und Digitalisierung: Analoge Dokumente werden gescannt und anschließend systematisch digitalisiert. Veröffentlichung: Rechtliche Prüfung und Einstufung der Digitalisate und anschließende Verfügbarmachung.

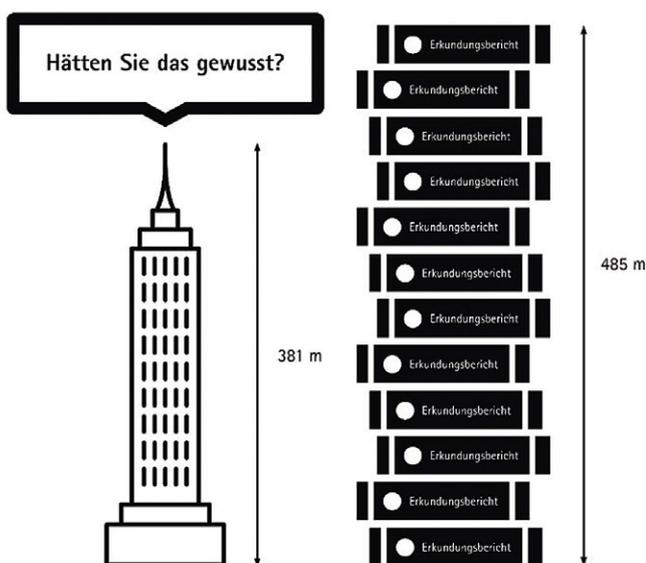


Abb. 5: Würden alle Seiten der bisher gescannten Akten zu sächsischen Rohstoffdaten aufeinandergelegt, ergäbe das einen Turm, der höher wäre, als das Empire State Building in New York City.

Seit Beginn des Projektes ROHSA 3 im Jahr 2013 wurden ca. 45.000 analoge Dokumente aus dem Geologischen Archiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie und den externen Archiven gescannt. Diese Anzahl entspricht knapp 3 Millionen Einzelseiten. Würden all diese Seiten übereinander gelegt, so überragte dieser Seitenturm die Höhe des Empire State Building in New York City (Abb. 5). Im gleichen Zeitraum wurden über 10.000 ROHSA 3-relevante Metadaten von Dokumenten neu erfasst. Im Zuge der Aufbereitung und Digitalisierung wurden über 530.000 geophysikalische und knapp 250.000 geochemische Messpunkte gesichert, erfasst und digital verfügbar gemacht. Des Weiteren erfolgte bislang die Aufarbeitung von über 625 Bohrungen, welche durch die ehemalige SDAG Wismut im staatlichen Auftrag der DDR ausgeführt wurden. Das Sichten und Sammeln, das Aufbereiten und Digitalisieren sowie das Veröffentlichen ROHSA 3-relevanter Informationen wird sukzessive vorangetrieben, wodurch täglich „neue“ Daten eine Inwertsetzung erfahren.

Einblicke in den Untergrund

Wozu die digitalisierten Informationen unter anderem genutzt werden können, zeigen die beiden folgenden Beispiele. Im Projekt ROHSA 3 entstanden in einer ausgewählten Modellregion ein 3D-Modell des Untergrundes und eine Rohstoffprognose

für Zinn, Wolfram, Fluss- und Schwerspat. Das Anwenden der digitalisierten und gesammelten Informationen erzielt neue Erkenntnisse und damit einen Wertgewinn für die Wissenschaft und die Wirtschaft.

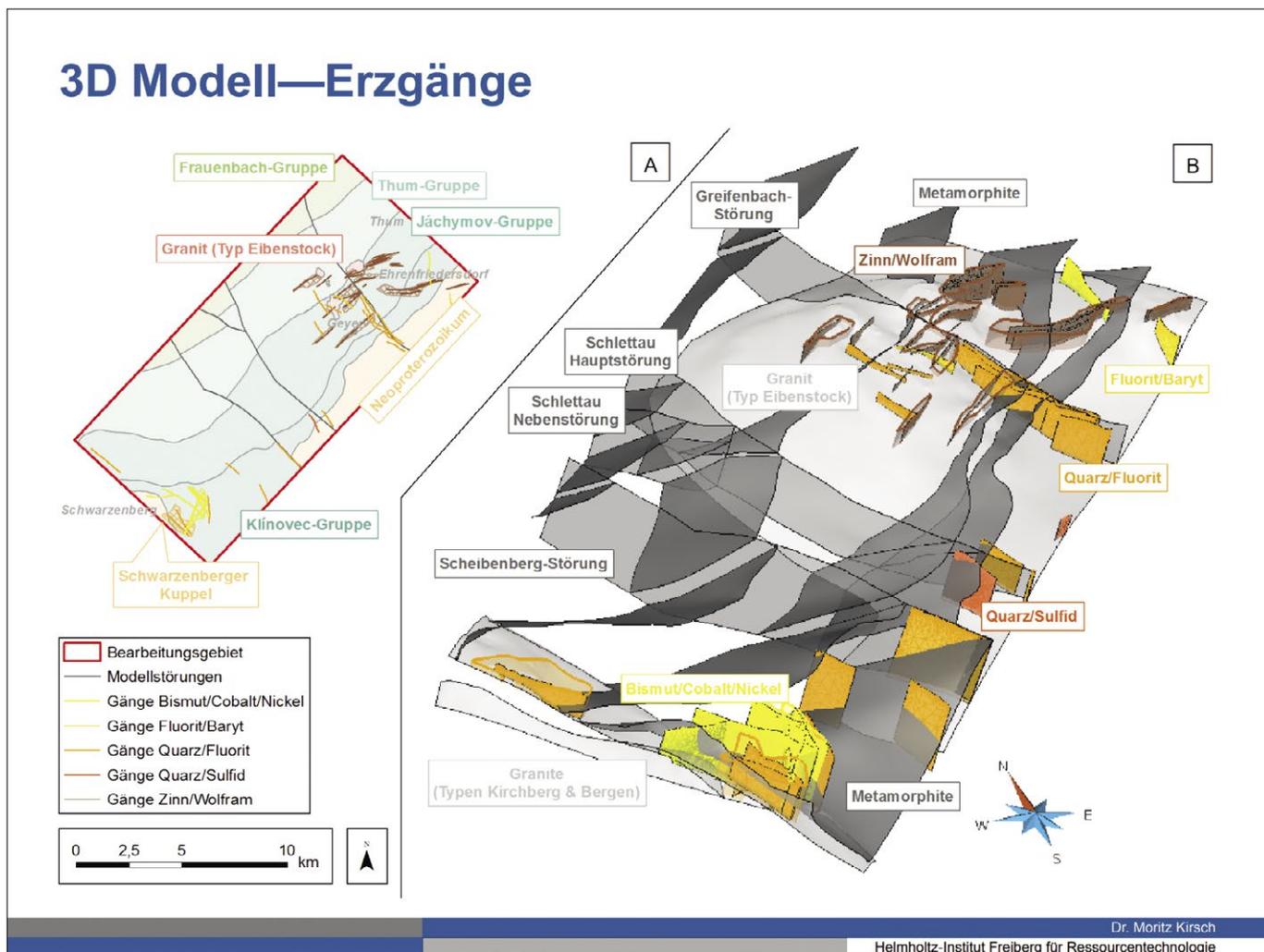


Abb. 6: 3D-Modell, welches im Rahmen von ROHSA 3 angefertigt wurde. (A) Modell-Lage: Bereich Schwarzenberg – Ehrenfriedersdorf. 2D-Darstellung von geologischen Großstrukturen und Lithologien. (B) Modellierter Lage der lithologischen Einheiten, tektonische Störungen und Erzgängen (Kirsch 2017).

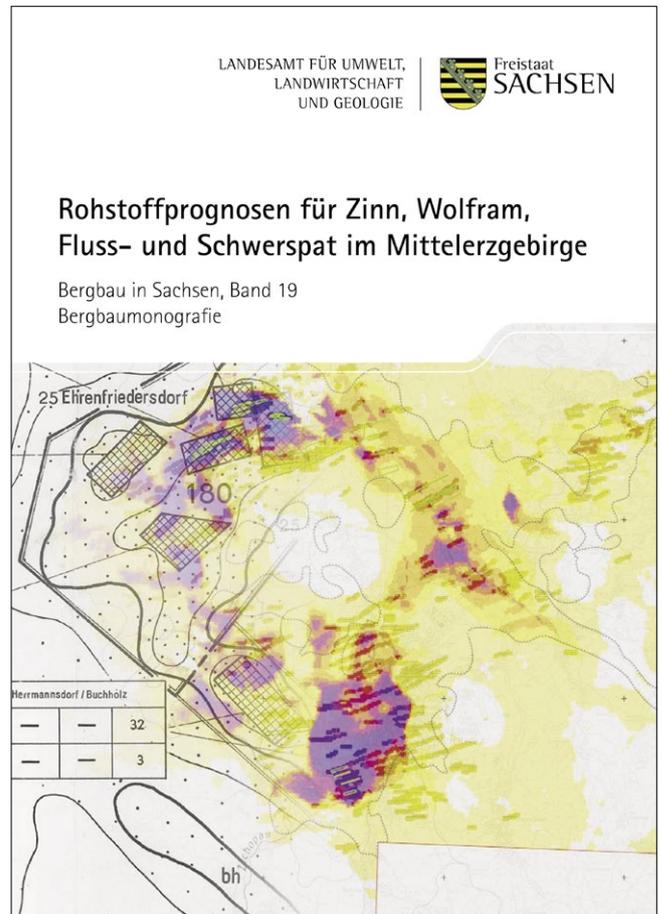
So zeigt sich das mittlere Erzgebirge im Raum Geyer-Bernsbach von einer neuen Seite: Das 3D-Modell ermöglicht einen Einblick in die Gesteinsschichten bis zu einer Tiefe von etwa 1.000 Metern (Abb. 6). Insgesamt flossen in die Erstellung des 3D-Modells Daten aus rund 1.600 Bohrungen, 180 geologischen Erkundungsberichten sowie aus einer Vielzahl geologischer und tektonischer Karten, Risse und Schnitte ein. Auf der Grundlage eines Voxelmodells können Aussagen zu verschiedenen Rohstoffvorkommen getroffen, Theorien zu deren Genese verfeinert und Konzepte für weitere Erkundungen sowie den künftigen Abbau erstellt werden. Dies zeigt, dass die zugrundeliegenden

Daten in Qualität und Quantität modernen, wissenschaftlichen und industriellen Ansprüchen gerecht werden. 3D-Modelle können zum Beispiel auch für geomechanische oder geothermische Visualisierungen genutzt werden oder als Grundlage für weiterführende rohstoffgeologische und wirtschaftliche Prognoserechnungen dienen (Kirsch 2017).

Rohstoffprognose für Zinn, Wolfram, Fluss- und Schwerspat

Für Rohstoffexplorationsvorhaben sind 3D-Modelle essentielle Bestandteile, um belastbare Prognosen treffen zu können. Auf der Grundlage der im Rahmen des Projektes ROHSA 3 digitalisierten Daten und unter Zuhilfenahme Künstlicher Neuronaler Netze sowie des bereits erwähnten 3D-Modells, wurde eine Rohstoffprognoserechnung für das Mittlere Erzgebirge erstellt (Abb. 7). Durch die begleitende rohstoffgeologische Interpretation der Rechenergebnisse ergeben sich Wahrscheinlichkeiten, mit denen die Anreicherung eines Rohstoffes in einem bestimmten Gebiet zu erwarten ist und als höflich bezeichnet werden kann. Das Resultat ist ein Kartenwerk, das bei der Suche nach neuen Erz- und Spatvorkommen ein wichtiges Hilfsmittel für die Festlegung potentieller Erkundungsziele darstellen kann (Brosig et al. 2020). Damit wird ein moderner Bergbau möglich, der durch geringinvasive sowie ökologische und ökonomische Standards charakterisiert ist.

Abb. 7: Die Rohstoffprognose für Zinn, Wolfram, Fluss- und Schwerspat im Mittelergebirge erschienen in der Reihe der Bergbaumonographien des LfULG, Band 19 (Brosig et al. 2020).



Anwendung und Nutzen

Im Rahmen des Projektes ROHSA 3 wurden in den vergangenen Jahren immense Datenmengen zu Spat- und Erzvorkommen in Sachsen gesichtet, kategorisiert und für künftige Nutzungs- und Anwendungszwecke aufbereitet. Um diesen wertvollen Datensatz öffentlich nutzen zu können, sind zwei Onlineplattformen entstanden: Die Metadatensuchmaschine (www.rohsa.sachsen.de/suche) und DiGAS – die Digitale Geologisch Auskunft Sachsens. Weitere Informationen dazu können unter www.digas.sachsen.de abgerufen werden.

In der Metadatensuchmaschine können NutzerInnen auf öffentlich zugängliche Metadaten geologischer Erz- und Spatunterlagen in Sachsen zugreifen. Die Plattform verweist auf die jeweilige Bibliothek oder das Archiv, welche das Dokument im Original halten. Weiterführend werden die digital zugänglichen Dokumente zur Plattform DiGAS verlinkt (Abb. 8). Dort können die von ROHSA 3 gescannten Dokumente online im digitalen Lesesaal eingesehen werden. DiGAS selbst bietet ebenfalls verschiedene Recherchemöglichkeiten.

ROHSA 3 startete 2013 als Pilotprojekt im Bereich der umfangreichen Digitalisierung und Bereitstellung von Archivbeständen. Die seit Beginn des Projektes erprobte und verfeinerte Arbeitsweise erlaubt auch zukünftig eine effiziente und qualitativ hochwertige Umsetzung der Sächsischen Rohstoffstrategie. Bis 2024 werden mit vielen weiteren Archiven in- und außerhalb Sachsens kooperative Partnerschaften geschlossen. Das Ziel ist, den Datensatz weiter zu vervollständigen und den Standort Sachsen attraktiv für rohstoffbezogene und wirtschaftliche Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu gestalten. Auf dieser Grundlage wird die über viele Jahrhunderte gesammelte Kompetenz Sachsens in den Montanwissenschaften ausgebaut.

DATA MINING 4 YOU – Das Projekt ROHSA 3 hebt den Datensatz für Sie (Abb. 9). Doch dieser Schatz wird nicht nur heute genutzt, sondern auch an die kommenden Generationen weitergereicht. ROHSA 3 leistet auch zukünftig einen essentiellen Beitrag zur Nutzung und zum Schutz des geologischen Untergrundes in Sachsen. So können unsere natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt, Spitzenforschung auf dem Gebiet der Geowissenschaften unterstützt und bürgernahe Dienstleistungen verbessert werden.

Willkommen im digitalen Lesesaal!

Die Onlineplattform DiGAS

Der Zugriff auf die von ROHSA 3 digitalisierten geologischen Daten ist mit der „Digitale Geologische Auskunft Sachsens“ (DiGAS) möglich. Dies ist die Onlineplattform des Archivs des Freistaates Sachsen.

www.digas.sachsen.de

Geologische Archivdaten



online verfügbar



langfristig gesichert



leicht zu recherchieren

Recherchemöglichkeiten



In der praktischen **Leseansicht** kann direkt im Dokument gesucht werden.



Eine **räumliche Suche** unterstützt die Recherche mit interaktiver Karte.



Sammlungen bieten eine Übersicht verschiedener Dokumenttypen.

Leseansicht

Hilfreiche Funktionen: **Bildbearbeitung, Zoom, Ansicht und Download**

OCR-**Texterkennung: Schlagwortsuche im gesamten Dokument**

The screenshot displays the DiGAS online platform interface. On the left, a metadata sidebar lists details for a document titled "Gutachten über die vom VEB Wolfram-Zinnerz für die Zinngrube Mühlteiten (Vtl.) angefertigte Vorratsberechnung mit Stand 1.7.1958". The main area shows a scanned document with a search bar and navigation controls. Three callout boxes highlight key features: "Hilfreiche Funktionen: Bildbearbeitung, Zoom, Ansicht und Download", "OCR-Texterkennung: Schlagwortsuche im gesamten Dokument", and "Bequem Blättern - wie in einem Buch".

Abb. 8: Informationskasten zum Digitalen Lesesaal – Vorstellung und Funktion der Onlineplattform DiGAS.



Abb. 9: Ausschnitt aus dem Wimmelbild, welches die Phasen des Sächsischen Bergbaus zeigt. Hier dargestellt: Arbeit der Projektgruppe ROHSA 3 am LFULG in Freiberg. Das Wimmelbild ist Teil der Ausstellung »Sachsen hebt seine Schätze«. Weitere Informationen dazu auf www.rohsa.sachsen.de.

Literatur

Angerer, G., Marscheider-Weidemann, F., Erdmann, L., Scharp, M., Lüllmann, A., Handke, V. & Marwede, M. (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien. Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Brosig, A., Barth, A., Knobloch, A. & Dickmayer, E. (2020): Rohstoffprognosen für Zinn, Wolfram, Fluss- und Schwespat im Mittelerzgebirge (Bergbau in Sachsen, Bergbaumonografie, 19). Online verfügbar unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37149>.

Cramer, B. (2018): Das Neue Bergeschrey. Vom Silberfund in Freiberg zum Erzbergbau mit Weltrang. In: *acamonta* 25, S. 5–7. Online verfügbar unter https://tu-freiberg.de/sites/default/files/media/freunde-und-foerderer-der-technischen-universitaet-bergakademie-freiberg-ev-6089/pdf/acamonta2018/acamonta2018_s5.pdf.

Kirsch, M. (2017): Geologisches 3D-Modell für das Pilotprojekt ROHSA 3.1. Technische Universität Bergakademie Freiberg. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Sächsisches Oberbergamt. Freiberg, 29.03.2017. Online verfügbar unter https://www.rohstoffdaten.sachsen.de/download/6_M_Kirsch_Geologisches_3D-Modell_fuer_das_Pilotprojekt_ROHSA_3_1.pdf.

Kleeberg, K., Cramer, B. & Franke, D. (2017): Sächsische Rohstoffdaten – Schätze für die Bergbauindustrie: Ergebnisse des Projektes ROHSA 3. Data of saxon raw materials – treasures for mining industry: outcomes of the project ROHSA 3. In: DMT GmbH & Co. KG (Hg.): Tagungsband Bergbau Forum. Bergbau Forum 2017. Estrel Berlin, 01.-02.06.2017, S. 59–61.

Kleeberg, K., Cramer, B. & Franke, D. (2018): Projekt ROHSA 3. In: *AT Mineral Processing* (59), S. 60–64. Online verfügbar unter http://www.at-minerals.com/de/artikel/at_Projekt_ROHSA_3_3126853.html.

Korb, D. & Slomke, M. (2019): Vom Papierarchiv zum digitalen Fachinformationssystem: Die Kooperation von LFULG und Wismut GmbH im Projekt ROHSA 3. In: Wismut GmbH (Hrsg.): Zukunft gestalten. Langzeiterfahrungen und Innovationen in der Bergbausanierung. Proceedings des Internationalen Bergbausymposiums WISSYM2019. Internationales Bergbausymposiums WISSYM_2019. Chemnitz, 9.–11.10.2019, S. 381–383.

Marscheider-Weidemann, F., Langkau, S., Hummen, T., Erdmann, L., Tercero Espinoza, L., Angerer, G. et al. (2016): Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016. Berlin (DERA Rohstoffinformation, 28). Online verfügbar unter https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/Studie_Zukunftstechnologien-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=5.

SMWA (Hrsg.) (2017): Rohstoffstrategie für Sachsen. Rohstoffwirtschaft – eine Chance für den Freistaat Sachsen. 2. Aufl. Online verfügbar unter https://www.bergbau.sachsen.de/download/2017_12_06_SMWA_BR_Rohstoffstrategie_dt_WEB.pdf.

Wismut GmbH (Hrsg.) (2019): Zukunft gestalten. Langzeiterfahrungen und Innovationen in der Bergbausanierung. Proceedings des Internationalen Bergbausymposiums WISSYM2019. Internationales Bergbausymposiums WISSYM_2019. Chemnitz, 9.–11.10.2019.

Der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen als Träger öffentlicher Belange

Andrea Schreiber¹, Ines Döring¹,
Mit einer Einleitung von Mathias Hübschmann¹, Jan Kreßner¹

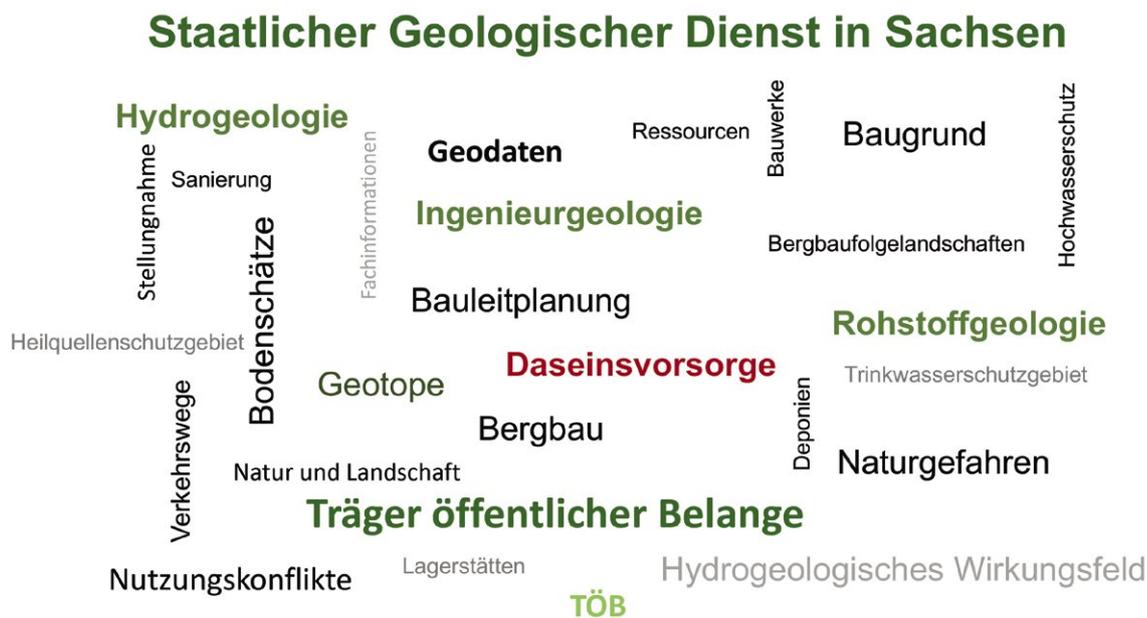


Abb.1: Themenfelder des Staatlichen Geologischen Dienstes als Träger öffentlicher Belange

Unsere heutige Gesellschaft übt einen vielfältigen Nutzungsdruck auf die verfügbaren natürlichen Ressourcen aus. Dies führt zunehmend zu Nutzungskonflikten und Konkurrenzsituationen. Für den erforderlichen Abwägungsprozess durch Politik und Gesellschaft ist eine unabhängige Wissensbasis erforderlich. In Bezug auf den geologischen Untergrund leistet hier der geologische Dienst in Sachsen, das heißt die Abteilung Geologie des LfULG, den wesentlichen Beitrag. Prinzipiell lassen sich die hierzu gestellten Anfragen an die Abteilung Geologie in zwei Verfahrensformen gliedern, die sich sowohl in Bezug auf Gegenstand bzw. Verfahren als auch im Hinblick auf die Bearbeitungstiefe grundlegend unterscheiden. Äußert sich die Abteilung Geologie als Träger öffentlicher Belange (TöB) in einer sogenannten TöB-Stellungnahme, dann konzentriert sich die Bearbeitung auf Grundsätze und hat das Ziel, den geologischen Untergrund betreffend, den Verfahrensträger:

- auf nicht erkannte Georisiken aufmerksam zu machen, welche Kostenrelevanz besitzen oder das Vorhaben grundsätzlich in Frage stellen,

- auf planungsbedingte Konflikte mit Umweltzielen hinzuweisen und
- Lösungen im Hinblick auf die gebotene Planungssicherheit und die Kosten für die öffentliche Hand aufzuzeigen.

Äußert sich die Abteilung Geologie dagegen als Fachbehörde in einer fachtechnischen Stellungnahme, beinhaltet diese eine angemessene Analyse der geologischen Verhältnisse sowie hierauf aufbauend, eine Einschätzung der Machbarkeit des konkreten Vorhabens sowie möglicher Risiken. Damit verbunden sind detaillierte Forderungen, Empfehlungen oder Hinweise zu notwendigen Rahmenbedingungen an die jeweilige Genehmigungsbehörde bzw. den Vorhabenträger. Grundsätzlich werden in der Abteilung Geologie nur fachtechnische Stellungnahmen bearbeitet, die im öffentlichen Interesse liegen. Dabei werden die Anfragen, die unmittelbar dem Freistaat Sachsen dienen, mit oberster Priorität behandelt. Dies betrifft insbesondere Verfahren, die mit öffentlichen Mitteln finanziert werden sollen oder von diesen abhängen.

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Die an die Abteilung Geologie gerichteten Anfragen in TöB-Verfahren lassen sich wiederum verschiedenen Verfahrensarten zuordnen. Ihre Befassung im geologischen Dienst setzt voraus, dass bei diesen Verfahren Eingriffe verschiedenster Art in den Untergrund Teil der Planungsabsichten sind. Der Hauptanteil dieser Anfragen liegt erwartungsgemäß im Bereich der Unterstützung wasserrechtlicher, bauplanungsrechtlicher und bergrechtlicher Verfahren sowie von Verfahren der Verkehrswege- und Erschließungsplanung. Die Bearbeitung sämtlicher Anfragen innerhalb der Abteilung Geologie ist dabei stets angepasst an die Erfordernisse des Verfahrens und des Vorhabenträgers. Die im Rahmen der Bearbeitung den Genehmigungsbehörden oder Vorhabenträgern aus fachlicher Sicht empfohlenen Maßnahmen, vorgeschlagenen Maßgaben oder Nebenbestimmungen müssen die Verhältnismäßigkeitsgrundsätze der Geeignetheit, Erforderlichkeit und Angemessenheit erfüllen. Das nachfolgende fiktive Interviewgespräch soll die Funktion des Staatlichen Geologischen Dienstes als Träger öffentlicher Belange bürgernah und anschaulich illustrieren.

Heute haben sich in Freiberg zwei Kolleginnen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) zur Verfügung gestellt, um ihre Arbeit als Träger öffentlicher Belange zu erklären – Frau Döring und Frau Schreiber vom Referat Ingenieurgeologie. Herr Bürger aus der Redaktion „Gib mir Antwort“ hat sich mit ihnen getroffen, um Antworten auf seine Fragen zu bekommen, unter anderem welche Rolle der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen als Träger öffentlicher Belange einnimmt.

Herr Bürger: Frau Döring, was ist denn ein Träger öffentlicher Belange?

Frau Döring (LfULG): Die Träger öffentlicher Belange werden kurz auch TöB genannt. Sie betreuen oder begleiten öffentliche Aufgaben aus ihrer jeweiligen fachlichen Sicht. Zu den Trägern öffentlicher Belange gehören je nach Zuständigkeit unter anderem:

- Bundesbehörden,
- Landesbehörden, wie das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie oder das Sächsische Oberbergamt,
- Kommunalbehörden, wie die Landkreise, Städte und Gemeinden,
- Energieversorger, Wasserwerke, Entsorgungsfirmen, Netzbetreiber der Telekommunikation, Post und Bahn, Feuerwehr, Rettungsdienst,
- außerdem Umwelt- und Naturschutzverbände, Institutionen oder andere gesellschaftliche Gruppen.

Wir, das LfULG, werden auf Grund gesetzlicher Regelungen als Träger öffentlicher Belange bei Planungsvorhaben angehört, wenn die öffentlichen Interessen, die wir vertreten, betroffen sein könnten. Das heißt, von uns wird eine fachliche Auskunft

erwartet. Die beteiligende Stelle hat einen Rechtsanspruch auf die Abgabe einer Stellungnahme durch das LfULG.

Herr Bürger: Ich hatte mir bereits als Frage notiert „Was ist denn das Ziel dieser Arbeit?“

Frau Schreiber (LfULG): Das ist eine prima Frage. Überall dort, wo Menschen in den Untergrund eingreifen, soll dies nachhaltig, also ökonomisch, ökologisch, ressourcenschonend und risikoarm geschehen. Dafür arbeiten auch wir Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Staatlichen Geologischen Dienstes in Sachsen. Herr Bürger, können Sie sich vorstellen, worin unsere Belange oder die zu vertretenden Interessen des Staatlichen Geologischen Dienstes in Sachsen bestehen?

Herr Bürger: Nein, nicht so richtig.

Frau Schreiber (LfULG): Das ist das Thema „Geologie“ im weitesten Sinne. Als Staatlicher Geologischer Dienst in Sachsen befassen wir uns mit den vielfältigen Aspekten der Interaktion zwischen dem geologischen Untergrund und dem Wirken des Menschen. Dabei stehen Themen wie der Schutz der Grundwasserressourcen, eine möglichst nachhaltige Nutzung unserer Rohstoffe, die Sicherheit des Baugrundes, die Abwehr geologisch bedingter Gefährdungen oder die Erhaltung geologisch interessanter Bildungen, sogenannter Geotope im Vordergrund. Im LfULG werden übrigens durch unterschiedliche Fachbereiche weitere TöB-Komplexe betreut. Das sind:

- Anlagensicherheit / Störfallvorsorge,
- Vorsorge vor Fluglärm,
- Natürliche Radioaktivität,
- Fischartenschutz / Fischerei / Fisch- und Teichwirtschaft sowie im Einzelfall
- Landwirtschaft / Agrarstruktur und
- Naturschutz.

Herr Bürger: Wer außer Ihnen beiden arbeitet denn noch als geologischer Träger öffentlicher Belange?

Frau Döring: In der Abteilung Geologie des LfULG arbeiten die Fachbereiche (bei uns Referate genannt) „Ingenieurgeologie“, „Rohstoffgeologie“ und „Hydrogeologie“ im Bereich Träger öffentlicher Belange zusammen. Zudem wird der in unserer Abteilung angesiedelte Geotopschutz ebenfalls in die Bearbeitungen mit einbezogen. Berufsspezifisch besitzen die meisten mit TöB befassten Personen einen Hoch- oder Fachschulabschluss im Geo-Bereich.

Frau Schreiber: Zu Fragen der Hydrogeologie, der Rohstoffe und zu Gefährdungen, die vom geologischen Untergrund ausgehen können, geben die Fachleute des Geologischen Dienstes in Sachsen jährlich mehr als 1.100 Expertisen ab. Unser Leitmo-

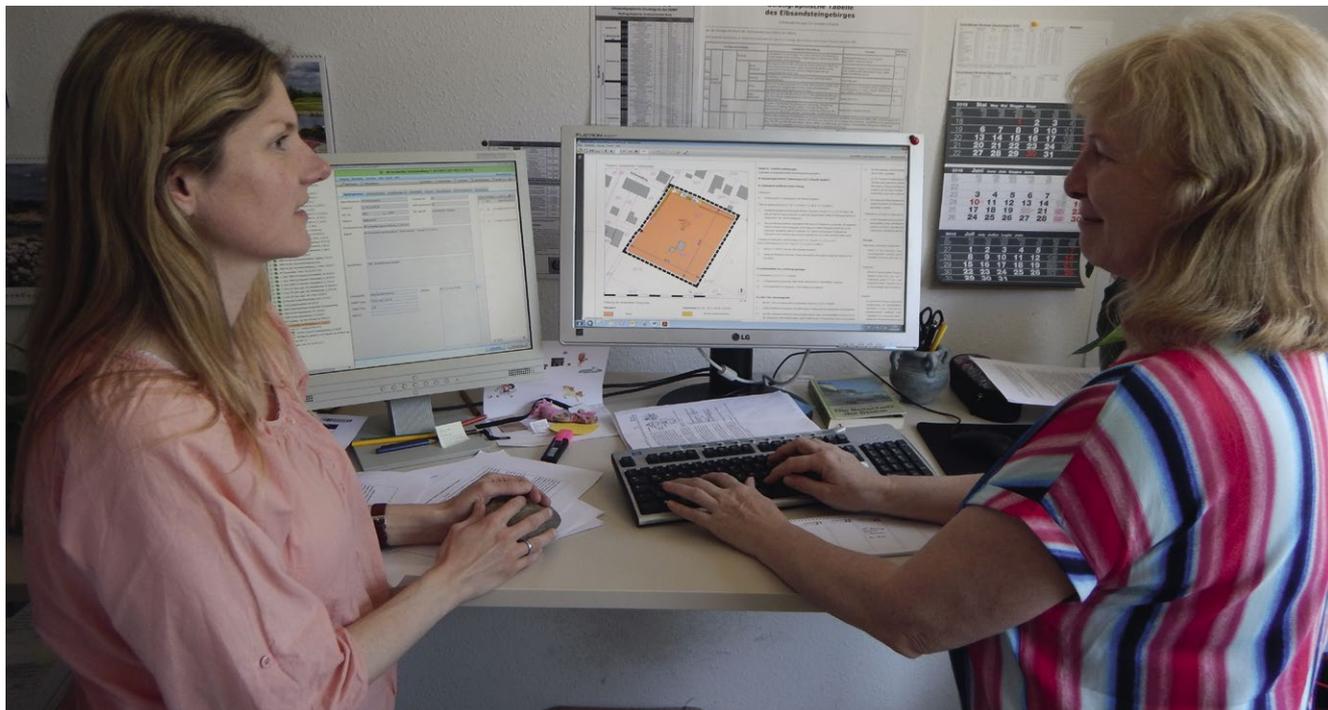


Abb. 2: TöB-Kolleginnen bei der Arbeit für einen Bebauungsplan (LfULG/ Schreiber).

tiv im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie heißt „Täglich für ein gutes Leben“. Denn es geht bei unserer Arbeit um gutes Leben für uns alle. Wie finden Sie unser Motto?

Herr Bürger: Das klingt super! Mich interessiert, welche Vorhaben Anlass zu Anhörungen geben?

Frau Schreiber: Wir werden zum Beispiel bei der Planung von Verkehrswegen, Brücken, Deponien, Hochwasserschutzbauwerken, Medientrassen, Steinbrüchen und Rohstoffentnahmen, Klärwerken, Bauvorhaben in und an Gewässern sowie bei öffentlich genutzten Hochbauten und vielem mehr angefragt. Sehr häufig sind Beteiligungen in Bauleitplanverfahren. Dazu zählen Bebauungspläne, Flächennutzungspläne und Satzungen. Hierbei geht es vorrangig um die Ausweisung neuer Wohn- oder Gewerbegebiete. Sicherlich habe ich jetzt noch nicht alle aufgezählt. Unzählige weitere Vorhaben ließen sich noch anmerken. Mir fallen auch noch Renaturierungs- und Rekultivierungsvorhaben von Standorten oder die Planung und Festsetzung von Naturschutz und Landschaftsschutzgebieten sowie Vorhaben in Bergbaufolgelandschaften ein. Zusätzlich zu den Beteiligungen im Rahmen von TöB, nehmen wir u.a. auch Stellung zum Landesentwicklungsplan, zu den Regionalplänen und zu Braunkohleplänen.

Herr Bürger: Das sind eine Vielzahl von möglichen Vorhaben. Das hätte ich nicht gedacht. Wer fragt denn das LfULG an?

Frau Schreiber: Das sind z.B. Gemeinden, Städte und Landkreise, auch die Landesdirektion Sachsen, das Oberbergamt, das Eisenbahn-Bundesamt, das Landesamt für Straßenbau und Verkehr, regionale Planungsverbände und Planungsbüros, die für die öffentliche Verwaltung arbeiten. Viele der anfragenden Institutionen werden bei öffentlichen Vorhaben selbst als Träger öffentlicher Belange angehört.

Herr Bürger: Und was passiert im LfULG bei einer Anhörung der Träger öffentlicher Belange?

Frau Döring: Die verfahrensführenden Behörden, Vorhabenträger oder Planungsträger schicken Ihre Anfragen per E-Mail oder in Papierform an das LfULG. Aus dem Anschreiben sind meist schon das Vorhaben, der Vorhabenträger, die gesetzliche Grundlage, die Verfahrensart und der Verfahrensführer bzw. die Genehmigungsbehörde ersichtlich. Zusätzlich sind, je nach Vorhaben, Lagepläne, Beschreibungen und Erläuterungsberichte, Bauzeichnungen, Gutachten oder Untersuchungsergebnisse, beigefügt. So eine Anfrage kann aus einer Seite Papier, mitunter auch mehreren Papierordnern bestehen. Die Unterlagen kommen mittlerweile überwiegend in elektronischer Form an. Die Anfrage mit den Unterlagen wird digital erfasst, danach im Sächsischen Aktenmanagementsystem abgelegt und dann überwiegend ohne Papierunterlagen elektronisch weiterbearbeitet.

Frau Schreiber setzt fort: Durch unser Referat „Grundsatzangelegenheiten und Öffentlichkeitsarbeit“ wird ein digitaler TöB-Vorgang eröffnet und an alle TöB-Fachbereiche im LfULG weitergeleitet. Bei uns wird jetzt intern die Entscheidung über die Federführung beim Geologischen Dienst getroffen.

Herr Bürger: Was bedeutet Federführung?

Frau Döring: Je nach gesetzlicher Grundlage oder Verfahrensart wird hier entschieden, welches Fachreferat die Koordination innerhalb der Abteilung Geologie übernimmt. Das kann das Referat Rohstoffgeologie sein bei Bergrechts- oder Naturschutzverfahren, das Referat Hydrogeologie bei Wasser- oder Abfallrechtsverfahren oder wir, das Referat Ingenieurgeologie, bei Bauleitplanverfahren oder sonstigen Bauanfragen. Das federführende Referat bündelt die Fachbeiträge der beteiligten geologischen Fachbereiche und übergibt die gemeinsame Stellungnahme an die TöB-Koordinatoren im LfULG. Unser Referat „Grundsatzangelegenheiten und Öffentlichkeitsarbeit“ bündelt dann alle Zuarbeiten der TöB Fachbereiche, erstellt für das LfULG als Träger öffentlicher Belange eine Gesamtstellungnahme und versendet diese an den Planungsträger bzw. den Anfragenden. Durch das Aktenmanagementsystem haben wir als Beteiligte alle gleichzeitig Zugriff auf die eingegangenen Unterlagen und können sehen, wer daran mitarbeitet. Bei komplizierten oder sehr umfangreichen Vorhaben kann unsere Prüfung manchmal mehrere Tage in Anspruch nehmen.

Herr Bürger: Wenn ich Sie richtig verstanden habe, kann ich mir also die Träger öffentlicher Belange als ein Kontroll- und Prüfinstrument für Planungsvorhaben vorstellen?

Frau Schreiber: Ja. Das trifft es ganz gut. Die Planungsträger erhalten von allen einbezogenen Trägern öffentlicher Belange Stellungnahmen mit Informationen, die für die Planung aus deren fachlicher Sicht erforderlich sind. Ohne diese könnten öffentliche Belange und die Gemeinwohlinteressen nicht ausreichend berücksichtigt werden. Es sollen dadurch Nutzungskonflikte aufgezeigt werden. Durch Abwägen seitens des Planungsträgers oder durch Anpassung der Planung können diese Konflikte vermieden oder zumindest minimiert werden. Zum Beispiel bekommen wir Anfragen vom Landesamt für Straßenbau und Verkehr zu künftigen Trassenvarianten für Ortsumgehungsstraßen. Solche Trassen verlaufen mitunter durch besonders sensible Bereiche wie Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete. In solchen Gebieten gelten zumeist strenge Auflagen oder gar Verbote. Das Referat Hydrogeologie ermittelt dazu die konkrete Gefährdungslage und unterbreitet erforderlichenfalls Vorschläge für Alternativen.

Herr Bürger: Woher stammen die Informationen, die für die Stellungnahmen notwendig sind, also ihr geologisches Fachwissen?

Frau Schreiber: Der Geologische Dienst in Sachsen sammelt und archiviert seit 150 Jahren alle wichtigen geowissenschaftlichen Dokumente, die im weitesten Sinne Aussagen über den strukturellen Aufbau und die Eigenschaften des Untergrundes zum Territorium des Freistaates Sachsen enthalten. Die Bestände des Geologischen Archivs werden auf verschiedene Weise digital erfasst – z.B. in einer Literaturdatenbank – und lassen sich nach unterschiedlichen Gesichtspunkten recherchieren und nutzen. Hier finden wir z. B. geologische Erkundungs- und Forschungsberichte, Gutachten, Stellungnahmen, Kartenunterlagen, Feldaufnahmen, unveröffentlichte Diplom- oder Masterarbeiten und Dissertationen sowie Zeichnungen, Fotos und Pläne zu geologischen Sachverhalten. Auch zu den mittlerweile über 670.000 Bohrungen auf sächsischem Territorium gibt es eine Datenbank, die wir für die tägliche Arbeit nutzen.

Herr Bürger: Das stelle ich mir sehr umfangreich vor. Sind so alte Daten denn noch aktuell?

Frau Döring: Da haben wir Glück. Geologische Daten altern in der Regel nicht. Dass sämtliche geologische Daten archiviert werden, fordert heutzutage das Geologiedatengesetz.

Herr Bürger: Welche Daten benutzen Sie, Frau Döring, persönlich am Häufigsten?

Frau Döring: Am Häufigsten nutze ich unsere Bohrungsdatenbank. Die Datenbank aller in Sachsen angelegten geologischen Bohrungen bildet das Herzstück des Sächsischen geologischen Archives. Unsere Kollegen füllen diese Datenbank täglich mit neuen Bohrungsdaten, geologischen Aufschluss- und Labordaten. Auch dank der Lieferung solcher Daten aus der geologischen Wirtschaft an das LfULG ist für uns alle ein riesiger wertvoller Fundus an geologischen Informationen entstanden. Unsere geologischen Daten sind wiederum von Bedeutung und von großem Interesse für die Wirtschaft.



Abb. 3: Das Geologiedatengesetz regelt, dass Bohrungsdaten (Standort, Bohrprofil und gegebenenfalls Ausbaudaten) an das LfULG zu übergeben sind. Die TöB-Bearbeiter nutzen u.a. diese Daten für ihre Stellungnahmen. (LfULG/ Rommel)

Frau Schreiber setzt fort: Wir TöB-Bearbeiter nutzen tagtäglich auch geologische Karten verschiedenster Maßstäbe und Inhalte. So z.B. die Geologischen Karten GK25, die Geologischen Karten der eiszeitlich bedeckten Gebiete, zum Erzgebirge/Vogtland und zur Region Lausitz-Jizera-Karkonosze. Darüber hinaus gibt es geologische Karten zu Störungen sowie zu ingenieurgeologischen, hydrogeologischen, rohstoffgeologischen und geophysikalischen Inhalten.

Und übrigens: Wir verfügen inzwischen über 23 digitale 3D-Modelle zum geologischen Untergrund für ausgewählte sächsische Gebiete! Aber das ist noch nicht alles. Wir erfassen auch Daten zu geogenen Naturgefahren, speziell zu Massenbewegungen, wie Steinschlägen, Felsstürzen, Rutschungen und Schlammströmen. Auch zum Phänomen Verkarstung führen wir ein Kataster. Das zeigt uns, wo sich in Sachsen geologische Formationen befinden, in denen eine Verkarstung, das heißt eine Auslaugung von löslichen Gesteinen, wie Salz, Karbonat oder Sulfat prinzipiell möglich ist. Obwohl wir in Sachsen über Daten aus 150 Jahren geologischer Landesaufnahme verfügen, ist es wegen der komplizierten Untergrundverhältnisse und der unterschiedlichen Datenqualität manchmal für uns sehr schwierig, standortbezogene Vorhersagen zu treffen.

Frau Döring: Herr Bürger, darf ich Ihnen eine Tasse Kaffee anbieten? Oder bevorzugen Sie Tee?

Herr Bürger: Bei den Temperaturen hier hätte ich heute lieber ein Mineralwasser.

Frau Schreiber: Ja, Mineralwasser hat übrigens auch etwas mit Geologie zu tun. Unsere Kolleginnen und Kollegen der Hydrogeologie tun täglich eine Menge dafür, dass Trinkwasservorräte, Heilwässer und auch Mineralwässer bewahrt werden und für uns alle nutzbar bleiben. In den Antragsverfahren kommt es nicht selten zu Konflikten, wenn Planungen in Schutzgebieten liegen, die der öffentlichen Trinkwasserversorgung oder dem Schutz von Heilquellen dienen. Priorität ist jeweils dem Schutz der Wasserversorgung einzuräumen, was durch die Verfahrensführer zu würdigen ist. Damit wird die Grundwassernutzung auch nachfolgenden Generationen ermöglicht.

Herr Bürger: Ihr Mineralwasser schmeckt mir... Sie nutzen ja sehr vielfältige geologische Informationen. Können Sie die alle gleichzeitig anschauen und was passiert damit?

Frau Schreiber: Ja, das können wir. Die meisten der Informationen liegen uns digital vor. Wir nutzen dazu ein Geoinformationssystem. Wenn wir eine Anfrage bearbeiten, sehen wir auf einen Blick, welche geologischen Themen oder Geogefahren für das Anfragegebiet oder das Vorhaben zu beachten sind. Wir schauen uns die spezielle Geologie des Gebietes an, recherchieren beispielsweise den Baugrund, das hydrogeologische Wirkungsfeld, den Bestand an Rohstoffvorkommen, schützenswerte

Geotope, Hohlräume aus Verkarstung oder ehemaligem Bergbau, Massenbewegungen und Erdbebenzonen.

Herr Bürger: Wir hatten vorhin bereits über ihre Ziele gesprochen. Frau Döring, können Sie mir in einem Satz ihr Arbeitsanliegen für den Staatlichen Geologischen Dienst in Sachsen als Träger öffentlicher Belange formulieren?

Frau Döring: Ja, natürlich. Unser Anliegen als Träger öffentlicher Belange ist es, unsere Fachkenntnisse zur Verfügung zu stellen, damit geplante Vorhaben unter den gegebenen geologischen Verhältnissen bestmöglich umgesetzt werden können.

Frau Schreiber: Ich erinnere mich an ein kürzlich bearbeitetes Vorhaben, das hierher passt: Uns erreichte der Vorentwurf eines Bebauungsplanes. Es war die Errichtung eines Gewerbegebietes in verkehrsgünstiger Lage in Autobahnnähe vorgesehen. Wir stellten fest, dass der künftige Gewerbebestandort innerhalb eines festgesetzten Trinkwasserschutzgebietes für die öffentliche Trinkwasserversorgung liegt. Durch die Neuausweisung des Gewerbegebietes würden dem unterirdischen Einzugsgebiet der Trinkwasserfassungen dringend benötigte Flächen für die Absicherung des Grundwasserdargebotes entzogen werden. Aus hydrogeologischer Sicht konnten wir das Vorhaben so nicht befürworten. Deshalb übergaben wir dem Planungsträger eine umfangreiche fachliche Darlegung der geologisch-hydrogeologischen Sachverhalte sowie Forderungen und Hinweise für die weitere Planung.

Herr Bürger: Was könnte denn passieren, wenn der Geologische Dienst als Träger öffentlicher Belange nicht gefragt wird, sondern einfach gebaut würde?

Frau Schreiber: Das ist eine wichtige Frage. Es könnte beispielsweise passieren, dass nutzbare Rohstoffvorkommen überbaut und dadurch die Vorräte für nachfolgende Generationen blockiert würden oder, dass genutzte und geschützte Trinkwasser- oder Heilwasservorräte durch Baumaßnahmen beeinträchtigt würden. Es könnte auch sein, dass Untergrundrisiken nicht beachtet werden. Aus unbekanntem geologischen Situationen und Schwächen des Untergrundes können auf der Baustelle schwerwiegende Probleme entstehen. So zum Beispiel, dass im Extremfall das Bauvorhaben nicht aus- oder weitergeführt werden kann oder, dass wegen der andersgearteten Untergrundsituation Schäden oder Mängel am Bauwerk und damit auch Mehrkosten auftreten.

Herr Bürger: Ich verstehe jetzt, wie wichtig die Beteiligung des geologischen Dienstes als Träger öffentlicher Belange bei öffentlichen Bauvorhaben ist.

Frau Schreiber: Genau. Das ist ja prima. Dieses Instrument dient letztendlich auch dem Schutz der Genehmigungs- und Planungsbehörde vor Fehleinschätzungen und dient dem



Abb. 4: Mitarbeiterin des Staatlichen Geologischen Dienstes vor Ort bei der Erfassung eines Felssturzes. (LfULG/ Starke)



Abb. 5: Netzsicherung einer steinschlaggefährdeten Felsböschung. (LfULG/ Kulikov)



Abb. 6: Rohstoffabbau im Gneisbruch Dörfel im Westerzgebirge. Schutz unserer Baurohstoffvorräte für künftige Generationen durch uns als Träger öffentlicher Belange. (LfULG/ Lehmann)

Interessenausgleich. Ines, hast du vielleicht für Herrn Bürger noch ein Beispiel aus deinem Arbeitsgebiet?

Frau Döring: Ja, Herr Bürger, ich erinnere mich an folgendes Beispiel aus meiner Arbeit: In einer Stadt in Sachsen war ein Eigenheim zu errichten. Der Bauplatz liegt am Stadtrand im Grünen. Wir bekamen dazu die übliche Anfrage zu einer Bauleitplanung als Träger öffentlicher Belange durch das Planungsbüro im Auftrag der Stadt. Unsere Recherche ergab, dass sich der Bauplatz auf dem Areal einer ehemaligen Kiesgrube befindet. Aus Archivunterlagen wussten wir, dass hier früher auch eine wilde Verkipfung von Müll stattgefunden hatte. Später entstand darüber eine Deponie für Abbruch- bzw. Aushubmassen alter Wohnhäuser. Zusätzlich stellte ich steile Kiesgrubenböschungen im Umfeld des Bauplatzes fest. So ein Standort ist nicht ohne Weiteres zur Bebauung geeignet. Wir haben dem Planungsbüro daraufhin aufgezeigt, dass um den Bauplatz standsicher und tragfähig zu machen, einige geologische Fragen zu klären sind. Es war die Tiefe der Kiesgrube und die Mächtigkeit der Müllablagerungen zu ermitteln. Es war zu klären, ob Hohlräume vorhanden sein können, die den Bauplatz gefährden. Es war festzustellen, ob von den steilen Grubenböschungen eine Rutschungsgefahr ausgeht. Durch das Planungsbüro wurde daraufhin ein geotechnisches Gutachterbüro eingebunden, welches das spezielle Baugrundgutachten erstellte. In einem nächsten Schritt wurden uns diese Unterlagen zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Das Planungsbüro hat dann aufgrund unserer Hinweise ermittelt, dass der Platz durch ein Eigenheim nur bebaubar ist, wenn es auf ausreichend dimensionierte Pfähle gestellt wird, die im Untergrund in die tragfähigen Schichten unterhalb der Auffüllung einbinden. Diese aufwändige Gründung war dem Bauherrn zu teuer. Dann wurde entschieden, einen Bauplatz außerhalb der Müllablagerungen zu wählen. In der ehemaligen Kiesgrube gab es noch unbelastete

Bereiche mit standsicherem und tragfähigem Baugrund. Dadurch rückte das zukünftige Gebäude aber sehr nah an die steilen Kiesgrubenböschungen heran. Mit dem Gutachten wurde jedoch vorab schon geklärt, dass die Randböschungen standsicher sind. Für das Wohnhaus konnte damit ein sicherer Bauplatz im Plangebiet gefunden werden.

Frau Döring: Herr Bürger, ich fasse also nochmal zusammen: in unseren Stellungnahmen machen wir als Staatlicher Geologischer Dienst unter anderem auf schützenswerte Rohstoffflächen und Grundwasserressourcen, auf nicht erkannte Untergrundschwächen bzw. auf geogene Naturgefahren aufmerksam. Auf mögliche Konflikte mit Umweltzielen oder Schutzgütern weisen wir ebenso hin. Wir liefern Fachargumente bei konkurrierenden Nutzungsanforderungen und bieten Lösungen zur Erhöhung der Planungssicherheit an.

Herr Bürger, jetzt haben sie einen Eindruck vom Geologischen Dienst in Sachsen als Träger öffentlicher Belange bekommen. Haben Sie noch weitere Fragen dazu?

Herr Bürger: Nein, ich glaube nicht. Vielen Dank für das Gespräch und dass sie sich die Zeit dafür genommen haben. Unser Gespräch hat mir gefallen.

Ach übrigens meinen herzlichen Glückwunsch zum 150. Geburtstag des Staatlichen Geologischen Dienstes in Sachsen. Ich gratuliere allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zum Gründungs-Jubiläum. Ich wünsche Ihnen für die Zukunft weiterhin viel Erfolg bei der Wahrung der öffentlichen Interessen und bei der Mitgestaltung der Landesentwicklung. Bei dem zunehmenden Flächenverbrauch, den Klimawandelfolgen und dem Kohleausstieg wird die Arbeit in Zukunft sicherlich nicht weniger werden.



Abb. 7: Kieswerk Flemmingen bei Penig. Als Träger öffentlicher Belange prüfen wir für Rohstoffentnahmen in Sachsen im Auftrag des Sächsischen Oberbergamtes Planungsunterlagen bis hin zu Abschlussbetriebsplänen auf rohstoff-, ingenieur- und hydrogeologische Belange (LfULG/ Brauer).

150 Jahre Geologisches Archiv im ständigen Wandel

Tobias Duteloff¹, Katrin Kleeberg¹

1. Geschichtliche Entwicklung und Schwerpunktsetzung

Die Geschichte des Geologischen Archivs Sachsens reicht viel weiter zurück als die Gründung des Geologischen Dienstes selbst. Die ältesten dokumentierten Bohrungen stammen bereits aus der Zeit von 1786 bis 1800. Dabei handelt es sich bei der ältesten Bohrung um eine Kiesbohrung zur Ratskiesgrube im Stadtgebiet Leipzig von 1786 mit einer Endteufe von 13,10 Metern. Mit Beginn der Bohr- und Erkundungstätigkeit wurde automatisch das Bewahren der zugehörigen Unterlagen – wenn auch noch nicht unter dem Namen „Geologisches Archiv“ – als sinnvoll und notwendig erachtet. Die ältesten Bohrkern, die heute im LfULG archiviert sind, stammen aus dem Steinkohlenrevier Oelsnitz und sind aus dem Jahr 1851.

Mit der industriellen Revolution stieg der Bedarf an Rohstoffen drastisch an. Eine deutliche Zunahme der Bohrtätigkeit war die Folge – in Sachsen kaum zur Erkundung von Erzen, sondern in erster Linie zur Braunkohlenerkundung, aber auch für Baurohstoffe, Brunnen und Baugrunduntersuchungen. So wurden in Sachsen vor 1900 bereits 1.430 Bohrungen mit einer Gesamtteufe von über 61 Kilometern abgeteuft. In Abbildung 1 ist die Entwicklung der Bohrteufen in Mitteleuropa dargestellt, die einerseits wegen neuer technischer Möglichkeiten (maschinelle Antriebe), andererseits wegen der Notwendigkeit, den Rohstoffabbau auf größere Tiefen auszudehnen (z. B. Steinkohle), noch vor 1900 in Sachsen die 1.000-m-Grenze erreichte. Eine Steinkohlenbohrung in der Nähe von Zwickau aus dem Jahr 1899 kam bereits auf eine Endteufe von 1089,80 Meter.

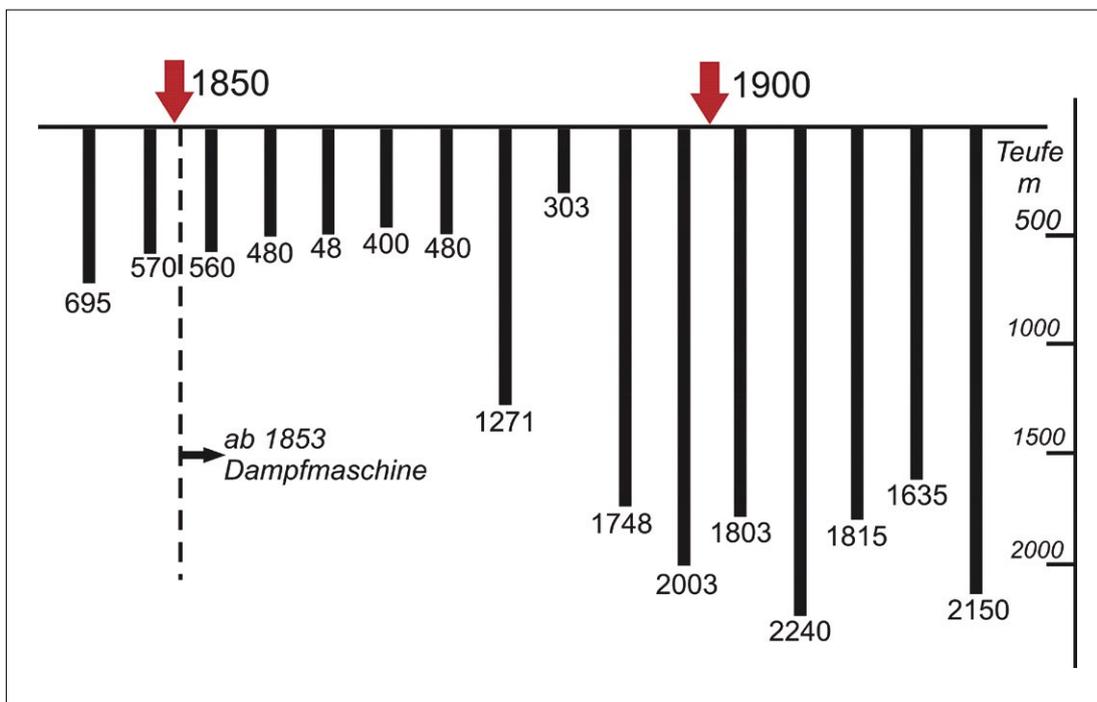


Abb 1: Entwicklung der Bohrteufen in Mitteleuropa im Zeitraum zwischen 1830-1940 (Wagenbreth 1988).

¹Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, tobias.duteloff@smekul.sachsen.de

Keywords: Geologisches Archiv, Bohrkernen, geologische Dokumente, Digitalisierung, Bohrdaten, Aufschlusssdatenbank, Bohrkern

Die Gründung des Geologischen Dienstes 1872 war ein Meilenstein, der den Beginn der systematischen Untersuchung des geologischen Untergrundes durch entsprechende Kartierungsvorhaben festschrieb (Hoth 1998). Die Archivierung der entsprechenden Unterlagen war für die damals bereits sehr exakt ar-

beitenden Geologen eine Selbstverständlichkeit. So liegen ziemlich vollständige Dokumente aus den ersten Kartierungen im Archiv vor. Die Akte Nr. A1 enthält u. a. die Planung und Dokumentation der ersten Kartierungsarbeiten (Credner 1872-1877 und folgende Jahre).

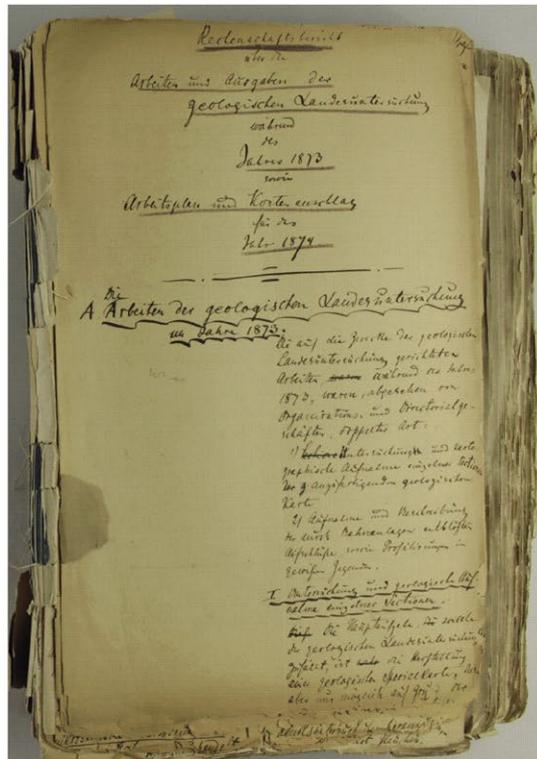
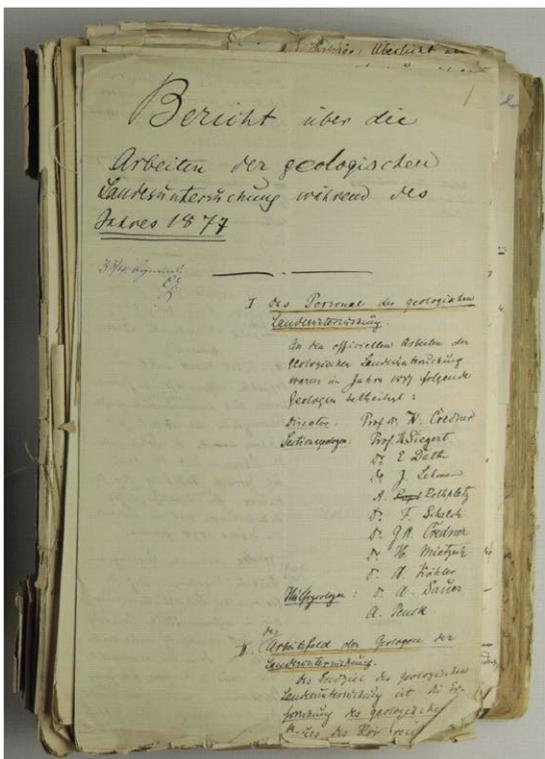
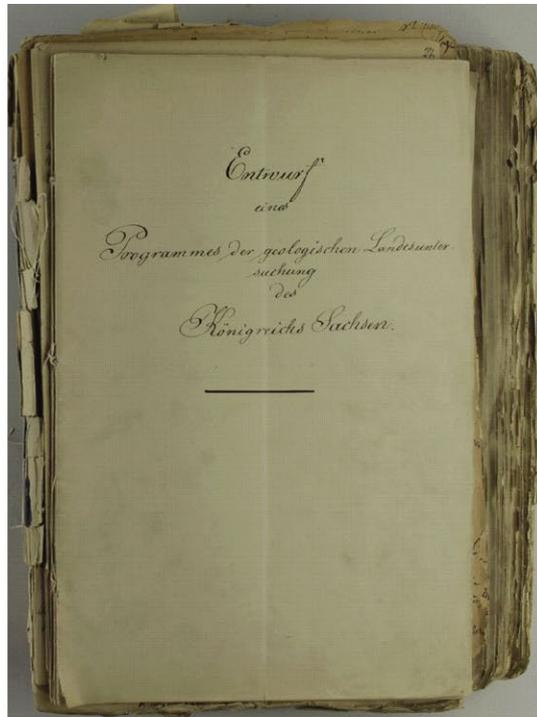
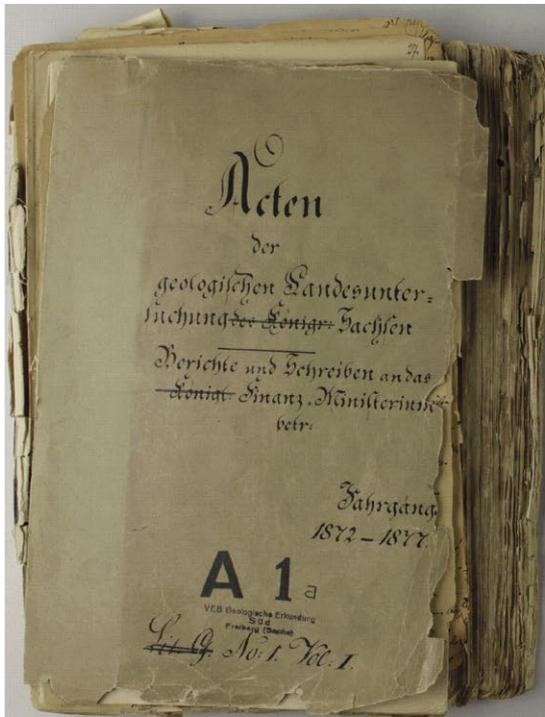


Abb 2: Akte Nr. A1 der geologischen Landesuntersuchung vor der Restaurierung (Credner 1872-1877 - und folgende Jahre) (ZfB GmbH)

Bereits in dieser Zeit deutete sich jedoch eine wesentliche Randbedingung an, die die Arbeit des Geologischen Dienstes 150 Jahre lang limitieren sollte – die finanzielle Ausstattung (Freyer 1993). Ein großer Teil des archivierten Schriftverkehrs befasst sich von Beginn an mit der Beantragung von finanziellen Mitteln und der Rechtfertigung ihrer Verwendung.

Das Geologische Archiv spiegelt in anschaulicher Art und Weise die Entwicklung und Schwerpunktsetzung der politischen Systeme der letzten 150 Jahre wider. Insbesondere die Bestrebun-

gen der DDR, Schwerindustrie und Energiesektor weitgehend mit eigenen Rohstoffen zu versorgen, führten zu einer drastischen Zunahme der Bohrungen für die Rohstofferkundung – zumeist für Braunkohle, aber auch für Erze und Spate (Leeder & Störr 2011). Nach 1990 ging die Anzahl der Rohstoffbohrungen hingegen deutlich gegenüber der von Bohrungen für Baugrund, Altlastenerkundung, Brunnen und Erdwärme zurück. In Abbildung 3 ist die Verteilung der Bohrungen auf verschiedene Zwecke dargestellt.

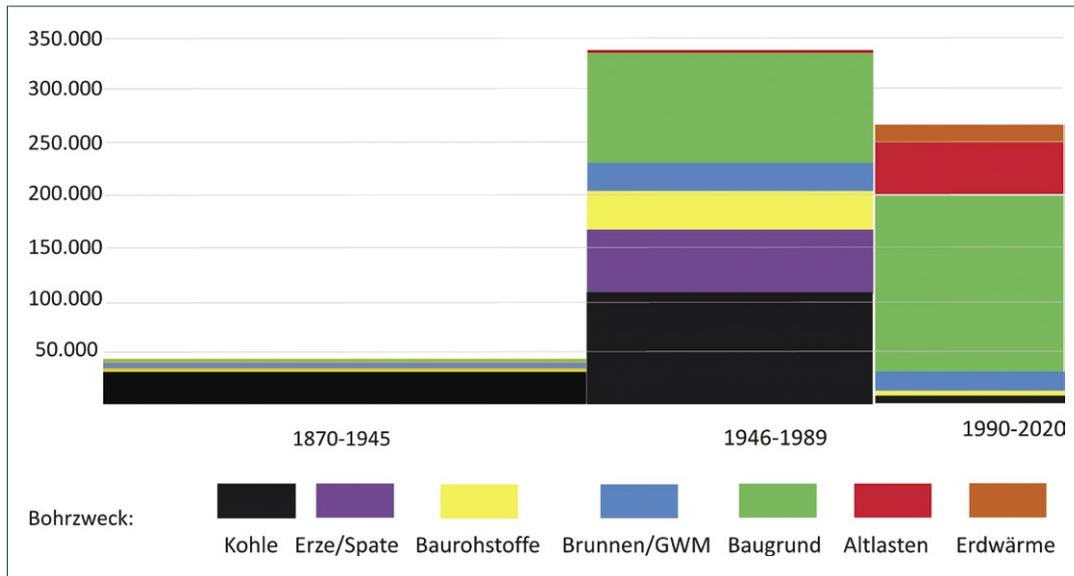


Abb. 3: Bohrungsanzahlen und Bohrungszwecke in verschiedenen Epochen.



Abb. 4: Bohrungsanzahl pro Jahrzehnt. Die Jahreszahlen beziehen sich auf das Anfangsjahr des Jahrzehnts, Bsp. 1870-1879.

Einen Eindruck von der Bohrtätigkeit der letzten 150 Jahre vermittelt Abbildung 4. In der Zeit von 1946 bis 1989 wurde die Erkundungstätigkeit überwiegend staatlich gelenkt und finanziert. Damit konnte einerseits das o. g. Streben nach Unabhängigkeit in der Rohstoffversorgung unterstützt werden. Andererseits war eine relativ systematische und langfristig geplante Untersuchung des geologischen Untergrundes möglich, die z. T. weit vorausschauend und teilweise auch flächendeckend realisiert wurde. So kann man davon ausgehen, dass mit den im Archiv vorhandenen Unterlagen in Sachsen ein Grad der geologischen Erkundung sowohl in Qualität als auch in Quantität dokumentiert ist, der deutschlandweit einen Spitzenplatz darstellt (Douffet et al. 2012).

Einige Beispiele für langfristig angelegte und großräumige Erkundungs- und Kartierungsprogramme sind im Folgenden aufgelistet:

- großräumige Untersuchungen zu stratiformen Vererzungen im Raum Erzgebirge / Vogtland
- Lagerstättegeologische Forschung Braunkohle mit Lithofazieskarten Tertiär 1:50.000
- hydrogeologische Kreisübersichtsgutachten (Gebiet des ehemaligen Bezirks Karl-Marx-Stadt)
- verschiedene Kartierungsprojekte, u. a. die hydrogeologische Karte der DDR 1:50.000 oder die Lithofazieskarte Quartär 1:50.000

Mit der politischen Wende 1989/1990 war das Interesse an diesen Erkundungsarbeiten schlagartig auf Null gesunken. Der Weitsicht der damaligen Entscheidungsträger im Geologischen Dienst Sachsen, aber auch in den zuständigen Ministerien auf Landes- und Bundesebene ist es jedoch zu verdanken, dass laufende Projekte 1990 nicht einfach abgebrochen wurden, sondern der erreichte Stand in Form von Abbruchberichten ausführlich dokumentiert wurde. Dies betraf in erster Linie Rohstoffe, die in der DDR eine wichtige Rolle spielten, deren Abbau aktuell und zukünftig jedoch in keiner Weise mehr ökonomisch vertretbar schien. Aus heutiger Sicht und unter dem Aspekt weltweit gestiegener Rohstoffpreise stellen diese Dokumente jedoch wieder eine wichtige Grundlage für aktuelle Erkundungs- und Bergbauplanungen dar. Hier sind einige Beispiele für abgebrochene, aber dokumentierte Erkundungsprojekte:

- Zinn Osterzgebirge (Altenberg, 1990/1991) und Schmiedeberg / Sadisdorf 1990
- Braunkohle Klitten, Pechern, Weißwasser 1990
- Spat Friedersdorf 1990

- Ziegellehm Arnsdorf 1990
- Spat Niederschlag 1990
- Kieselschiefer Niesky 1990
- Hydrogeologie Westlausitz 1990

Vom damaligen Aufbaustab des Landesamtes wurden sogenannte Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen (ABM) organisiert. Es handelte sich um aufgrund der hohen Arbeitslosigkeit von der Arbeitsagentur bezuschusste Tätigkeiten. Ein sehr großer Teil der Beschäftigten war im Themenbereich „Datenerfassung in geowissenschaftlichen Archiven“ beschäftigt (Walter & Fischer 1991).

2. Gliederung des Geologischen Archivs

Mit zunehmendem Umfang an Archivadokumenten wurde die Herausforderung immer stärker, den Überblick über die Unterlagen zu behalten und eine schnelle, effektive und zielgerichtete Suche zu ermöglichen. Genügte am Anfang eine fortlaufende Nummerierung und ein einfaches Inhaltsverzeichnis, wurde eine Archivierung nach raumbezogenen bzw. fachlichen Kriterien immer notwendiger. Eine ganz grundsätzliche Gliederung ergab sich bereits frühzeitig aus der Art der zu archivierenden Unterlagen: Die Teilung in Bohrakten und Berichte (einschl. Gutachten, Karten, Manuskriptmaterial usw., vgl. Abb. 8).

a) Archivierung der Bohrakten

Ein wesentliches Kriterium für die Suche nach Bohrdaten ist die Lage der Bohrungen. Deshalb wurden Bohrungen frühzeitig nach raumbezogenen Einheiten archiviert.

Zunächst wurde eine Gliederung nach Gemeinden (früher „Fluren“) realisiert. In Übersichtskarten wurden die Gemeindegrenzen eingezeichnet und alle Bohrpunkte mit einem Punkt und einer laufenden Nummer eingetragen. Für die Gemeinde wurde eine Akte angelegt, in der mit der jeweiligen Nummer die Bohrung zu finden war. Die für das gesamte Archiv eindeutige Archivnummer bestand aus einem Kürzel für die Gemeinde (z. B. Fr für Freiberg) und der laufenden Nummer, also z. B. Fr0001. Diese Gliederung wurde offensichtlich mindestens seit den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts angewandt. Auf insgesamt 1.740 verschiedene Gemeinden verteilt enthält das sogenannte Fluraktenarchiv ca. 170.000 einzelne Bohrakten.

Eine andere Gliederung war die Messtischblatt-Gliederung. Hier wurden die Blattsschnitte der amtlichen topographischen Karten 1:25.000 (TK25) als Flächeneinheit verwendet. Innerhalb der

Kartenblätter wurden die Bohrakten wiederum fortlaufend nummeriert. Diese Gliederung wurde speziell in den Grenzreichen zu den heutigen Ländern Thüringen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg (ehemalige Bezirke Gera, Halle und Cottbus einschließlich bestimmter Randgebiete) verwendet. Auf 38 Kartenblättern sind in diesem Archivteil insgesamt 29.000 Bohrungen dokumentiert.

Etwa 1980 gelangte man aufgrund der hohen Bohrdichte mit diesen Gliederungen an Grenzen der Übersichtlichkeit und Darstellbarkeit. Der Maßstab 1:25.000 war für detaillierte und vollständige Archiv-Bohrkarten speziell in Ballungsräumen und in Erkundungsschwerpunktgebieten nicht mehr geeignet. Deshalb wurde eine neue Gliederung eingeführt, nach der bis ca. 2007 gearbeitet wurde: Die Archivierung nach Planquadraten, die als Untergliederung der Einheitsblätter 1:10.000 (EBL10) angelegt wurden. Jedes Einheitsblatt wurde in kleinere Einheiten von a1 bis e8 aufgeteilt. Zu 528 Einheitsblättern mit 5.535 Planquadraten sind in diesem Archivteil ca. 51.000 Bohrakten archiviert.

Die Aufteilung der Bohrungen nach räumlichen Gliederungsprinzipien hat jedoch erhebliche Nachteile. Zusammengehörige Bohrprojekte mit übergreifenden Unterlagen (Lagepläne, Legenden usw.) mussten aufgeteilt werden; damit wurden viele Bohrungen aus ihrem Verbund herausgelöst. Weiterhin hatten Korrekturen der Lage, die aus Ablesefehlern oder späteren Einmessungen resultierten, z. T. gravierende Folgen, wenn der Bohrpunkt dadurch einer anderen Einheit zugeordnet werden musste. Zumindest das erstgenannte Problem wurde dadurch versucht zu lösen, indem z. T. die Bohrungen eines Projektes nur in der Akte archiviert wurden, die den überwiegenden Anteil der Bohrungen betraf. In die anderen Akten wurde dann nur ein Verweis auf die Archivakte eingetraget. Größere Projekte wurden oft gar nicht in die räumlichen Gliederungen übernommen, sondern völlig separat archiviert („Sonderstandortarchiv“). In den eigentlichen Akten befand sich dann nur ein Hinweis auf die gesonderte Ablage. Diese Verfahrensweise brachte jedoch enorme Nachteile für die Recherche und Übersicht.

Erschwerend kommt außerdem hinzu, dass 1991 aus den ehemaligen Bezirksstellen für Geologie bei den Räten der Bezirke der DDR eigene Organisationseinheiten geschaffen wurden, die Stellen für Gebietsgeologie (StGG). Diese wurden nicht dem Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), das seit 1991 die Rolle des Geologischen Dienstes in Sachsen übernommen hatte, zugeordnet, sondern den Staatlichen Umweltfachämtern. Dennoch übernahmen auch sie Aufgaben des Geologischen Dienstes in Sachsen und benötigten dafür Archivunterlagen. Diese wurden teilweise aus den Beständen der Bezirksstellen für Geologie selbst und teilweise aus Kopien des Geologischen Archivs des LfUG zusammengestellt und durch die 5 StGG in Eigenregie weitergeführt. Damit etablierten sich weitere verschie-

dene Gliederungs- und Archivierungsprinzipien, deren Beschreibung hier den Rahmen sprengen würde. Mit der Auflösung der Staatlichen Umweltfachämter und der Zuordnung der StGG zum LfUG im Jahr 2005 übernahm das LfUG auch diese 5 Archive und damit eine weitere Vielfalt in der Archivierung von Bohrakten.

Im Jahre 2007 wurde im Geologischen Archiv eine wesentliche Entscheidung getroffen, die für die künftige Archivierung von grundlegender Bedeutung war. Wurden bereits seit Gründung des LfUG Bohrdaten digital erfasst und in einer Datenbank verwaltet, sollte nun lückenlos jede Bohrungsdokumentation datenbanktechnisch erfasst und das Original eingescannt werden.

Mit der vollständigen digitalen Erfassung aller Bohrungen war nun auch eine lagemäßige Suche in der Datenbank nach jeder einzelnen Bohrung möglich, ohne dass diese zuvor nach räumlichen Kriterien zugeordnet wurde. Deshalb werden seit 2007 die Bohrungen nur noch fortlaufend nummeriert. Dies vereinfacht die Archivierung deutlich, denn die Zuordnung zu räumlichen Einheiten und die damit zusammenhängenden Probleme entfallen. Seit 2007 wurden 110.000 Bohrungen auf diese Art und Weise erfasst und archiviert. Dies betrifft in erster Linie Bohrungen, die in dieser Zeit geteufelt wurden. Aber auch ältere Bohrungen, deren Daten nach 2007 an das LfUG geliefert wurden, werden nach diesem System archiviert. Die Gesamtzahl der digital erfassten Aufschlüsse beläuft sich derzeit (05/2021) auf ca. 670.000.

b) Archivierung der Berichte und anderer geologischer Dokumentationen

Berichte lassen sich in der Regel nicht wie Bohrungen auf einen Lagepunkt beziehen, der immer einer entsprechenden Flächeneinheit zugeordnet werden kann. Sie wurden deshalb nach anderen Kriterien archiviert. So wurden beispielsweise die Ergebnisberichte geologischer Erkundungsprojekte, die zugehörigen Manuskriptmaterialien, wissenschaftliche Arbeiten (in der Regel studentische Qualifizierungsarbeiten), geologische Unterlagen zum Untergrund von Talsperren, Dokumentationen geophysikalischer Untersuchungen sowie Kleingutachten und diverser Schriftverkehr jeweils in verschiedenen Archivteilen archiviert. Für jeden Archivteil wurden entsprechende Inhaltsverzeichnisse angelegt, die mit Ausnahme der Kleingutachten keine räumliche Gliederung beinhalteten. Die Kleingutachten sind von der Anzahl her der größte Archivteil und wurden nach Messtischblättern (TK25) und Fachbereichen gegliedert.

Insgesamt sind ca. 50.000 Berichte, Gutachten und andere Dokumente in diesen Archivteilen archiviert. Die inhaltliche Gliederung ist allerdings problematisch, da in der Praxis z. B. die Unterscheidung zwischen einem Ergebnisbericht und einem

Kleingutachten sehr subjektiv sein kann. Demzufolge ist die Zuordnung einzelner Dokumente zum jeweiligen Archivteil aus heutiger Sicht nicht immer nachvollziehbar und war z. T. vom einzelnen Bearbeiter abhängig.

Außerdem zeigte sich nach 1990, dass die strukturierte und zentral vorgegebene Erkundungsstrategie in der DDR mit ihren relativ klaren Anforderungen z. B. an Ergebnisberichte längst nicht mehr anwendbar war. Die Vielfalt geologischer Dokumentationen wurde mit der Anzahl freischaffender Geologen, geologischer Ingenieurbüros und Bohrfirmen trotz teilweise vorhandener DIN-Normen immer größer und nicht mehr in die klassischen Kategorien einteilbar. Außerdem wurde die Gliederung durch die zunehmende digitale Erfassung und umfassende Recherchemöglichkeiten nicht mehr benötigt. Deshalb wurde 2007 mit der Grundsatzentscheidung, alle Dokumente digital zu erfassen und zu scannen, auch eine einfache fortlaufende Nummerierung – ähnlich wie im Bohrkernarchiv – festgelegt.

c) Archivierung der Proben- und Bohrkerne

Belegstücke von Proben, Bohrkernen und Präparaten aus der Kartierung oder der Erkundung von Bodenschätzen der letzten 150 Jahre sind in umfangreichen Sammlungen archiviert. Sie verfügen über erhebliche wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung (Friebe 1995, Douffet et al. 2012).

In der Bohrkernsammlung sind ca. 140 Kilometer Bohrkern aus der Kartierung sowie den zahlreichen Erkundungen von Bodenschätzen archiviert. Das Material stammt aus etwa 5.000 Bohrungen. Allein 68 Kilometer Bohrkern aus 2.100 Bohrungen wurden von der Wismut GmbH übernommen (Abb. 6). Diese Bohrungen sind ein reichhaltiger Informationsfundus zur Geologie des Landes. Die Nutzung dieser Bohrkernproben ermöglicht schnelle und kostengünstige Neuuntersuchungen.

Die Belegstücke der Gesteinsprobensammlungen sind nach verschiedenen Teilsammlungen archiviert (Friebe 2010). Oft handelt es sich um nicht mehr zugängliche Aufschlüsse. Geordnet sind die Sammlungen nach Messtischblättern, nach stratigraphischen, petrographischen und nach regionalen Einheiten Sachsens. Der Umfang der Bestände beläuft sich auf weit über 100.000 Proben. Hingewiesen sei auch auf die ca. 1.100 Stücke umfassende Originalesammlung (Abb. 7), deren erste Nachweise bis ins 19. Jahrhundert zurückreichen. Archiviert sind paläontologische Originale (Stücke, auf denen die taxonomische Erstbeschreibung beruht) sowie Originale (Proben), die in Veröffentlichungen abgebildet sind (Walter & Rascher 2016).

In der Sammlung mikroskopischer Präparate befinden sich weit über 100.000 Gesteinsdünnschliffe und paläontologische Präparate.

Das Abteufen einer Bohrung ist mit erheblichen Kosten verbunden und auch Gesteinsproben sind nicht beliebig wiederbeschaffbar. Die Vorhaltung ausgewählter Bohrkern und Proben ist somit auch ein Gebot des sorgsamsten Umgangs mit Ressourcen.



Abb. 5: Gesteinsbohrkerne, hier aus Oelsnitz. Sie wurden erbohrt, um Kenntnisse zur Hydrogeologie zu gewinnen. Auf dem Foto befindet sich eine wissenschaftlich höchst bedeutende Abfolge mit vulkanischen Gläsern.



Abb. 6: Stahlpaletten und Kernaussage in den Gängen im Kernarchiv des LfULG in Obergruna (LfULG/ Starke)



Abb. 7: Ein einzigartiger Fund aus dem Steinkohlenbergbau in Freital, ein „Friedhof“ von Pantelosaurus (*Haptodus*) saxonicus von HUENE. Ein weltweit unikales Stück – Glanzpunkt der Sammlung.

Die Gliederung des Geologischen Archivs ist stark vereinfacht in Abbildung 8 dargestellt.

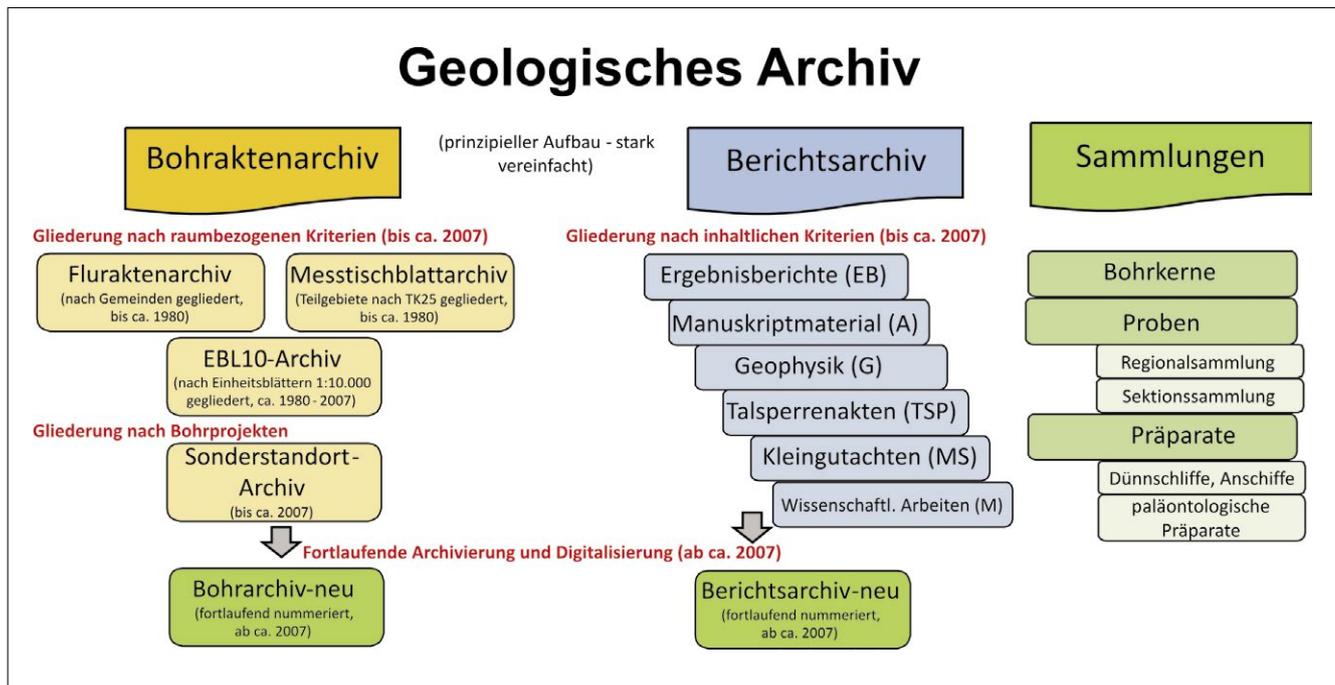


Abb. 8: Gliederung des Geologischen Archivs

3. Digitalisierung des Geologischen Archivs

Die Digitalisierung des Geologischen Archivs hat ihre Anfänge in den 70er und 80er Jahren, als im Rahmen wichtiger Erkundungen (z. B. Braunkohle, Hydrogeologie) die Betriebe in der DDR verpflichtet wurden, ihre Erkundungsdaten digital zu erfassen und an zentrale Datenspeicher zu liefern. Beispiele waren der Datenspeicher Grunddaten geologischer Aufschlüsse (GGA), der Datenspeicher Känozoikum (DKZ), der Datenspeicher Hydrogeologisch relevanter Aufschlüsse (HYRA), der Datenspeicher Erkundung (DSE) und der Datenspeicher Geophysik (Lühe & Zorn 2011). Die meisten dieser Daten wurden nach 1990 gesichert und in die heutigen Datenbanken des LfULG überführt. In den 90er Jahren wurden die Bemühungen um die Digitalisierung neu aufgegriffen und mit folgenden Aktivitäten (z. T. unterstützt durch öffentliche geförderte Maßnahmen wie ABM, SAM, Zivildienst und Bundesfreiwilligendienst sowie mit Werkverträgen des LfULG) fortgeführt:

- Scannen der Bohrakten des Fluraktenarchivs (teilweise)
- Scannen der Bohrakten des Messtischblattarchivs (teilweise)
- Scannen der Bohrakten des Einheitsblattarchivs (teilweise)

- Datenbanktechnische Erfassung von Bohrdaten
- Erfassung der Metadaten von Berichten und Gutachten für die meisten Teile des Berichtsarchivs zunächst mit dem Bibliothekssystem MIDOS, später aDIS

Die Digitalisierung des Geologischen Archivs war jedoch immer durch die verfügbaren finanziellen Mittel und die vorhandene personelle Ausstattung auf relativ kleine Umfänge begrenzt. Seit etwa 2006 wurde das Interesse der Ingenieurbüros und Erkundungsfirmen aufgrund des „neuen Bergeschreys“ an Unterlagen des Geologischen Archivs jedoch immer größer, so dass die kleinen Schritte der Digitalisierung nicht mehr ausreichten. Seitens der Politik reagierte man mit einem Beschluss des Sächsischen Landtages zur Rohstoffstrategie des Freistaates Sachsen, der die vorrangige Nutzung einheimischer Rohstoffe einerseits und die Sicherung und Verfügbarmachung der dafür vorhandenen geologischen Unterlagen andererseits festschrieb. Das Projekt ROHSA3 - Erschließung und Digitalisierung von sächsischen (Rohstoff)-Daten - war geboren (Franke-Laske 2022). In dem Projektzeitraum von 2013-2024 erfolgt mit einer jährlich bereitgestellten Summe von ca. einer Million Euro eine konzentrierte und beschleunigte Digitalisierung der Archivunterlagen (vor allem auch die Sicherung von Sachsen betreffenden geologischen Daten, die sich außerhalb des Geologischen Archivs des LfULG befinden).

4. Das Geologische Archiv heute: Umfang, Digitalisierungsgrad und Nutzungsmöglichkeiten

Das geologische Archiv umfasst gegenwärtig mehr als zwei laufende Kilometer Akten. Davon entfallen ca. 500 Meter auf das Bohraktenarchiv und 1.500 Meter auf das Berichtsarchiv. Mit dem im Rahmen des Projektes ROHSA3 begonnenen systematischen Scannen wichtiger Archivteile wurde besonders auf die Langzeitarchivierung geachtet, deren Anforderungen derzeit nur vom TIF-Format erfüllt werden. Der damit verbundene hohe Speicherbedarf kann im LfULG nicht realisiert werden, so dass mit der SLUB (Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Uni-

versitätsbibliothek) in Dresden ein kompetenter und leistungsfähiger Partner gewonnen wurde, der über die entsprechenden technischen Möglichkeiten verfügt. Bisher sind Dokumente des Geologischen Archivs mit einem Gesamtumfang von 47 Terabyte (TB) in der Langzeitarchivierung gespeichert.

In Abbildung 9 sind die Umfänge und der Stand der Digitalisierung der wesentlichsten Archivteile dargestellt:

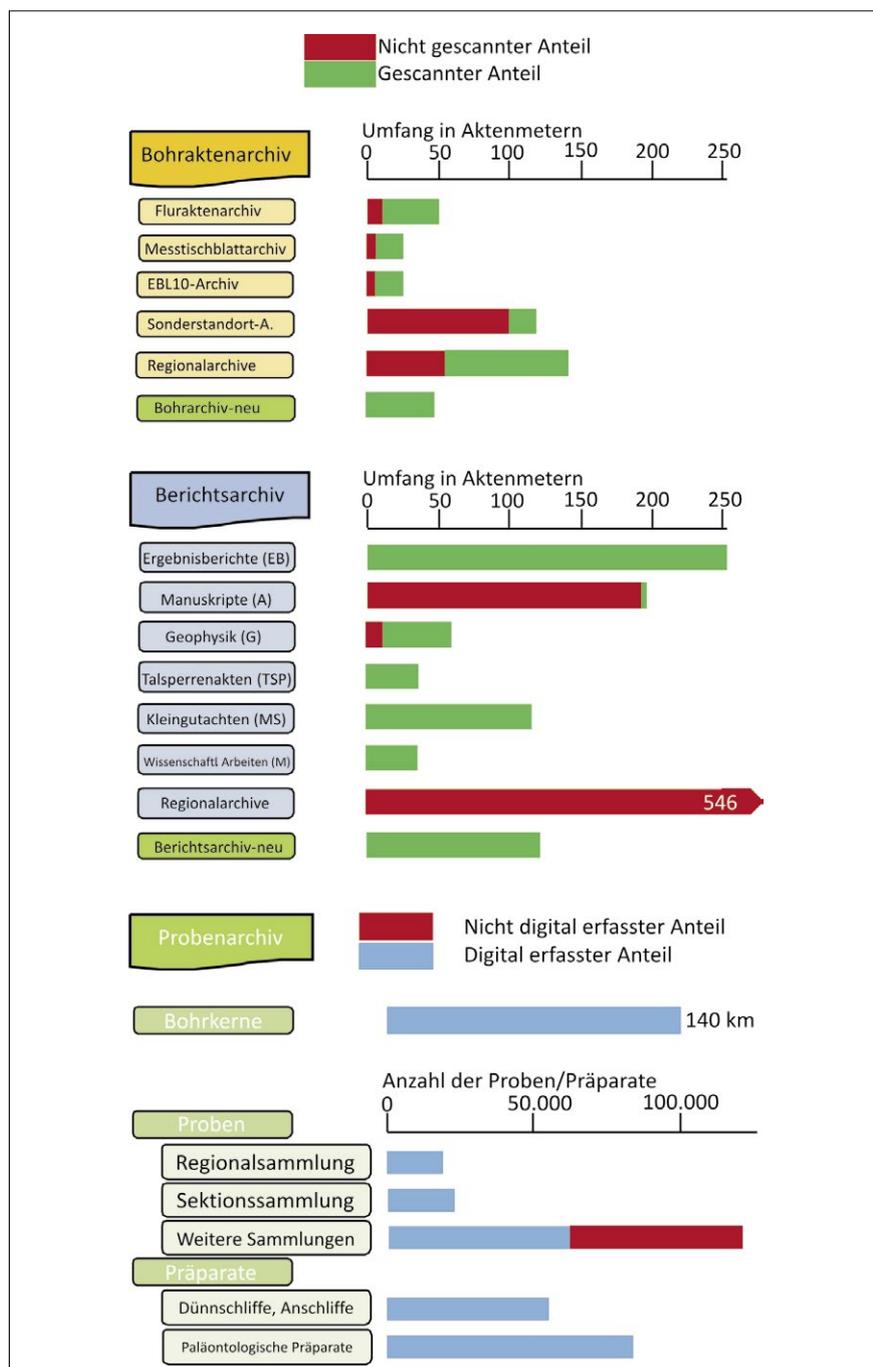


Abb. 9: Umfang und Digitalisierungsgrad des Geologischen Archivs

Dabei ist zu beachten, dass jährlich zwischen 5.000 und 10.000 neue Bohrungen geteuft, dokumentiert und deren Daten archiviert werden. Außerdem werden jährlich zwischen 500 und 1.000 Berichte und Gutachten erstellt, die ebenfalls ins Archiv aufgenommen werden. Weitere Untersuchungen (z. B. Korngrößenanalysen, Pumpversuche, geotechnische Laboruntersuchungen, Analytik von Gestein und Grundwasser) sowie zusätzliche Daten, die beim Bohren gewonnen werden (z.B. Grundwasser-

stände, Ausbau und Hinterfüllung von Brunnen und Grundwassermessstellen) werden ebenfalls dokumentiert und die Daten archiviert. Aufschlussbezogene Daten werden mit dem Erfassungsprogramm UHYDRO erfasst und in die Aufschlussdatenbank aufgenommen. Sie ist die zentrale Informationsbasis für alle bohrungsbezogenen Daten in Sachsen. Ihr aktueller Stand ist in Abb. 10 dargestellt.

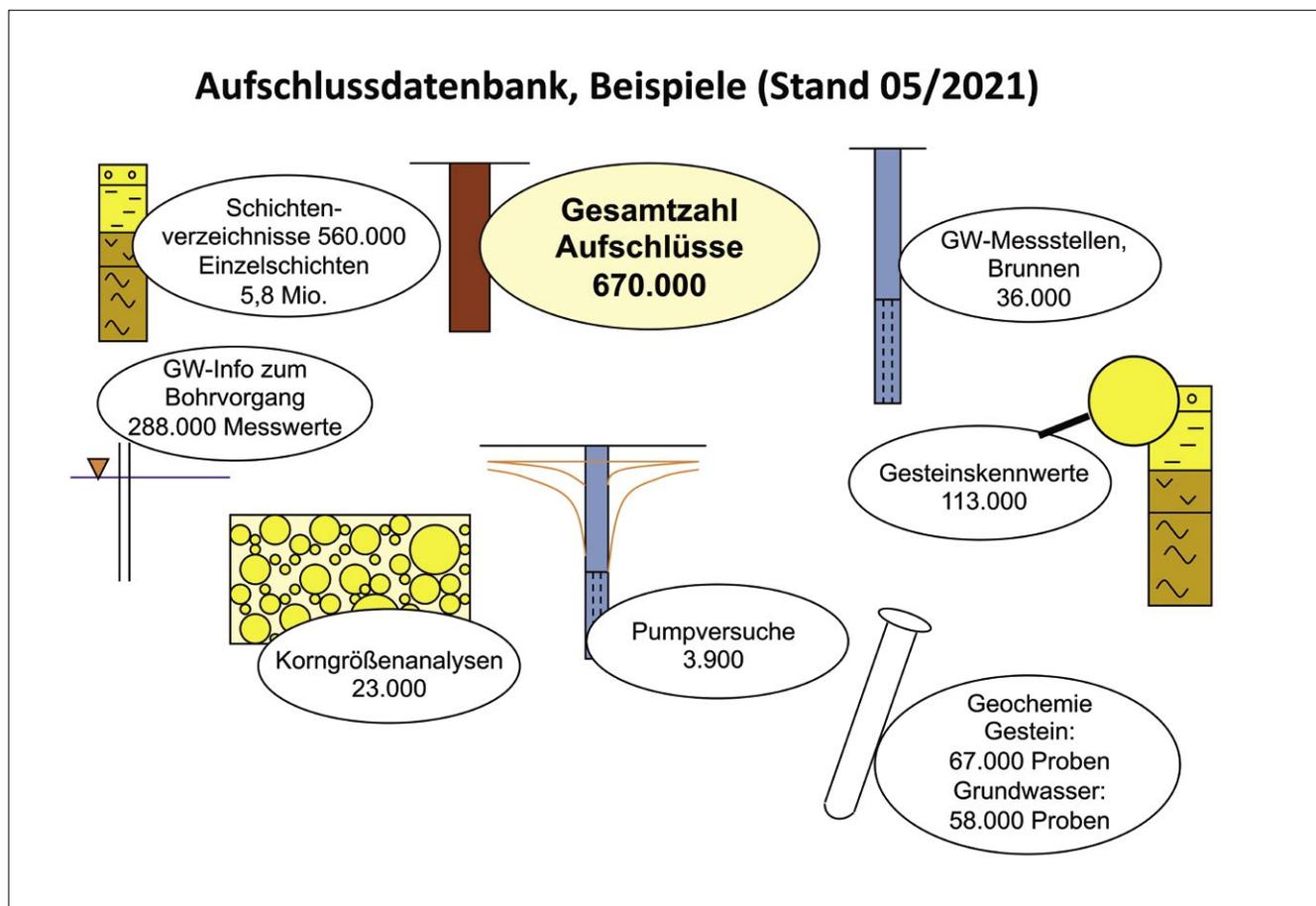


Abb. 10: Inhalt und Umfang der Aufschlussdatenbank

4.1 Sicherung geologischer Unterlagen von Standorten außerhalb des LfULG

An zahlreichen Stellen außerhalb des LfULG sind ebenfalls wichtige geologische Unterlagen, die den Freistaat Sachsen betreffen, vorhanden. Mit einigen Institutionen und Archiven wurden entsprechende Vereinbarungen zur Überführung, Ausleihe, Digitalisierung oder anderweitiger Bereitstellung von Dokumentationen getroffen. Die wichtigsten Aktivitäten sind im Folgenden aufgeführt:

- Übernahme von Baugrundgutachten des ehemaligen Wohnungsbaukombinates Leipzig (2004), ca. 30 Aktenmeter

- Übernahme des Lagerstättenarchivs der LMBV für das mitteldeutsche Braunkohlenrevier (2008), ca. 214 Aktenmeter
- Vereinbarung mit der Wismut GmbH über das Scannen der Bohrakten von ca. 31.000 Erkundungsbohrungen („Kolonkas“, 2016–2019) und die datenbanktechnische Erfassung von Feldbuchdokumentationen zu ca. 40.000 Kartierungsbohrungen (ab 2020)

- Übernahme der Nachlässe und Sammlungen von Einzelpersonen, die wesentliche Erkenntnisse zur Geologie von Sachsen beinhalten, ca. 10 Aktenmeter

Im Rahmen des Projektes ROHSA3 wurden darüber hinaus weitere Aktivitäten zur Sicherung der Bestände externer Archive getätigt. So wurden seit 2013 u.a. in folgenden Archiven unveröffentlichte Dokumente gesichtet, Metadaten erfasst und Dokumente digital gesichert:

- Archiv des Sächsischen Oberbergamtes (Risse, Karten)
- Geologisches Archiv der Wismut GmbH (625 Erzbohrungen der Wismut GmbH wurden digitalisiert)

- Archiv der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- Archive von Instituten der TU Bergakademie Freiberg (unveröffentlichte Qualifizierungsarbeiten, Dokumentationen von Proben und Gesteinsschliffen)
- Sächsisches Bergarchiv (Recherche, Aufarbeitung, Dokumentation ROHSA3-relevanter Datenbestände).

Über 10.000 bibliothekarische Nachweisdaten (Metadaten) von Dokumenten, Berichten, Qualifizierungsarbeiten usw. wurden aus den genannten Archiven erfasst.

4.2 Nutzungsmöglichkeiten

a) Bohrdaten

In der interaktiven Bohrpunktkarte (<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/p/bohrungen>) sind alle Aufschlüsse als lagegenaue Punkte sichtbar. Jeder Nutzer kann mit Hilfe dieser Karte Aufschlüsse auswählen und deren Daten über eine einfache teilautomatisierte Abfrage beim LfULG anfordern. Auf diese Weise werden jährlich zwischen 300 und 400 Anfra-

gen nach Bohrungsdaten gestellt und zeitnah beantwortet. Abb. 11 zeigt einen Ausschnitt aus der interaktiven Bohrpunktkarte. Dabei bedeuten grüne Punkte, dass zu diesen Bohrungen neben den Stammdaten (Lage, Teufe usw.) auch digitale Fachdaten (z. B. Schichtenverzeichnis) vorliegen. Zu den roten Punkten sind (bisher) nur die Stammdaten digital erfasst.



Abb. 11: Ausschnitt aus der interaktiven Bohrpunktkarte - https://www.geologie.sachsen.de/Digitale_Bohrungsdaten.html

b) Berichte und Gutachten

Über den WEB-OPAC (<https://webopac.smul.sachsen.de>) kann im Gesamtbestand der Berichte und Gutachten des Geologischen Archivs recherchiert werden. Es können Bestandteile des Titels sowie Schlagworte als Recherchekriterien eingegeben werden. Im Ergebnis erscheint eine Liste der Dokumente, für die

die Kriterien zutreffen. Mit Hilfe der angegebenen Signatur(en) lässt sich dann eine formlose Anfrage an das LfULG nach den entsprechenden Dokumenten stellen. Abb. 12 zeigt den Startbildschirm des WEB-OPAC mit der Suchmaske.

Abb. 12: Startbildschirm des WEB-OPAC - [https://www.smul.sachsen.de/aDISWeb/app?service=direct/0/Home/\\$DirectLink&tp=smulopac](https://www.smul.sachsen.de/aDISWeb/app?service=direct/0/Home/$DirectLink&tp=smulopac)

c) Übergreifende Recherchen

Im Rahmen des Projektes ROHSA3 wurde eine spezielle Suchmaschine (<https://www.rohstoffdaten.sachsen.de>) entwickelt, die sowohl die Suche nach Bohrungen als auch nach Berichten und Gutachten ermöglicht. Hier können ebenfalls verschiedene Kriterien wie Teile des Titels, Rohstoff, Schlagworte

und räumliche Lage für die Suche verwendet werden. Auch hier werden die gefundenen Dokumente als Liste ausgegeben. Wiederum kann mit der Signatur eine Anfrage an das LfULG nach den ausgewählten Daten gestellt werden. Abbildung 13 zeigt den Startbildschirm der ROHSA-Suchmaschine.

Abb. 13: Startbildschirm der ROHSA-Suchmaschine - <https://www.rohstoffdaten.sachsen.de/>

4.3 Bestandserhaltung des Archivmaterials

Archivmaterialien sind heute vielfältigsten Einflüssen ausgesetzt: Licht, Luftfeuchtigkeit, mechanische Beanspruchung durch Ausleihe und Nutzung usw. Die in der Vergangenheit verwendeten Archivierungsmethoden tragen diesen Faktoren oft nur ungenügend Rechnung. So wurden die Akten meist in Ordnern mit metallischen Bestandteilen stehend gelagert. Verschiedenste (meist säurehaltige) Papiersorten wurden ebenso wie kunststoffhaltige Zusatzelemente (Klebebänder, Aktendulis...) verwendet. Dies führt dazu, dass das Papier spröde und brüchig und z. T. auch unleserlich wird – bis zum völligen Zerfall. Neben dem Scannen, das eine wichtige Maßnahme zur Si-



Abb. 14: Bisheriges Lagerungssystem in senkrecht stehenden Ordnern mit metallischen Anteilen

cherung der geologischen Informationen darstellt, werden deshalb seit mehreren Jahren am Altbestand erhaltende Maßnahmen durchgeführt. So wurden bereits einige Archivteile auf metall- und kunststofffreie sowie liegende Lagerung in säurefreien Archivkartonverpackungen umgestellt. Bei Bedarf wurde auch eine Entsäuerung und Reinigung des Papierbestandes durchgeführt. In den Archivräumen werden regelmäßig die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit überwacht. In Abb. 14 ist das frühere, in Abb. 15 das aktuelle Lagerungsprinzip dargestellt.



Abb. 15: Neues Lagerungssystem in waagerechter Lagerung in säurefreien Kartons ohne Metall- und Kunststoffanteile

5 Das Geologische Archiv in der Zukunft – ein Ausblick auf die nächsten 150 (oder erstmal 15?) Jahre.

Mit dem am 30.06.2020 in Kraft getretenen Geologiedatengesetz (GeolDG) wurde eine neue Grundlage für die Arbeit des Geologischen Dienstes geschaffen. Die anzeigepflichtigen geologischen Untersuchungen werden gegenüber dem Lagerstättengesetz wesentlich konkreter und umfassender benannt. Demzufolge wird auch der Umfang an Unterlagen, die im Geologischen Archiv aufzunehmen sind, zunehmen. Mit der Übernahme der Unterlagen sind zahlreiche Pflichten für den Geologischen Dienst verbunden. Alle Daten und Dokumente müssen als Nachweisdaten, Fachdaten und Bewertungsdaten kategorisiert sowie als staatliche bzw. nichtstaatliche geologische Daten eingestuft werden. Von der Einstufung und Kategorisierung hängt ab, ob bzw. nach welchen Fristen die Daten öffentlich bereitgestellt werden. Das GeolDG macht hier klare Vorgaben, die zu einer hohen Transparenz und einem hohen

Grad an öffentlich zugänglichen geologischen Daten führen werden. Diese Vorgaben sind effektiv nur auf digitalem Weg erreichbar; damit wird der Digitalisierung der Dokumente des Archivs eine noch höhere Priorität zukommen.

So soll künftig für einen großen Teil digital entstandener geologischer Dokumente die Archivierung von Papierunterlagen entfallen. Sowohl für Bohrakten als auch für Berichte und Gutachten sind Konzepte für eine rein digitale Ablage und eine vollständige digitale Verfahrensweise der Erschließung in Arbeit.

Die weitere Digitalisierung bisher nur analog vorhandener Archivteile ist für die nächsten Jahre vorgesehen (Manuskriptmaterial, Sonderstandortarchiv, Abschluss des Flurakten-, Mess-tischblatt- und Einheitsblattarchivs). Eine weitere wesentliche

Aufgabe ist die weitere Integration der Archive der ehemaligen Stellen für Gebietsgeologie (Regionalarchive). Sie gestaltet sich wegen der hohen Überschneidungsgrade und der unterschiedlichen Gliederungsprinzipien schwierig und sehr aufwändig. Es ist vorgesehen, sämtliche Papierbestände auf metall- und kunststofffreie sowie liegende Lagerung umzustellen. Besonders wertvolle Dokumente (z. B. Akte A1) werden speziell restauriert.

Die mit der SLUB Dresden bestehende Vereinbarung zur Langzeitarchivierung wird fortgesetzt. Dabei ist vorgesehen, schrittweise alle Archivbestände in die Langzeitarchivierung zu überführen. Im Rahmen des Projektes Digitale Geologische Auskunft Sachsens (DiGAS) soll mittels des Systems Kitodo künftig auch für externe Nutzer ein direkter Online-Zugriff auf freigegebene Archivmaterialien ermöglicht werden. Derzeit befindet sich das System im Testbetrieb und in der internen Nutzung durch LfULG-Angehörige.

Eine neue Qualität in der Recherche und Nutzung von digitalen Bohrdaten ist mit dem System BOHRIS (Bohrungen in Sachsen) geplant. Hier soll künftig eine direkte Nutzung freigegebener Bohrdaten möglich sein. Für die Nutzung vertraulicher Bohrungsdaten im Rahmen öffentlicher Aufgaben (Amtshilfe) wird in BOHRIS ein separates Online-Verfahren zur Anwendung kommen.

Mit der weiteren angestrebten vollständigen Digitalisierung und dem Einsatz neuer moderner Werkzeuge zur Archivnutzung wird das Geologische Archiv auch in Zukunft eine wichtige Arbeitsgrundlage für den Geologischen Dienst in Sachsen, aber auch für Ingenieurbüros, Umweltfirmen, Bohrunternehmen, die Bergbauindustrie, Verwaltungen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und fachlich interessierte Privatpersonen sein. Langzeitarchivierung der Digitalisate und Erhaltung der analogen Bestände sollen eine Nutzung für möglichst viele künftige Generationen als unverzichtbare Wissensquelle gewährleisten.

Literatur

Credner, H. (1872-1877 und folgende Jahre): Acten der geologischen Landesuntersuchung Sachsen: Berichte und Schreiben an das Finanzministerium 1872 – 1877. – Archiv LfULG, Freiberg, A 00001a, Leipzig.2

Douffet, H., Hübschmann, M., Lehmann, U., Richter, J., Starke, C., Suhr, P. & Walter, H. (2012): Sächsischer Geologischer Dienst – seit 75 Jahren in Freiberg. – Sächsische Heimatblätter 4, 364–376. <https://digital.ub.tu-freiberg.de/werkansicht/dlf/109680/1/2>

Franke-Laske, D., Korb, D. & Gahlert, A. (2022): Schatzsucher im Auftrag der sächsischen Rohstoffstrategie. – Beitrag in diesem Band.2

Freyer, G. (1993): Die Entwicklung des „Sächsischen Geologischen Landesamtes“ von 1872 bis 1961. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften 21, 5/6: 479–484; Berlin.2

Friebe, A. (1995): Die Gesteinssammlungen der Geologischen Landesuntersuchung von Sachsen von 1872–1992. – Geoprofil 5 (1995), S. 18–24, Freiberg.2

Friebe, A. (2010): Proben- und Bohrkernsammlungen im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. – 1. Aufl. – Miniaturen zur Geologie Sachsens. Geo-Archive. Geowissenschaftliche Sammlungen Sachsens, 3: 1–23, Dresden. 2

Hoth, K. (1998): Entwicklung und Perspektiven des Geologischen Dienstes in Sachsen. – Zeitschr. Geol. Wiss. 26 (1/2), S. 7–12, Berlin.2

Leeder, O. & Störr, M. (2011): Zur Lagerstättenkunde in der DDR. – Schriftenreihe f. Geowiss. 18, 73–105.2

Lühe, P. & Zorn, D. (2011): Geowissenschaftliche Datenspeicher in der DDR – Entstehung, Standorte, Neuordnung und Verbleib. – Schriftenreihe f. Geowiss. 18, 73–105.2

Wagenbreth, O. (1988): Dampfmaschine und Geologie. – Z. geol. Wiss. 16, 7–17.2

Walter, H. & Fischer, J. (1991): Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen (ABM) zur Unterstützung des Neuaufbaus der staatlichen Geologie in Sachsen. – Bericht, Landesamt für Umwelt und Geologie Freiberg, 4 Mappen, Freiberg (unveröff., Archiv LfULG, GA 04529 und A 03163).2

Walter, H. & Rascher, J. (2016): Paläontologie in den Nachfolgeeinrichtungen des Sächsischen Geologischen Landesamtes 1945–1990. – Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins 109/110, S. 393–110, Freiberg.2

Der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen und die geogenen Naturgefahren

Peter Dommaschk¹



Abb. 1: Mitarbeiterin des Staatlichen Geologischen Dienstes in Sachsen bei der Erfassung eines Felssturzes am 02.09.2014 im Kirnitzschtal. Der Felsblock hatte ein Volumen von 36 m³. Insgesamt kam es bei dem Ereignis zum Absturz von etwa 120 m³ Sandsteinmaterial (LfULG/ Starke)

Dem Drang der Menschen in Regionen zu siedeln, die den Einflüssen von Naturgefahren ausgesetzt sind, steht die Sicherung unterschiedlicher Schutzgüter und Flächennutzungen in dicht besiedelten Regionen gegenüber. Das Thema der geogenen Naturgefahren ist deshalb eine weitere wichtige Arbeitsaufgabe für den Staatlichen Geologischen Dienst in Sachsen.

Im Freistaat Sachsen zählen zu den wesentlichen geogenen Naturgefahren die Massenbewegungen (Stein- / Blockschläge, Felsstürze, Rutschungen, Murgänge), Bodenerosionen durch Wasser sowie Erdbeben. Zu den geogenen Naturgefahren gehören aber auch noch die Subrosion bzw. Verkarstung, Setzungen und Hebungen sowie Gasaustritte (z. B. von Radon).

Zusätzlich sind die sich aus unterirdischen Hohlräumen sowie aus Halden und Restlöchern ergebenden Gefahren zu berücksichtigen, welche per Definition keine Naturgefahren, sondern menschengemacht sind. Zum Beispiel ereignen sich in auflässigen Steinbrüchen häufig Sturzprozesse (Stein- / Blockschläge sowie Felsstürze), die in ihren Auswirkungen mit geogenen Naturgefahren vergleichbar sind.

Im vorliegenden Beitrag sollen die wesentlichen Tätigkeiten des Referates Ingenieurgeologie am LfULG auf dem Gebiet der geogenen Naturgefahren vorgestellt werden. Diese beziehen sich auf die Themengebiete der Massenbewegungen sowie der Subrosion bzw. Verkarstung.

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat Ingenieurgeologie, Peter.Dommaschk@smekul.sachsen.de

Massenbewegungen (Sturz-, Rutsch- und Fließprozesse)

Basierend auf Kriterien wie Bewegungsmechanismus, Materialzusammensetzung, Geschwindigkeit der Prozesse oder Auslösemechanismus bestehen zahlreiche Modelle zur Klassifikation von Massenbewegungen. Die wichtigsten Prozessstypen für Massenbewegungen können wie folgt charakterisiert werden (Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Geologie 2016, UNESCO 1993):

Sturzprozesse sind definiert als schnelle Massenbewegungen, bei welchen das entlang von Trennflächen (Schicht-, Schieferungs-, Kluft- oder Bruchflächen) aus dem Gebirgsverband ausgebrochene Material den größten Teil des Weges in der Luft zurücklegt. Sturzprozesse werden in vier Kategorien unterteilt (siehe auch Tab. 1):

Tab. 1: Definition der verschiedenen Sturzprozesse nach Komponentenabmessung, Volumen und Geschwindigkeit.

Kategorie	Abmessung der Komponenten	Volumen	Geschwindigkeit	Bemerkungen
Steinschlag	Gesteinskomponenten mit Kantenlänge < 0.5 m	< 10 m ³	< 30 m/s	in der Regel Einzelsteine pro Ereignis
Blockschlag	Gesteinskomponenten mit Kantenlänge ≥ 0.5 m – 2,0 m	< 10 m ³	< 30 m/s	in der Regel Einzelblöcke pro Ereignis
Felssturz		10 m ³ bis 1 Mio. m ³ w	10 - 40 m/s	In der Regel Absturz einer Vielzahl von Fels- und Gesteinsblöcken mit anschließender Fragmentierung. Felsstürze können sich in verschiedenen Phasen ereignen (Teilabbrüche)
Bergsturz		> 1 Mio. m ³	> 40 m/s	Initialphase mit kompakter Bergsturzmasse. Prozessraum inkl. Ablagerungszone kann große Flächen betreffen

Ein gemeinsames morphologisches Merkmal bei den Sturzprozessen besteht darin, dass sie an steilen bis überhängenden Felswänden auftreten. Schwerpunkt für diese Massenbewegungen ist der sächsische Mittelgebirgsraum (z. B. Zittauer Gebirge, Elbsandsteingebirge, Erzgebirge, Vogtland). Dabei stellt das Elbsandsteingebirge, aufgrund der hier vorherrschenden besonderen regionalgeologischen und geomorphologischen Verhältnisse, die sächsische Schwerpunkregion dar (siehe auch Vergrößerungsausschnitt in Abb. 5).

Rutschprozesse sind hangabwärts gerichtete gleitende Bewegungen von Fest- und / oder Lockergestein. Sie entstehen an definierten Gleitflächen, wobei hinsichtlich der Form der Gleitfläche zwischen Translations- und Rotationsrutschung unterschieden wird. Während der Bewegung auf einer Gleitfläche behält die Rutschmasse den Kontakt zur Unterlage weitgehend bei. Typische Gleitflächen sind Schwächezonen (Schichtflächen, Störungen, Klüfte in Festgesteinen) und Grenzen zwischen Festgestein und Lockergestein.



Abb. 2: Infolge der starken und langanhaltenden Niederschläge Anfang Juni 2013 kam es im Bereich des Königlichen Weinberges Pillnitz zu einer großen Hangrutschung. Dabei wurden ca. 1.500 m³ Erdmassen in Bewegung gesetzt. Dieses Rutschungsereignis hatte auch Schäden an den sich darunter befindlichen privaten Grundstücken zur Folge (LfULG/ Dommaschk)

Fließprozesse sind hangabwärts gerichtete kontinuierliche Bewegungen von Lockermassen (Gerölle, Steine und Felsblöcke in einer schlammigen Matrix, vermengt mit Bäumen und Sträuchern) ohne definierte Gleitflächen. Zu den Fließprozessen zählen Erd-, Schutt- und Blockströme sowie Murgänge.

Unter einem Murgang (Geröll- / SchlammLawinen) versteht man ein langsam bis schnell abfließendes Gemisch aus Wasser und Feststoffen. Der Volumenanteil an Feststoff beträgt zwischen 30 - 70%. Murgänge weisen folglich hohe Dichten auf. Auf-

grund des Wasseranteils können Murgänge Geschwindigkeiten bis zu 60 km/h erreichen. Murgänge entstehen in Gebieten mit hohem Lockermaterialvorkommen oder als Sekundärprozess aus einer Rutschung bei entsprechender Geländeneigung. Der Prozessraum ist meist ein definierter Gerinne- bzw. Bachverlauf mit einem Gefälle größer als 15%. Murgänge weisen typische Ablagerungsformen, wie Murköpfe mit einer unsortierten Ablagerung von Blöcken, Geröll und Holz sowie seitliche Ablagerungsdämme auf. Auslöser für diesen Prozess sind außerordentlich starke Oberflächenabflüsse bei Starkregen.



Abb. 3: Am 20.08.2001 fand in Obervogelgesang im Elbsandsteingebirge südöstlich von Pirna ein Starkniederschlagsereignis statt. Vom südwestlichen Elbhang bahnte sich eine Geröll- und SchlammLawine (Murgang) einen Weg ins Tal. Dabei verschütteten die etwa 1.000 m³ Geröll und Schlamm die Unterführung des Elbradweges sowie den angrenzenden Bahndamm. Die Bahnstrecke Dresden – Prag musste zeitweilig voll gesperrt werden. An der gleichen Stelle wiederholte sich am 07.08.2010 nach starken Niederschlägen das Schadensszenario und es kam zu einem erneuten Murgangereignis. (LfULG/ Dommaschk)

Ereigniskataster Massenbewegungen und Gefahrenhinweiskarte Subrosion des LfULG

Im Baugesetzbuch ist festgeschrieben, dass in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen Flächen gekennzeichnet werden müssen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind.

Darüber hinaus wurde im Landesentwicklungsplan Sachsen 2013 (LEP 2013) festgeschrieben, dass in den Regionalplänen Gebiete mit geogenen Naturgefahren (Rutsch- und Sturzprozesse von Erd- und Felsmassen sowie Murgänge) auszuweisen und Festlegungen zur Sanierung zu treffen sind.

Bereits im Jahr 2004 wurde zu diesem Zweck im LfULG mit dem Aufbau eines Ereigniskatasters zur Erfassung von Massenbewegungen für den Freistaat Sachsen begonnen (siehe auch Abb. 4 und Abb. 5).



Abb. 4: Begrüßungsbildschirm des Ereigniskatasters Massenbewegungen.

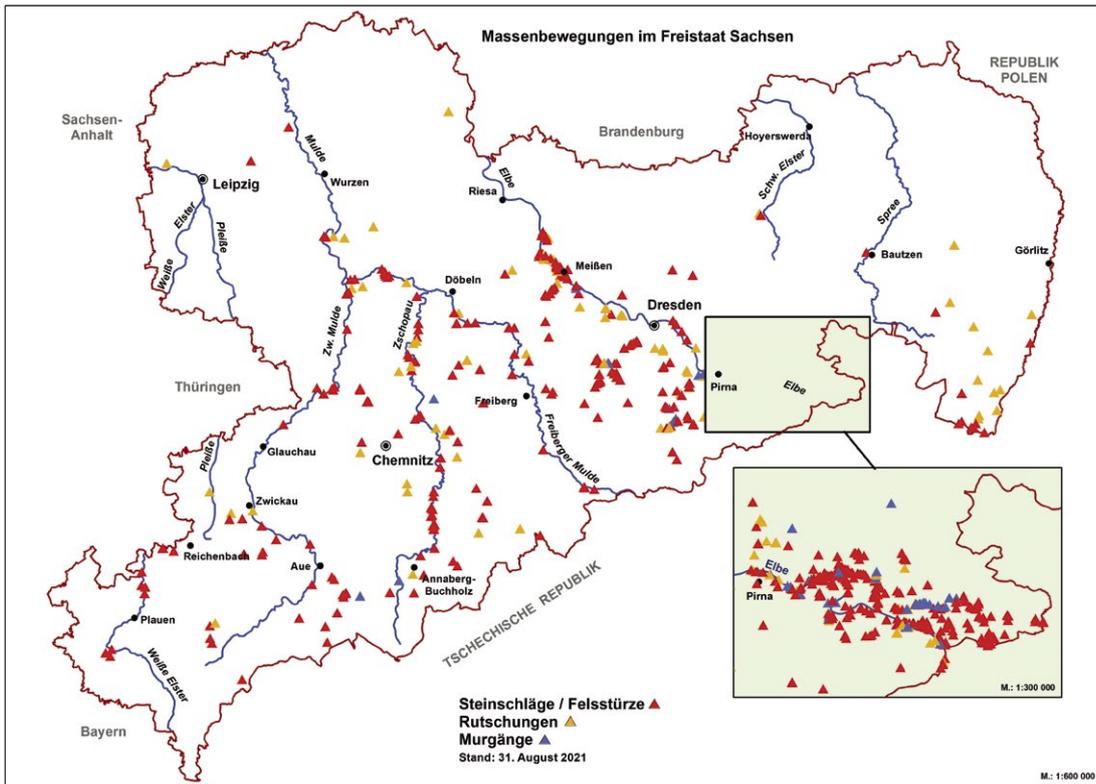


Abb. 5: Verteilung der im Freistaat Sachsen erfassten 799 Massenbewegungsereignisse mit Stand vom 31. August 2021.

In diesem Ereigniskataster werden Stein- / Blockschläge, Felsstürze, Rutschungen und Murgänge erfasst. Aktuell sind 799 Massenbewegungsereignisse dokumentiert. Die Gesamtanzahl verteilt sich auf 59 Fließprozess-, 115 Rutschprozess- und 625 Sturzprozessereignisse. Das älteste in den zugänglichen Archiven dokumentierte Ereignis im Kataster stammt bereits aus dem Jahr 1600.

Eine Pflicht zur Meldung von Massenbewegungsereignissen existiert nicht im Freistaat Sachsen. Die Ereignisse stammen aus diversen Archivquellen, aus Meldungen in den Medien insbesondere aber auch aus Meldungen von Privatpersonen. Der größte Anteil der aktuellen Ereignisse wird jedoch dem LfULG von anderen Behörden, z. B. durch Kommunen, Landratsämter, die Nationalparkverwaltung Sächsische Schweiz sowie durch das Landesamt für Straßenbau und Verkehr gemeldet.

Im Zusammenhang mit der systematischen Erfassung von Ereignissen sowie der Ausweisung von Gebieten mit geogenen Naturgefahren sei an dieser Stelle auch auf den Artikel "Der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen als Träger öffentlicher Belange" im vorliegenden Heft verwiesen. Auf Grund gesetzlicher Regelungen soll das LfULG als Träger öffentlicher Belange bei Planungsvorhaben angehört werden, wenn die öffentlichen Interessen, die wir vertreten, betroffen sein könnten. In Bezug auf das Thema der geogenen Naturgefahren wird von uns daher

auch eine entsprechende fachliche Auskunft auf der Basis unseres geologischen Expertenwissens erwartet.

Aber auch die Thematik der Subrosion bzw. Verkarstung, d. h. der meist unterirdisch ablaufenden Auslaugung von Gesteinen, spielt eine Rolle bei der Charakterisierung raumplanungsrelevanter Naturgefahren im Freistaat Sachsen. In einer vom LfULG beauftragten Studie (Migalk & Tschapek 2017) wurde diese Thematik erstmals umfänglich bearbeitet.

Ziel der Studie war es, eine Datengrundlage für die geologisch bedingte Naturgefahr Subrosion / Verkarstung in Karbonaten, Sulfaten und Chloriden im Freistaat Sachsen zu schaffen. Dazu wurde ein Kataster mit Karsthöhlen, Karstschloten, karstrelevanten untertägigen Bergbaubjekten als auch karstrelevanten Steinbrüchen erstellt. Anhand des Katasters und auf der Basis von geologischen Karten, in denen die Verbreitung auslaugungsfähiger geologischer Schichten dargestellt sind, wurde eine differenzierte Gefahrenhinweiskarte zur Subrosion für den Freistaat Sachsen erstellt.

Der aktuelle Stand zum Ereigniskataster zur Erfassung von Massenbewegungen sowie die Gefahrenhinweiskarte Subrosion werden in Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie der EU (INSPIRE 2007) turnusmäßig im Geoportal Sachsenatlas im Internet veröffentlicht (siehe Abb. 6).



Abb. 6: Auszug aus dem Geportal Sachsenatlas im Umfeld von Freiberg: Gefahrenkarte Subrosion (orange) und Ereigniskataster Massenbewegungen (Dreiecke); Zugriff am: 16. September 2021.

Fachberatung anderer Behörden und Ministerien im Freistaat Sachsen

Ein weiterer Tätigkeitsschwerpunkt des Staatlichen Geologischen Dienstes in Sachsen im Zusammenhang mit geogenen Naturgefahren ist neben der Erfassung der oben beschriebenen Massenbewegungsereignisse die fachliche Beratung anderer Behörden und Ministerien im Freistaat. Dazu gibt es eine sehr enge Zusammenarbeit im Rahmen der Amtshilfe mit vielen Kommunen, Landratsämtern, der Nationalparkverwaltung Sächsische Schweiz, dem Landesamt für Straßenbau und Verkehr, dem Staatsbetrieb Sachsenforst und dem Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement. Der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen erarbeitet im Rahmen der Amtshilfe für die genannten Behörden Gefährdungseinschätzungen bei eingetretenen Massenbewegungsereignissen und gibt Handlungsempfehlungen zur Beseitigung bzw. Sicherung der Gefahrenbereiche. Es werden aber auch Gefährdungseinschätzungen erarbeitet, um Gefahrenbereiche bereits im Vorfeld rechtzeitig zu erkennen und zu charakterisieren. Vorrangiges Ziel ist dabei, durch gezielte präventive Maßnahmen Schäden an der Infrastruktur bzw. anderen Schutzgütern (z. B. Wohnbau, Verkehrsteilnehmer) grundsätzlich zu vermeiden.

Nachfolgend seien hier drei herausragende Schwerpunktoobjekte des Referates Ingenieurgeologie genannt und kurz beschrieben:

Verklauungsgefahr der Elbe

Im Zusammenhang mit den verheerenden Hochwasserereignissen in den Jahren 2002, 2010 und 2013 ergab sich im damaligen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft die Fragestellung, inwieweit es im Elbtal zwischen Pirna und der Landesgrenze zu Tschechien zu einem Aufstau der Elbe durch große Massenbewegungen (Sturz-, Rutsch- und Murgangprozesse) kommen kann.

Im Rahmen einer entsprechenden Projektbearbeitung konnte durch Graf & Salz (2015) nachgewiesen werden, dass derartige Aufstauszenarien (Überschwemmungsszenarien) sehr unwahrscheinlich sind. Jedoch bestehen in einigen Bereichen reale Gefährdungen durch kleinere Szenarien, wie Stein- und Blockschläge, Felsstürze sowie Murgang- und Rutschprozesse, welche die Siedlungszonen und abschnittsweise die Verkehrswege betreffen können.

Im Rahmen objektbezogener Gefährdungseinschätzungen konnte die Gefährdung quantifiziert, mögliche Schutzdefizite aufgezeigt und entsprechende Handlungsempfehlungen für Sicherungsarbeiten gegeben werden.

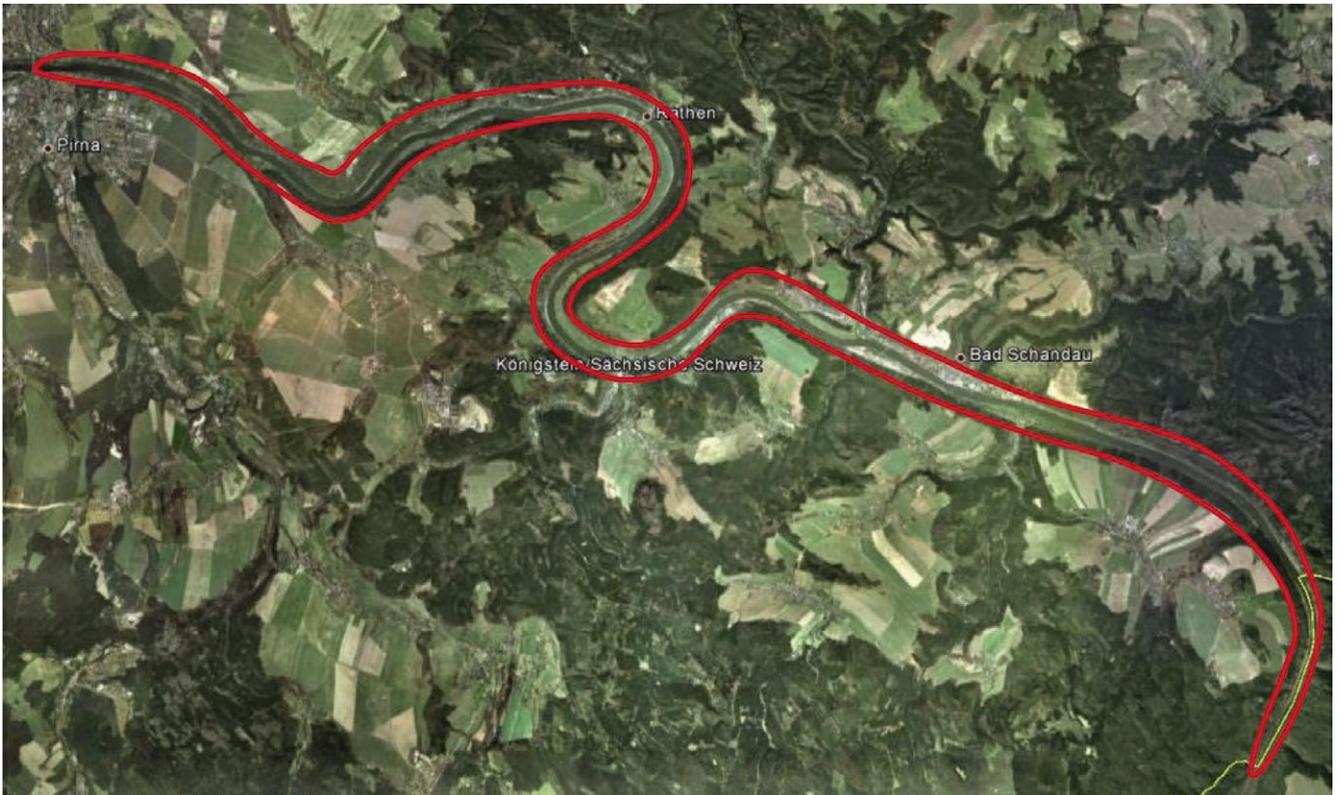


Abb. 7a: Das Untersuchungsgebiet zur Verklauungsgefahr erstreckt sich entlang des Flusslaufes beidseits der Elbe von der tschechischen Grenze bis nach Pirna.

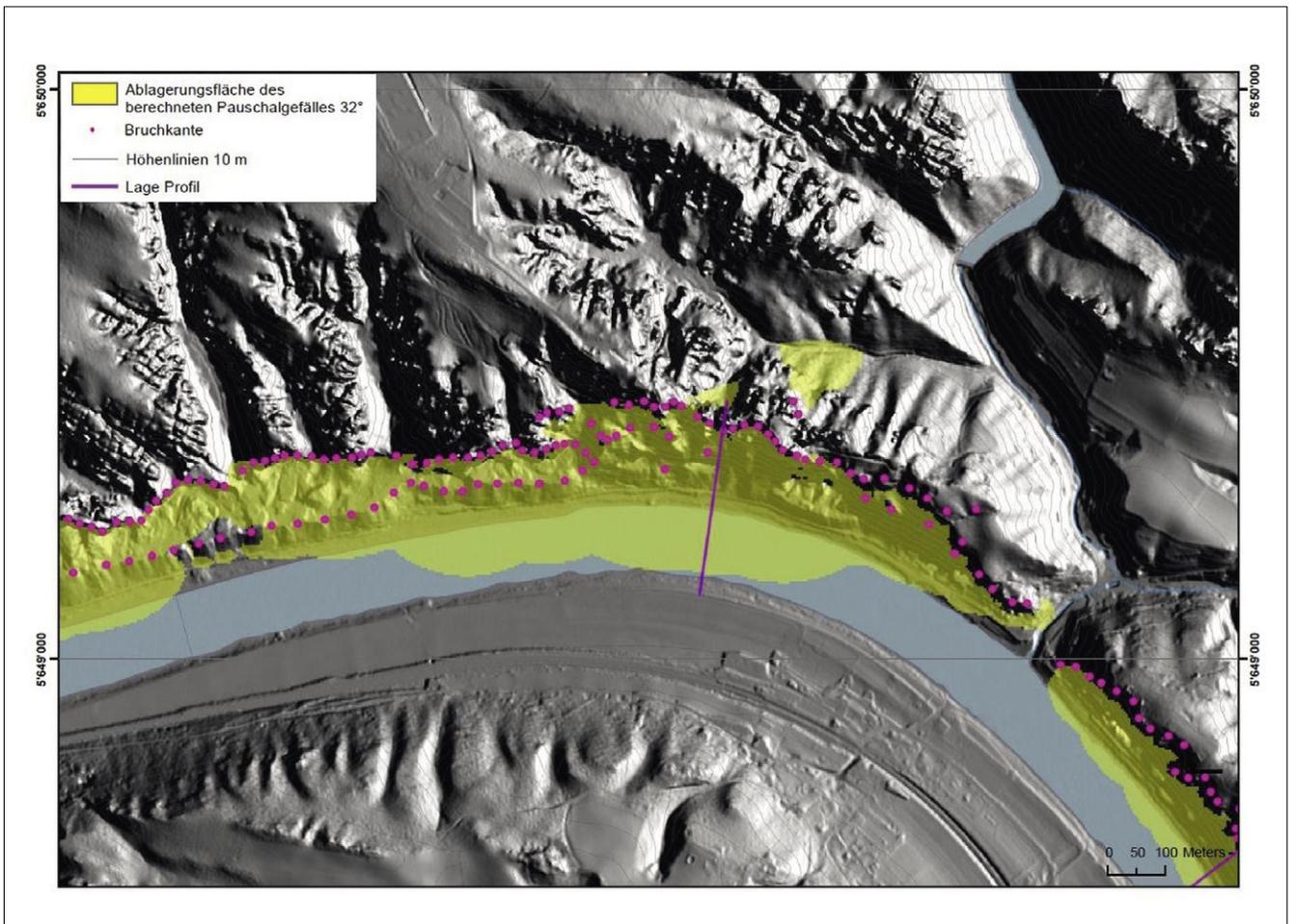


Abb. 7b: Analyse der Reichweite von Bergstürzen mittels Pauschalgefälleanalyse am Beispiel der "Weißen Brüche" im Elbsandsteingebirge.

Felsenbühne Rathen

Die Felsenbühne Rathen im Elbsandsteingebirge stellt einen sensiblen Bereich der Nutzung in einer beeindruckenden Sandsteinlandschaft dar. Hier wird schon seit den 1970er Jahren durch staatliche Ingenieurgeologen das Augenmerk auf die Sicherheit des Spielbetriebes gerichtet.

Der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen führt diese erfolgreiche Arbeit nach der politischen Wende weiter fort. In den Jahren 1993 / 1994 wurde im Bereich der Felsenbühne Rathen ein Felsüberhang aufwendig gesichert. Ab dem Jahr 1994 werden im Rahmen jährlicher Kontrollbegehungen durch das LfULG die Felsmassive im Umfeld der Felsenbühne Rathen begutachtet.

Zum besseren Verständnis der Verwitterungsprozesse im Elbsandsteingebirge wurden im Zeitraum von 2007 bis 2009 im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens intensive Untersuchungen im Umfeld der Felsenbühne Rathen durchgeführt. Die Umsetzung der Aufgabenstellung beinhaltete im Wesentlichen folgende Hauptarbeitsschritte:

- Durchführung von mineralogischen und gesteinsmechanischen Untersuchungen
- Hochauflösende Vermessung des Wehlturmassivs mittels Laserscanning



Abb. 8: Das Wehlturmassiv mit den geologischen Schichten oberhalb der Felsenbühne Rathen (LfULG/ Dommaschk)

- 3D-Modellierung des Wehlturmassivs und Entwicklung eines numerischen Berechnungsmodells zur Standsicherheitsbewertung mit dem Ziel der Ableitung einer allgemein anwendbaren Methodik zur Standsicherheitsbewertung im Elbsandsteingebirge

Dieses Projekt wurde von der TU Bergakademie Freiberg im Auftrag des LfULG realisiert. Mit dem Abschlussbericht (Konietzky et al. 2009) konnte die "Entwicklung geotechnischer Methoden und eines geomechanischen Modells zur Beurteilung der Standsicherheiten von Kreidesandsteinen bei fortschreitender Verwitterung zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit" erfolgreich abgeschlossen werden (siehe auch Abb. 8 und Abb. 9).

Mit den erzielten Ergebnissen kann der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen die weiteren ingenieurgeologischen Überwachungsarbeiten im Rahmen der jährlichen Kontrollbegehungen optimieren. Überwachungsschwerpunkte werden gegenwärtig durch ein flächenhaftes Laserscanning jährlich kontrolliert. An anderen Stellen konnten erforderliche Felsicherungsarbeiten realisiert werden, die durch das LfULG fachlich betreut wurden.

Das LfULG ist hier im Auftrag des Staatsbetriebes Sachsenforst – Nationalparkverwaltung Sächsische Schweiz tätig.

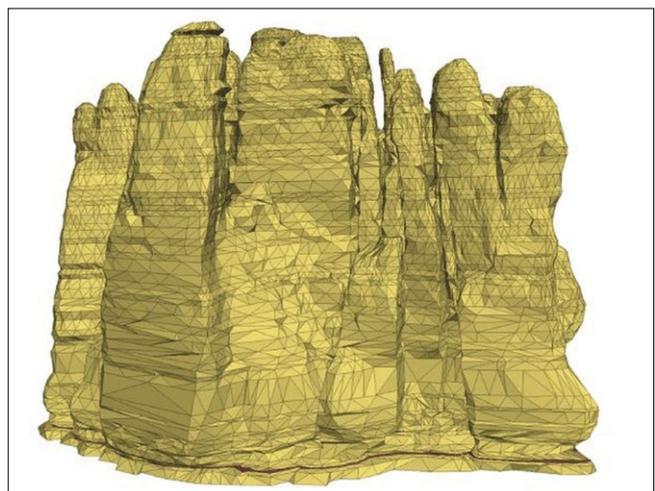


Abb. 9: 3D-Blockstruktur des Wehlturmassivs aus dem Abschlussbericht (Konietzky et al. 2009)



Abb.10: Festung Königstein mit dem Blitzzeichenplateau oberhalb des Elbtales (LfULG/ Dommaschk)

Festung Königstein

Die Festung Königstein im Elbsandsteingebirge wurde auf einem Tafelberg errichtet und ist Bestandteil einer beeindruckenden Sandsteinlandschaft (Abb. 10).

Seit der politischen Wende werden die baulichen Anlagen der Festung umfänglich saniert und einer breiten Öffentlichkeit präsentiert.

Auch hier wirken die natürlichen Verwitterungsvorgänge im Felsmassiv die für das Elbsandsteingebirge so charakteristisch sind. So kam es im Bereich der Festung Königstein in den zurückliegenden Jahren zu einzelnen Gesteinsabbrüchen (Steinschlagereignisse). Weiterhin führten Starkniederschläge zu Erosionsereignissen (Fließprozesse) sowie zu einer Hangrutschung (Rutschprozess). Die nachfolgende Abbildung 11 verdeutlicht die bisher im Ereigniskataster des LfULG erfassten Ereignisse im Umfeld der Festung.

Durch den Staatlichen Geologischen Dienst erfolgt auch hier eine fachliche Beratung und Betreuung im Rahmen jährlicher Kontrollbegehungen. Das LfULG ist dabei im Auftrag des Staatsbetriebes Sächsisches Immobilien- und Baumanagement tätig.

Bei der Feststellung von standsicherheitsrelevanten Besonderheiten im Felsmassiv werden notwendige Felssicherungsarbeiten empfohlen. Darüber hinaus erfolgt auch eine Zustandsbewertung des äußeren Festungsmauerwerks mit Vorschlägen für notwendige Sanierungsmaßnahmen. So empfehlen wir für spezielle Fragestellungen separate Baugrunduntersuchungen zu beauftragen, wie z. B. für die notwendige Errichtung einer neuen Brücke im Bereich des Patrouillenweges (siehe auch die folgende Abb. 12).



Abb. 11: Ausschnitt aus einem GIS-Projekt mit Darstellung der erfassten Ereignisse



Abb. 12: Neubau einer Brücke im Bereich des Patrouillenweges am Fuß der Festung Königstein (LfULG/ Dommaschk)

Zusammenarbeit mit Universitäten und Hochschulen

Der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen arbeitet beim Thema der geogenen Naturgefahren eng mit Universitäten und Hochschulen zusammen, um auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft agieren zu können. Im Rahmen von studentischen Qualifizierungsarbeiten konnten dabei in den zurückliegenden Jahren erfolgreich verschiedene Fragestellungen zu Massenbewegungen bearbeitet werden. Der gebietliche Fokus liegt dabei auf dem Elbsandsteingebirge. Diese studentischen Qualifizierungsarbeiten können in weitere Bearbeitungsschritte des Staatlichen Geologischen Dienstes integriert werden und dienen dem weiteren Kenntniszugewinn.

In enger Zusammenarbeit mit der Nationalparkverwaltung Sächsische Schweiz konnte für die Postelwitzer Steinbrüche im Elbsandsteingebirge durch Sandouk (2009) erfolgreich eine Felssturzkartierung mit einer Ausweisung von Gefahrenbereichen realisiert werden.

In Bereichen des Elbtales zwischen Pirna und der Landesgrenze zu Tschechien, insbesondere aber auch im Kirnitzschtal kam es in den vergangenen Jahren im Zusammenhang mit Starkniederschlägen immer wieder zu Murgängen mit zum Teil erheblichen Schäden an der Verkehrsinfrastruktur. In diesen Bereichen arbeitet der Staatliche Geologische Dienst in Sachsen sehr eng mit

dem Landesamt für Straßenbau und Verkehr und dem Landratsamt Sächsische Schweiz-Osterzgebirge zusammen. Hier wurden in den vergangenen Jahren mehrere Gefährdungseinschätzungen im Zusammenhang mit Massenbewegungsereignissen (Sturz- und Fließprozesse) erarbeitet.

Aufgrund einer Häufung der Massenbewegungsereignisse im Kirnitzschtal ergibt sich die Notwendigkeit diese Prozesse besser zu verstehen und um präventive Maßnahmen ergreifen zu können. So konnten in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg für das Kirnitzschtal in einer aktuellen Masterarbeit (Müller 2021) erste erfolgreiche Ergebnisse für eine Gefährdungsanalyse von Murgängen im Zusammenhang mit Starkniederschlagsereignissen erzielt werden.

Ebenfalls in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg ist das LfULG Fachpartner in einem grenzübergreifenden Projekt "Georisks – Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem für Georisiken im Elbsandsteingebirge". Im Rahmen dieses Projektes konnten durch die Arbeiten von Franz (2019), Schaffer (2020) und Thormeier (2021) für Spezialfragen der Standsicherheit von Sandsteinfelsen erste erfolgreiche Ergebnisse erzielt werden.



An diesem Projekt sind neben dem Staatlichen Geologischen Dienst in Sachsen, das Landesamt für Straßenbau und Verkehr und das Landratsamt Sächsische Schweiz-Osterzgebirge fachlich beteiligt. Auch hier ist es das Ziel, mit den Projektergebnissen die geogenen Naturgefahren im Kirnitzschtal besser zu verstehen und präventive Maßnahmen zum Schutz der Verkehrsinfrastruktur ergreifen zu können.

Abb. 13: Startseite für das EU-Projekt "Georisks – Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem für Georisiken im Elbsandsteingebirge"; Zugriff am: 17. September 2021.

Literatur

Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Geologie (2016): Gefahrenhinweiskarten geogener Naturgefahren in Deutschland – ein Leitfaden der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD). – Geol. Jb., A 164: 88 S., Hannover

BauGB (2021): Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 2939) geändert worden ist.

Franz, L.-S. (2019): Untersuchungen mit PFC2D zu möglichem Felsversagen aufgrund von Wurzelndruck und Windbelastung auf Bäume am Beispiel der Postelwitzer Wände. – TU Bergakademie Freiberg, unveröffentlichte Masterarbeit.

Graf, K. & Salz, M. (2015): Verklauungsgefahr der Elbe. – Schriftenreihe des LFULG, 2015, 77 S., Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

INSPIRE (2007): Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft. – Amtsblatt der Europäischen Union, L 108/1–14.

Konietzky, H.; Herbst, M.; Martienßen, T. & Götz, J.-U. (2009): Entwicklung geotechnischer Methoden und eines geomechanischen Modells zur Beurteilung der Standsicherheiten von Kreidesandsteinen bei fortschreitender Verwitterung zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, unveröffentlichter Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 104 S.

Landesentwicklungsplan Sachsen (LEP) (2013): Landesentwicklungsplan in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. August 2013 (Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt 11/2013).

Migalk, A. & Tschapek, M. (2017): Verkarstungsphänomene im Freistaat Sachsen. Charakterisierung raumplanungsrelevanter Geofahren im Freistaat Sachsen Aushaltung subrosionsgefährdeter Bereiche im Freistaat Sachsen auf der Grundlage der Verbreitung karstgefährdeter Gesteine (Karbonate, Sulfate, Chloride) unterschiedlichen Alters – Schriftenreihe des LFULG, Heft 12/2017, 52 S.; Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Müller, E. (2021): GIS-gestützte, statistische Gefährdungsanalyse von Murgängen im Kirnitzschal / Sächsische Schweiz. – TU Bergakademie Freiberg, unveröffentlichte Masterarbeit.

Sandouk, N. A. (2009): Felssturzkartierung und Klassifikation der Postelwitzer Steinbrüche (Sachsen). – RWTH Aachen University, unveröffentlichte Diplomkartierung.

Schäffer, J. (2020): Ingenieurgeologische Erfassung der Gansbrüche bei Pötzscha (Elbsandsteingebirge). – TU Bergakademie Freiberg, unveröffentlichte Bachelorarbeit.

Thormeier, S. (2021): Ingenieurgeologische Untersuchungen und Stabilitätsberechnungen im Bereich Rauenstein (Elbsandsteingebirge). – TU Bergakademie Freiberg, unveröffentlichte Masterarbeit.

UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1993): Multilingual Landslide Glossary. – The International Geotechnical Societies; Richmond, Kanada.

Geologie in der Infrastrukturplanung am Beispiel der Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden-Prag

Lisa Thiele¹, Sabine Kulikov²

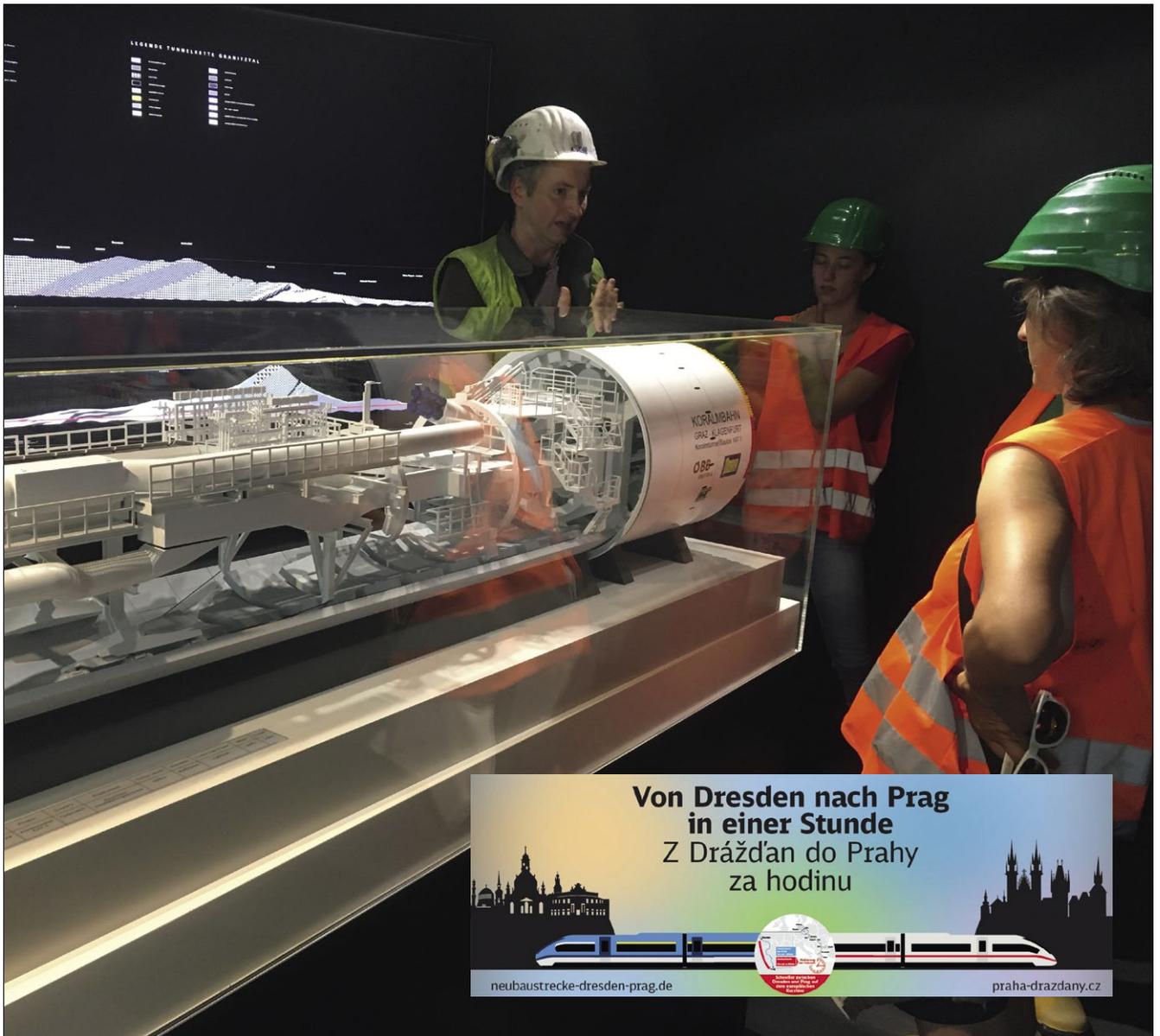
Sachsen als Vorreiter für die Neubaustrecke

Als vor 150 Jahren die Geologische Landesuntersuchung des Königreichs Sachsen bzw. später der Staatliche Geologische Dienst Sachsen (SGD) gegründet wurde, entstand in Sachsen gerade ein weit verzweigtes, sich schnell entwickelndes Eisenbahnnetz. Diese gewaltige Infrastrukturaufgabe für das damalige Königreich Sachsen erforderte komplexes geologisches Wissen zum Untergrund, zur Versorgung mit den notwendigen Rohstoffen und zur Beurteilung von Geofahren. Somit stehen der Auftrag einer geologischen Kartierung für Gesamtsachsen und die Geburtsstunde des geologischen Dienstes, mit einem starken Anwendungsbezug für die Infrastrukturplanung, in engem Sachzusammenhang.

Heute kann der Sächsische Geologische Dienst, mit der Begleitung der geologischen Grundlagenermittlung für die Eisenbahnneubaustrecke Dresden – Prag, an seine einstigen Ursprünge anknüpfen. Die Eisenbahnneubaustrecke zwischen Dresden und Prag ist eines der aktuell bedeutendsten Vorhaben der Deutschen Bahn. Sie ist Teil des Orient/East-Med Korridors, der zu den neun Kernnetzkorridoren des Transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-V) gehört (Abb. 1a) und Mitteleuropa mit den maritimen Schnittstellen – Nord- und Ostsee als auch Schwarzes Meer und Mittelmeer – verbinden soll. Im Abschnitt zwischen Pirna und Ústí nad Labem verläuft der Eisenbahnverkehr aktuell im Elbtal, das ein Nadelöhr in diesem wichtigen Verbindungskorridor (Abb. 1b) darstellt.

¹ Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Ref. Ingenieurgeologie, Lisa.Thiele@smekul.sachsen.de

² Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr



Der geologische Dienst Sachsens als Wegbereiter und Wegbegleiter für den längsten Eisenbahntunnel Deutschlands (LfULG/ Unger), Werbebanner (DB Netz AG/EVTZ)

Nach einer Vielzahl von Vorleistungen des Freistaates Sachsen für eine alternative Trassenführung als Tunnel durch das Osterzgebirge, war letztendlich die Vorplanungsstudie (Krebs+Kiefer et al. 2015) unter Beteiligung des SGD ausschlaggebend für die Übernahme des Vorhabens in den Vordringlichen Bedarf des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) in 2017.

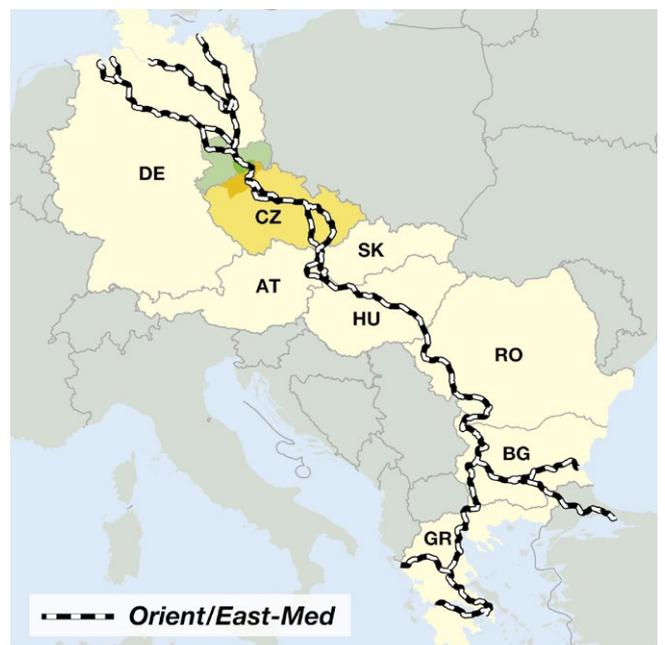


Abb. 1a: Der Kernnetzkorridor Orient/East-Med



Abb. 1b: Streckenverlauf der aktuellen Bestandsstrecke (schwarz) und der Variante der Vorplanungsstudie (rot). (SMWA 2021)

2018 erging der Planungsauftrag vom Bundesverkehrsministerium an die DB Netz AG. Nach Abschluss des Raumordnungsverfahrens im Sommer 2020 begann die DB Netz AG mit der Erkundung im Rahmen der geologischen Grundlagenermittlung und Vorplanung, die Ende 2024 abgeschlossen sein soll. Der Staatliche Geologische Dienst des Freistaates Sachsen (SGD) des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LFULG) steht dem Projektteam der DB Netz AG und dessen Planern und Gutachtern dabei kompetent mit seinen Erfahrungen zur Seite.

Seit 2011 arbeitete der SGD intensiv mit dem Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) im Rahmen von Vorstudien, der Grundlagenermittlung sowie in EU-finanzierten Projekten zusammen. Nähere Angaben zu den Aktivitäten des Freistaates Sachsen können unter <http://www.nbs.sachsen.de> abgerufen werden.

Eine Herausforderung dieses grenzüberschreitenden Projektes ist ein abgestimmtes Vorgehen der beiden Länder Tschechien und Deutschland in allen Fachbereichen. Wichtiger Meilenstein war deshalb 2016 die Gründung des europäischen Verbundes für territoriale Zusammenarbeit (EVTZ) für die Neubaustrecke als zwischenstaatliche Organisation mit dem Ziel der grenzübergreifenden unterstützenden Tätigkeit für die Realisierung dieses Großprojektes. Kooperationspartner sind die beiden Infrastrukturbetreiber DB Netz AG und Správa Železnic sowie die staatlichen geologischen Dienste.

Erste Erfahrungen diesbezüglich konnten im Rahmen des im Januar 2020 abgeschlossenen INTERREG Va- Projektes „Grenz-überschreitende Zusammenarbeit zur Entwicklung des Eisenbahnverkehrs Sachsen–Tschechien“ gesammelt werden. Da ein > 25 km langer, grenzüberschreitender Tunnel Kernelement der Strecke ist, sind geologische Belange von ganz besonders hoher Bedeutung. Die Region, durch die die Trasse führen soll, ist geologisch und tektonisch hoch komplex. Die Trasse durchfährt in ihrem Verlauf, z.T. auf engem Raum, zahlreiche Gesteine mit unterschiedlichen petrographischen und geotechnischen Eigen-

schaften. Des Weiteren werden einige regional bedeutende Störungszonen gequert, was enorme Auswirkungen auf den Bau und Unterhalt des Tunnels haben kann. Im Vorfeld sind ein hoher Erkundungsaufwand und eine intensive Archivrecherche erforderlich.

Die Chronologie der Einbeziehung des SGD in die Grundlagen-ermittlung dieses europäischen Verkehrsvorhabens ist historisches Zeugnis der Leistungsfähigkeit der staatlichen Geologen und Plädoyer für eine zukünftige enge Zusammenarbeit in infrastrukturellen Fragen.

Datenrecherche und erste Expertise zur geologischen Situation (2012)

Im Rahmen der Zuarbeit fachlich relevanter Informationen aus dem Bereich Geologie für die vorbereitenden Untersuchungen durch die Schübler-Plan IgmbH erfolgte 2012 eine erste geologische Übersichtsdarstellung für den damals betrachteten Trassenkorridor (Abb. 2, weiß schraffiert). Dabei wurden erstmals drei Bereiche mit komplizierten geologischen Verhältnissen für den Tunnelbau ausgewiesen, in denen mit Wasserzuflüssen und wenig stabilen Gebirgsverhältnissen zu rechnen ist (Abb. 2). Diese Bereiche wurden näher beschrieben und auf einen erhöhten Erkundungsbedarf und notwendige Untersuchungen hingewiesen.

Die Expertise erfolgte auf der Grundlage von 2D-Daten (Karten und Schnitte) und regionalen Kenntnissen. Ebenfalls betrachtet wurden rohstoffgeologische Nutzungskonflikte, um Flächen mit abbauwürdigen Rohstoffvorkommen nicht zu zerschneiden.

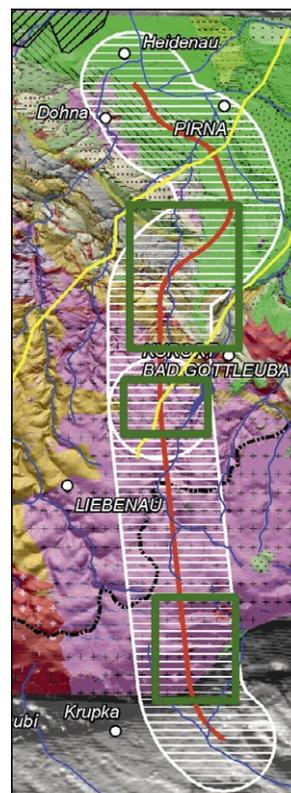


Abb. 2: Erste Ausweisung von Bereichen mit komplizierten geologischen Verhältnissen (grün) im Verlauf der geplanten Tunneltrasse der Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden-Prag (rot) (Stand 2012).

- 1 – Elbtalschiefergebirge,
- 2 – Struktur Börnersdorf,
- 3 – Erzgebirgsabbruch

(Untersuchungskorridor (weiß schraffiert) im Umfeld des Trassenvorschlages von 2012 (rot) LFULG 2012).

Geologische und geophysikalische Untersuchungen an der Struktur Börnersdorf im Rahmen der geologischen Grundlagenermittlung für das SMWA (2011, 2014-2019)

Im Zuge der landesweiten hydrogeologischen Kartierung wurden durch den SGD alle verfügbaren Bohrungen bis 200 m Tiefe aufgearbeitet. Dabei wurden im Osterzgebirge zwischen den Ortschaften Bad Gottleuba und Börnersdorf drei Wismut-Bohrungen von 1966 gefunden (Abb. 3), die mächtige kretazische Mergel (grün) und teilweise auch Sandsteine (orange) innerhalb der proterozoischen Gneise (rosa) angetroffen hatten. Aus geologischen Karten waren in diesem Gebiet keine Kreidenvorkommen bekannt und auch Geländebegehungen ergaben keine Hinweise auf eine Kreideverbreitung.

Zur Klärung der geologischen Entstehung dieser Struktur wurden seit 2011 mehrere Untersuchungsetappen mit unterschiedlichen Erkundungsmethoden veranlasst. Mit Rammkernsondierungen und verschiedenen begleitenden geophysikalischen Untersuchungen innerhalb und außerhalb der Struktur

wurden neue Erkenntnisse gewonnen. Die Struktur hat einen Durchmesser von ca. 500 x 600 m und ist etwa 250-300 m tief. Sie wird durch mehrere zum Zentrum einfallende Störungen begrenzt. Diese sind mit geophysikalischen Methoden erfasst und bereits in KRENTZ, et al. (2015) ausführlich beschrieben worden. 2016 bis 2019 wurden im Rahmen der geologischen Grundlagenermittlung für das SMWA (in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg (TU BAF)) weitere tiefenseismische Untersuchungen im Umfeld der Struktur durchgeführt, um Hinweise auf deren Genese und die Lage der begleitenden Störungen zu erhalten. Eine Klärung der Entstehung der Struktur, deren Geometrie, Geologie und Tektonik sowie deren Charakterisierung bezüglich Gebirgsverhalten und Auswirkung auf den Tunnelbau erfolgt im Rahmen des Erkundungsprogramms der DB Netz AG in Zusammenarbeit mit deren Gutachtern und dem LfULG.

EU-Studie „Planungsdienstleistungen für die Neubau-Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke Dresden-Prag“ des SMWA (2014-2015)

Für die Studie wurde ein FuE-Projekt (Forschung und Entwicklung) initiiert und vom SMWA über EU-Mittel finanziert. Inhalt dieser Projektarbeiten, die durch die TU Bergakademie Freiberg erfolgten und durch das LfULG begleitet und betreut wurden, waren:

- umfangreiche geophysikalische Untersuchungen an der als geotechnisch kompliziert eingestuften Struktur Börnersdorf
- Gefährdungen durch Massenbewegungen/unterirdische Hohlräume,
- Untersuchungen zu rohstoffgeologischen Nutzungskonflikten und materialwirtschaftliche Betrachtungen zur Nutzung bestehender Tagebaue für eine Deponierung von Massenüberschüssen,

- Literaturrecherche zu Gesteinskennwerten und erste geomechanische Laboruntersuchungen an ausgewählten Gesteinen im Korridorbereich,
- Erarbeitung eines geologischen 3D-Modells auf der Grundlage von Bohrungsdaten, geologischen Karten und Schnitten.

Durch die intensive Einbeziehung des LfULG und die permanente interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren (SMWA, Planer, LfULG, TU BAF) konnten die Ergebnisse der gesamten geowissenschaftlichen Untersuchungen sowie die Erkenntnisse aus dem geologischen 3D-Modell entlang des Trassenkorridors (Abb. 4a) in den laufenden Planungsprozess einbezogen und die Trassenführung entsprechend der Empfehlung des Geologischen Dienstes in Lage und Höhe angepasst werden (Abb. 4b, c). Dadurch wurde ein wertvoller Beitrag geleistet, um die Aufnahme in den Bundesverkehrswegeplan zu ermöglichen.

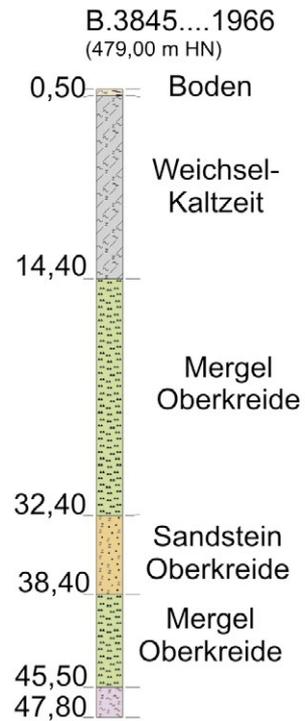
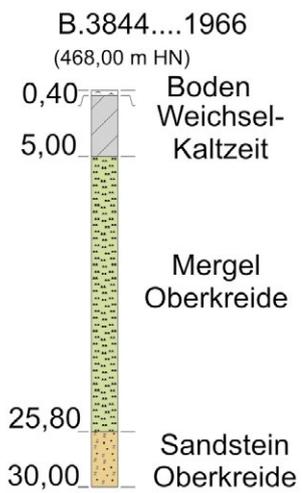
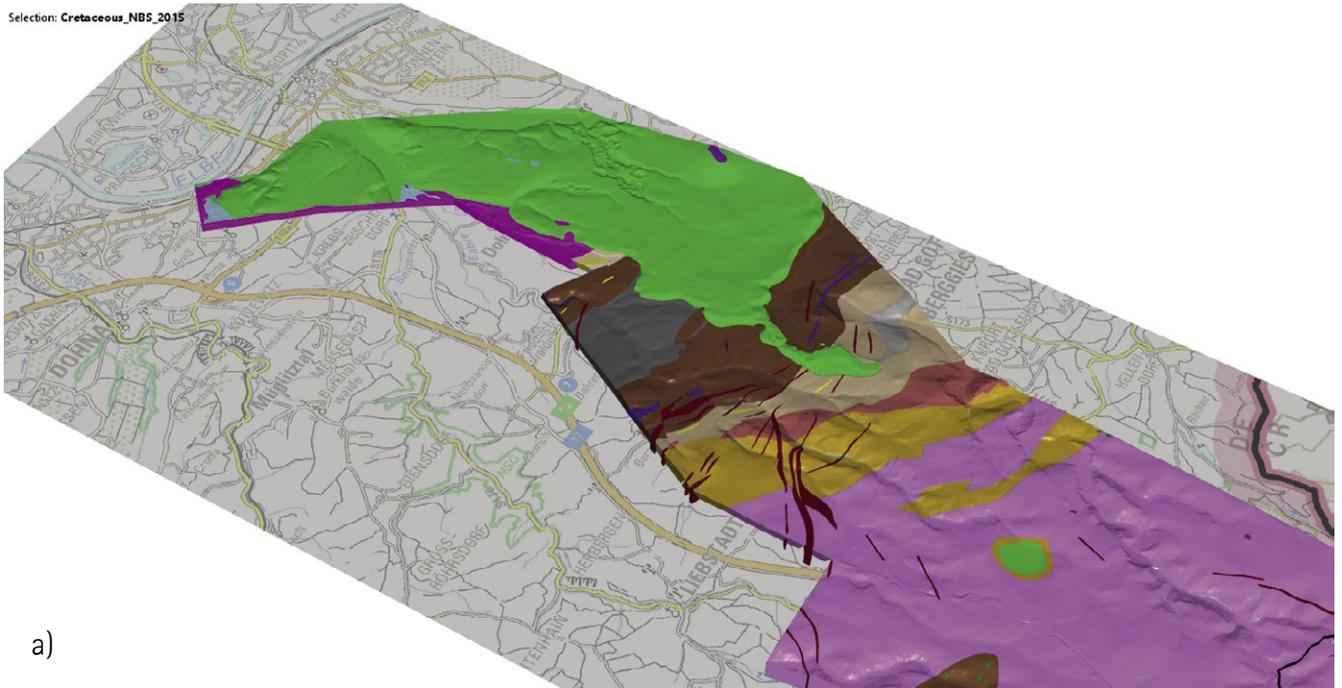


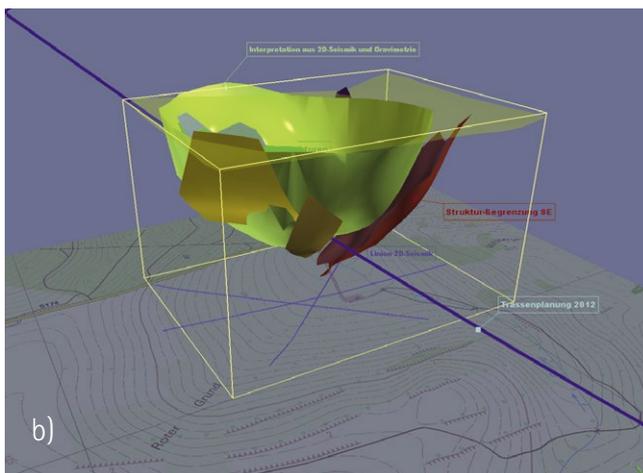
Abb. 3: Kartenausschnitt mit geophysikalischen Untersuchungen zwischen 2011 und 2017 (lila), Außenlinien des Gesamtuntersuchungskorridors der Vorplanung der DB Netz AG (schwarz), - Verbreitung der Struktur Börnerdorf (grün), Lage der Bohrungen der Wismut AG von 1966 (rot).

Bilder unten: Schichtenverzeichnisse der auf der Karte oben markierten Wismut-Bohrungen 3844/1966 und 3845/1966.

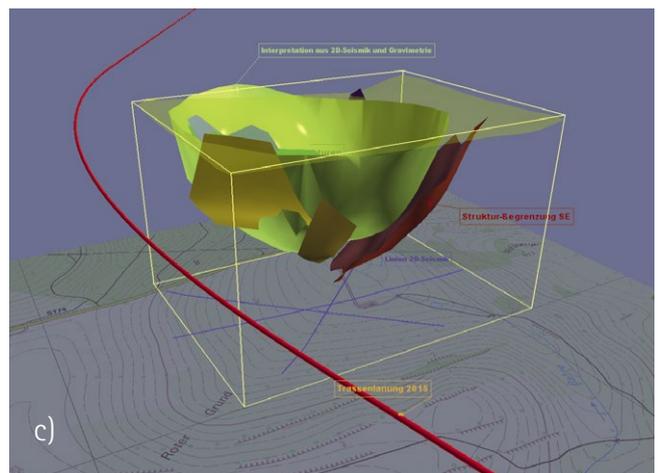
Selection: Cretaceous_NBS_2015



a)



b)



c)

Abb. 4: a) Geologisches 3D-Modell im Betrachtungskorridor mit 3D-Modell der Struktur Börnersdorf. (b, c) Der ehemals geplante Trassenverlauf (b) blaue Linie) wurde auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse des FuE-Projektes 2015 nach Westen verlegt, so dass die Struktur Börnersdorf umgangen wird (c) rote Linie). (Krentz et al. 2015)

INTERREG Va-Projekt „Grenzüberschreitende Zusammenarbeit bei der Entwicklung des Eisenbahnverkehrs Sachsen – Tschechien“ (2017-2020)

In Anbetracht der Interessensbekundung Sachsens und Tschechiens durch die Gründung des EVTZ (Europäischer Verbund für territoriale Zusammenarbeit) an dem Infrastrukturprojekt Eisenbahnneubaustrecke Dresden–Prag festzuhalten, wurde im Anschluss an die EU-Studie von 2014/2015 das INTERREG Va-Projekt (Grenzüberschreitende Zusammenarbeit zur Entwicklung des Eisenbahnverkehrs Sachsen–Tschechien) bei der Sächsischen Aufbaubank (SAB) beantragt, an dem auch die geologischen Dienste in Sachsen und Tschechien beteiligt wurden. Das gemeinsame Untersuchungsgebiet (Abb. 5a) beschränkte sich auf den grenznahen Raum, um insbesondere geologische und tektonische Strukturen grenzüberschreitend betrachten zu können.

Zielstellung der Arbeitsgruppe Geologie war es, mittels geologischer und geophysikalischer Methoden eine Erweiterung des

Kenntnisstands zur geologischen Situation zu ermöglichen, wobei der Schwerpunkt auf dem Erkennen geologischer/geotechnischer Problembereiche im Untersuchungsgebiet lag. Durch die Kombination unterschiedlicher geophysikalischer Untersuchungsmethoden gekoppelt mit Kartierungsarbeiten und einer intensiven Literaturrecherche wurde eine abgestimmte, vereinheitlichte Darstellung der geologischen und tektonischen Situation im Grenzgebiet erreicht.

Ein Ergebnis war dabei die Herausarbeitung der Störungszone Petrovice–Döbra als risikoreiche Problemzone auf deutschem Gebiet. Sie ist eine mehrere 100m mächtige Störungszone, die sich als Fortsetzung der Störungszone von Schlottwitz bis auf tschechisches Gebiet erstreckt.

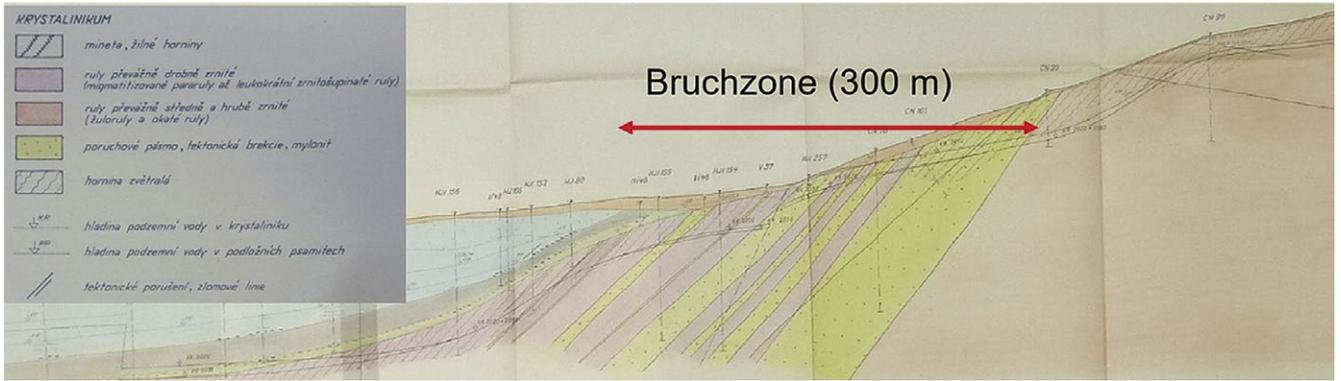


Abb. 5 a) Untersuchungsgebiet des INTERREG Va-Projektes zwischen Börnersdorf (DE) und Chlumeč (CZ), (Thiele et al. 2021). 5b) Geländearbeit der staatlichen Geologen (LfULG/ Kulikov)

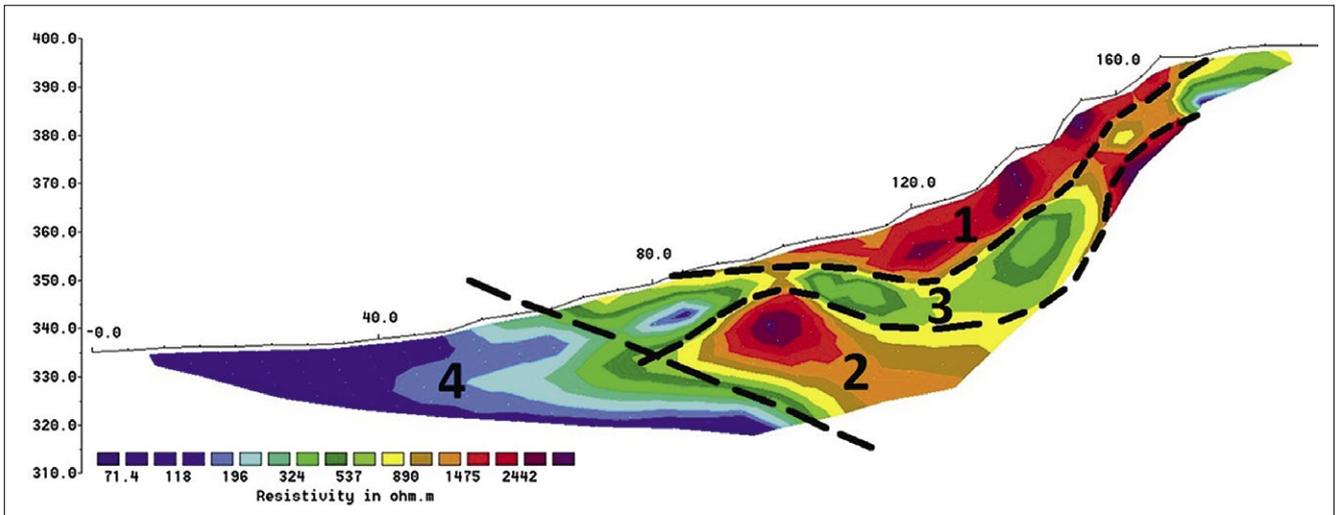
Ein Hauptanliegen der grenzübergreifenden Abstimmung zum Vorgehen bei der Grundlagenermittlung war die harmonisierte Visualisierung der Ergebnisse als Grundlage für die zukünftigen Planungen der Vorhabenträger. Wesentliches Ergebnis der gemeinsamen Arbeit und Basis sowohl für das geologische 3D-Modell als auch die Karte der geologischen/geotechnischen Problemzonen war dabei die Erarbeitung einer grenzüberschreitenden zweisprachigen geologischen Karte.

Für die Ausweisung potentieller geologischer/geotechnischer Risikobereiche, sogenannter Bereiche mit erhöhtem geotechnischem Aufwand, wurden diese wie folgt definiert:

a)



b)



c)



Abb. 6: a) geologisches Profil durch den Erzgebirgsabbruch bei Jezeří (CZ). b) geoelektrisches Profil am Erzgebirgsabbruch mit vermutetem Kriechhang. (Kulikov et al. 2019)
c) Wasserzuflüsse über Störungssysteme in einem Stollen bei Jezeří. (Kulikov et al. 2019)

- Bruchzonen, bei denen Stabilitätsprobleme aufgrund massiver tektonischer Prozesse auftreten können. Bekannte Erscheinungen sind tiefreichende Rutschungszonen und Kriechprozesse. Solche rutschungsgefährdeten Schwächezonen konnten mittels geophysikalischer Untersuchungen am Erzgebirgsabhang lokalisiert werden (Abb. 6)
- Vulkanische Strukturen mit zu erwartender komplizierter hydrogeologischer Situation und der Gefahr schwer beherrschbarer Instabilitäten (Kollaps), insbesondere auf tschechischer Seite (Abb. 7)
- Überregionale Störungszonen, die durch massive Wasserzuflüsse über Kluftsysteme gekennzeichnet sein können. (Abb. 6c)

Die lokalisierten potentiellen Geofahrenbereiche sowie die seit 2012 identifizierten geotechnischen Problembereiche wurden in einer Karte (Abb. 8) zusammengefasst. Diese wurde im Rahmen der Zuarbeiten zum Raumordnungsverfahren 2019-2020 anhand des fortgeschrittenen Erkenntnisstandes stärker detailliert und konkretisiert.

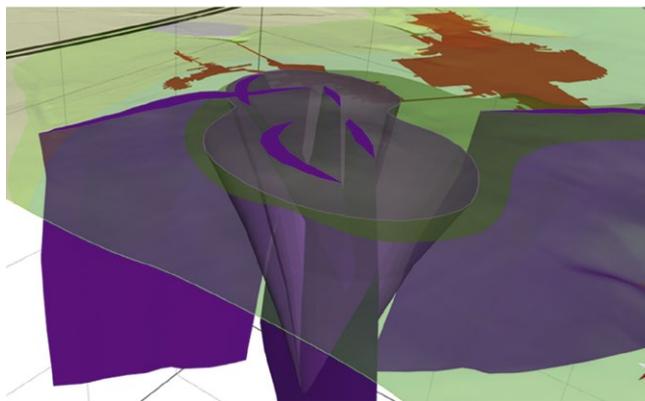


Abb. 7) 3D-Modell einer vulkanischen Struktur (Diatreme, Maare)

Graphisches Datenmanagement mit GIS (geografisches Informationssystem)

Digitale Arbeitsgrundlage zur Visualisierung und Bearbeitung verschiedener thematischer Fragestellungen innerhalb des NBS-Projektes war das GIS. Mittels GIS-Software werden standortbezogene Daten erfasst, dargestellt, bearbeitet und analysiert. Das ermöglicht die Visualisierung, Strukturierung, Auswertung und Interpretation von Fachinhalten sowie die Archivierung der

in den einzelnen Bearbeitungsetappen erzielten Ergebnisse und bildet die Basis für die Erstellung thematischer geologischer Karten. So konnten fortlaufend neue Informationen verschiedener thematischer Inhalte eingepflegt und berücksichtigt sowie eine fortwährende Aktualisierung auf dem neuesten Kenntnisstand garantiert werden.

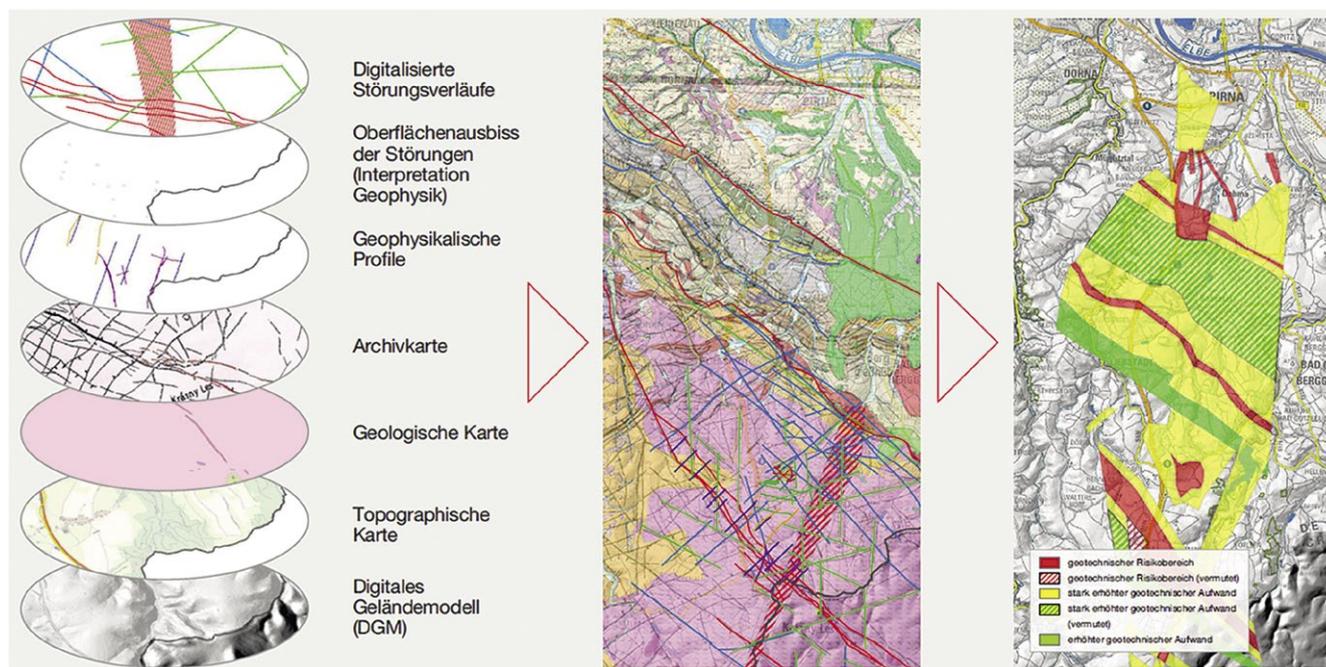


Abb. 8: Vorgehen bei der Erstellung der Karte der geotechnischen Problemzonen. Links: Darstellung der Eingangsdaten als einzelne Layer, Mitte: Karte aus allen übereinandergelegten Layern, Rechts: Ableitung der geotechnischen Problemzonen. (EVTZ 2020a)

Das Übereinanderlegen verschiedener Themeninhalte in einer Karte und deren zeitgleiche Betrachtung ermöglichten z.B. die Erarbeitung der Karte der geologischen/ geotechnischen Prob-

lemzonen. Die Geodatenhaltung im GIS ist auch die Grundvoraussetzung für die Entwicklung des geologischen 3D-Raummodells.

Erarbeitung des grenzüberschreitenden geologischen 3D-Modells

Um ein geologisches 3D-Modell zu erstellen, werden sehr unterschiedliche Eingangsdaten (Abb. 9) – wie geologische Karten, Profilschnitte, Bohrungen, geophysikalische Karten sowie Profile und digitale Geländemodelle unter Nutzung spezieller 3D Software gemeinsam dargestellt und zur Modellierung einheit-

licher geologischer Strukturen wie z.B. Schichtgrenzen genutzt (Abb. 10). Das geologische 3D-Modell der Eisenbahnneubaustrecke Dresden – Prag besteht aus sogenannten „Fliegenden Teppichen“. Diese repräsentieren geologische Objekte im Untergrund, d.h. geologische Grenzflächen oder Störungen.

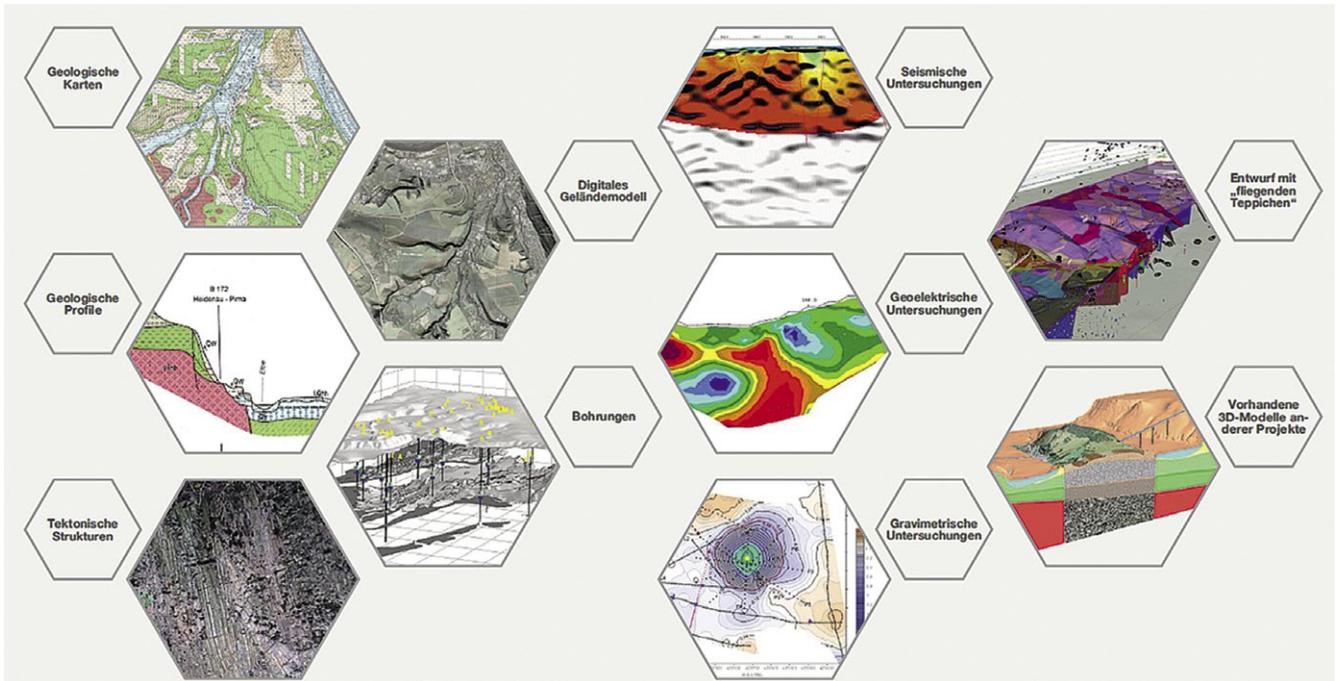


Abb. 9: Auswahl an Eingangsdaten für das geologische 3D-Modell. (EVTZ 2020c)

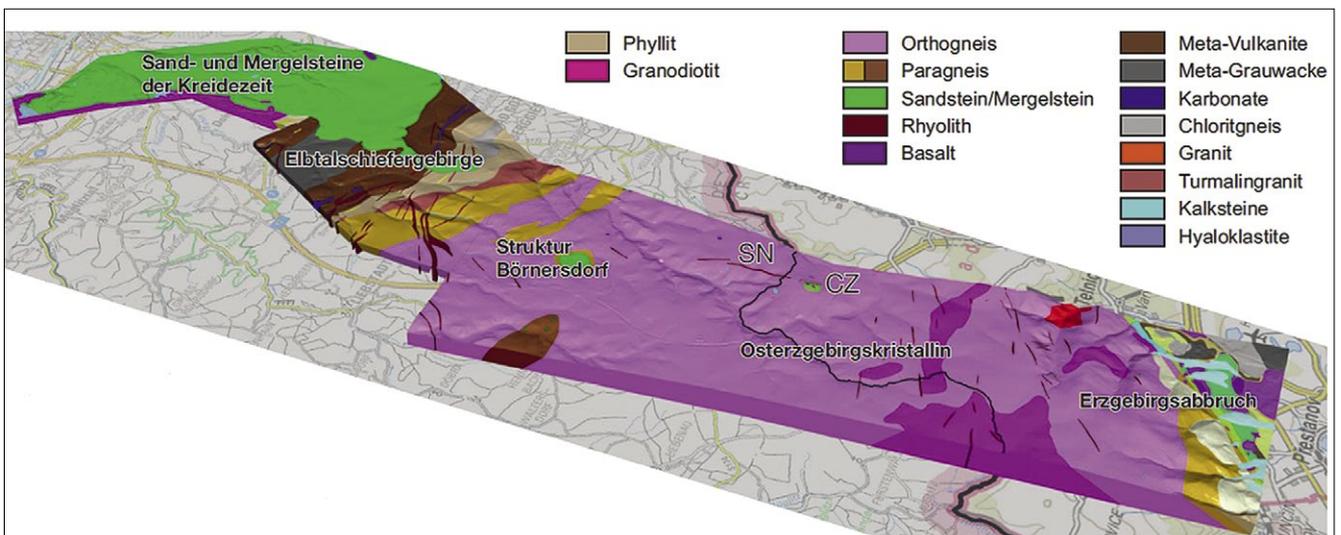


Abb. 10: geologisches 3D-Modell der Eisenbahnneubaustrecke Dresden-Prag (Unger et al. 2020).

Für die Erarbeitung des grenzüberschreitenden 3D-Modells wurde das auf sächsischer Seite bestehende zugrunde gelegt und auf tschechischer Seite bis zum Tunnelportal am Erzgebirgsfuß erweitert: In dieses Modell flossen sämtliche im Projekt

erarbeiteten Ergebnisse beider geologischen Dienste ein. Alle geologischen Strukturen im Grenzraum wurden abgestimmt, so dass für nachfolgende Planungsprozesse ein homogenes, grenzübergreifendes Raummodell zur Verfügung steht.

Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen

Im Rahmen der geologischen Grundlagenermittlung konnten mehrere wissenschaftliche Arbeiten an Universitäten vergeben werden, die zum Teil wichtige Ergebnisse für nachfolgende Planungsetappen brachten:

- Geophysikalische Untersuchungen an der Struktur Börnnersdorf (2011–2018), TU BAF
- Geologisches 3-D-Modell und Studienarbeit Geotechnik (2015), TU BAF
- Komplexpraktikum der TU Berlin mit mineralogischen, geophysikalischen und hydrogeologischen Auswertungen (2018)
- Masterarbeit zur Anisotropie von Abrasivität und Petrographie von Gneisen (2019), die ergab, dass der Quarzgehalt und die Korngröße der Rekrystallisate keinen Einfluss auf den Cerchar-Abrasivitätsindex haben, die Abrasivität jedoch von der Anzahl der Lagenwechsel und der Mächtigkeit der einzelnen Lagen beeinflusst wird (Abb. 11).

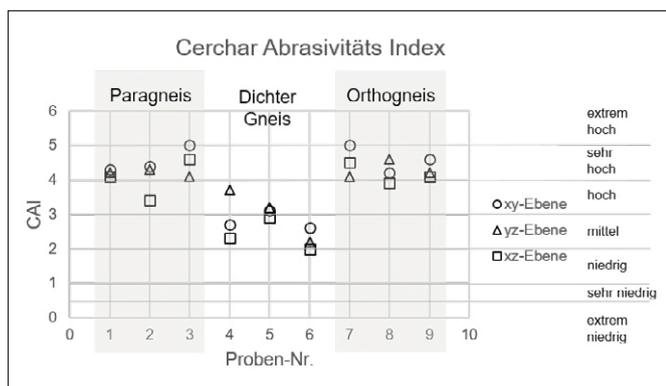


Abb. 11: Ergebnisse der Cerchar-Abrasivitätsversuche. (Thiele 2019)

Planungsetappen der Eisenbahnneubaustrecke

Die Planung der NBS gliedert sich in mehrere Etappen. Erster Schritt war ein Raumordnungsverfahren (ROV), bei dem sieben Trassenvarianten auf ihre Vereinbarkeit mit den Zielen, Grundsätzen und sonstigen Erfordernissen der Raumordnung geprüft wurden (2019–2020). Die Grundlagen für die geologischen Unterlagen zum Verfahren wurden auf Basis der Ergebnisse des INTERREG Va-Projektes vom LfULG zur Verfügung gestellt.

Im August 2020 wurde das ROV abgeschlossen und der DB Netz die Raumordnerische Beurteilung übergeben. Die Eisenbahnneubaustrecke Dresden – Prag wurde mit Maßgaben als umsetzbar eingeschätzt. Mit Abschluss des ROV wurden für die DB Netz die rechtlichen Grundlagen für die aktuell laufende Phase

- Masterarbeit zum hydrogeologischen Modell im Umfeld des Trassenkorridors des Erzgebirgsbasistunnels im Einflussbereich der Talsperre Gottleuba (2020), die sowohl eine Nassstellenkartierung als auch die Betrachtung hydrogeochemischer Einflüsse beinhaltet.

Alle maßgeblichen Ergebnisse bis 2020 wurden in der Schriftenreihe des LfULG (Heft 4/2021) veröffentlicht (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37106>).



Abb. 12: Zusammenfassung der Ergebnisse der geologischen Grundlagenermittlung des geologischen Dienstes Sachsen 2011–2020 in der Schriftenreihe des LfULG 04/2021. (Thiele et al. 2021)

der Grundlagenermittlung und Vorplanung geschaffen. Im Rahmen dieser bis 2024 andauernden Arbeiten sollen zwei Korridore (Abb. 13) vertieft untersucht und je Korridor eine Trassenvariante entwickelt werden, aus denen dann eine Vorzugsvariante bestimmt wird. Der Trassenverlauf in Grenznähe ist aufgrund des von tschechischer Seite bereits feststehenden Grenzübertrittskorridors weitgehend vorgegeben.

Die Vorzugsvariante wird nach Abschluss der Vorplanung zur parlamentarischen Befassung den Regierungen beider Länder vorgelegt. Danach wird entschieden, ob und wie das Bauvorhaben umgesetzt wird. Im Anschluss an diesen wichtigen Planungsschritt erfolgt die Erarbeitung der Entwurfs- und Genehmigungsplanung.

Erkundungsarbeiten im Rahmen der Vorplanung

Bohrkampagne 1 – im gemeinsamen Planungsraum (2019-2021)

Von Beginn an war das LFULG beratend bei der Festlegung der Bohrersatzpunkte beteiligt. Die erste Kampagne zielte auf die Erkundung und Charakterisierung der in der Karte der geotechnischen Problemzonen ausgewiesenen Störungsbereiche ab, da in

diesen Zonen mit erhöhten geotechnischen Aufwendungen für den Tunnelbau gerechnet wurde. Mit Hilfe des geologischen 3D-Modells konnten Lage und Einfallrichtung/-winkel gezielt an diesen neuralgischen Punkten platziert werden (Abb. 13).

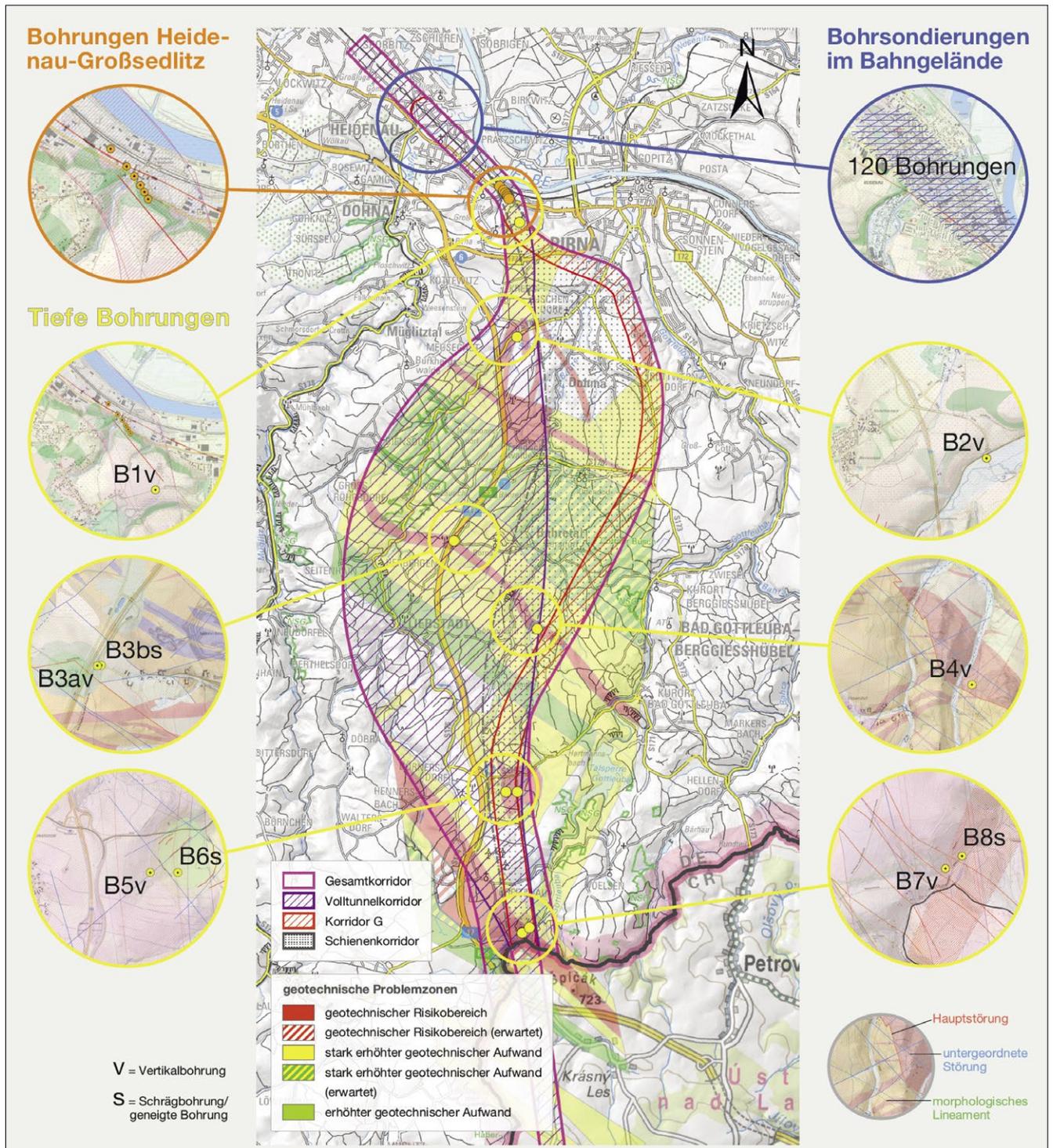


Abb. 13: Karte der geotechnischen Problembereiche mit Bohrersatzpunkten (gelbe & orange Punkte) der 1. Bohrkampagne der DB Netz AG. Geologische Situation im Bereich der Bohrungen in den gelben Kreisen. (EVTZ 2020b)

Die Bohrarbeiten dieser Kampagne begannen im Sommer 2020 am Barockgarten Großsedlitz (B1v) sowie an der Mittelsächsischen Störung (B3s, B3v). Zeitgleich wurden flachere Bohrungen am geplanten Tunnelportal im Bereich Heidenau abgeteuft. Im Frühjahr 2021 wurden die Bohrungen im Gottleubatal (B7v, B8s) abgeschlossen. Von besonderem Interesse waren die Bohrungen an der Struktur Börnersdorf, die die Klärung der Genese der

Struktur ermöglichten. Sie erreichten Tiefen bis ca. 400 m. Gemeinsam mit Experten des LfULG wurden die Bohrkerne von Dienstleistern der DB nach geologischen und geotechnischen Gesichtspunkten aufgenommen. Die Ergebnisse aus der Kernansprache wurden mit geotechnischen Laborversuchen und geophysikalischen Messungen im Bohrloch kombiniert. Innerhalb der Vorplanung wird es weitere Erkundungsetappen geben.

a)



b)

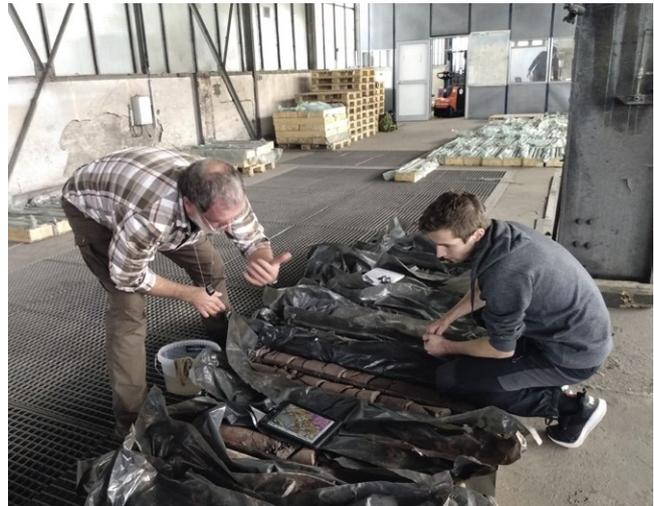


Abb. 14: a): Bohrgerät der Firma Brunnenbau Conrad am Bohrpunkt 7v im Gottleubatal. b): geologische Aufnahme der Bohrung 7v. (LfULG/ Thiele)

Ausblick

Mit der engen planungsbegleitenden Zusammenarbeit in einer ganz frühen Planungsphase wurde Neuland begangen. Die Erfahrungen aus der vernetzten interdisziplinären Arbeit über behördliche, institutionelle und staatliche Grenzen hinweg können ein Beispiel für effizientes gemeinschaftliches Handeln sein, das einen kontinuierlichen Wissenstransfer auf allen Ebenen ermöglicht. Insbesondere das graphische Datenmanagement mit GIS und das 3D-Modell haben sich in allen bisher gelaufenen Phasen als wunderbares Diskussions- und Planungsinstrument bewährt. Je mehr Akteure in das Planungs-geschehen und die Planungsbeurteilung involviert sind, desto

notwendiger erscheint eine transparente, barrierearme Datenhaltung, um neue Ergebnisse zugänglich zu machen.

Der geologische Dienst mit allen seinen Fachdisziplinen ist auf den Umgang mit geologischen Daten spezialisiert. Geologische Daten sind damals wie heute Schätze – Datenschätze – die es zu sammeln, anzuwenden und bereitzustellen gilt. Die rechtzeitige Einbeziehung und die schnelle Umsetzung dieser Erfahrungen in so ein bedeutendes Infrastrukturprojekt belegt überzeugend die Vorteile der engen Zusammenarbeit.

Literatur

EVTZ (2020a): Graphisches Datenmanagement mit GIS für die Darstellung und Auswertung von Geoinformationen. Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Roll up.

EVTZ (2020b): Bohrungsplanung und Grundlagenermittlung. Bohrarbeiten für vertiefende geologische Untersuchungen an der Eisenbahnneubaustrecke Dresden-Prag. Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Roll up.

EVTZ (2020c): Geologische 3D-Modellierung. Erstellung des geologischen 3D-Modells der Eisenbahnneubaustrecke Dresden-Prag. Dresden-Prag. Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Roll up.

Krentz, O. & Abmann, L. (2011): Hydrogeologische Kartierung Blatt Pirna - Freiberg. Geologischer Schnitt 1 NW-SE. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Krentz, O.; Kulikov, S.; Görz, I.; Werner, D.; Seiert, E.; Schmidt, K.; Buske, S.; Käßler, R.; Börner, R.-U.; Sonnabend, L.; Bodenburger, S.; Lüer, V.; Ader, C.; Gambke, T.; Frühwirth, T.; Tondera, D. (2015): Geophysik und 3D-Modellierung im Osterzgebirge. Voruntersuchungen zur Neubaustrecke Dresden-Prag., Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Krebs+Kiefer; Mott MacDonald & Sudop Praha. (2015): Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden-Prag im TEN-V-Korridor Orient/Östliches Mittelmeer. [Online] unter: https://www.nbs.sachsen.de/download/neubaustrecke/NBS_Broschuere_2015_DEU.pdf

Kulikov, S.; Krentz, O.; Kycl, P.; Rapprich, V. (2019): Die Schienenneubaustrecke Dresden-Prag – grenzübergreifende Risikoanalyse für ein europäisches Großprojekt. In: Tagungsband DGGT Fachsektionstage Geotechnik, Interdisziplinäres Forum 2019, S. 126-131. Würzburg.

LfULG (2012): Datenrecherche und geologische Zuarbeit zur Vorplanungstudie der Schüblerplan I GmbH.

SMWA (2021): <https://www.nbs.sachsen.de/13204.html>

Thiele, L. (2019): Anisotropie der Abrasivität und Petrographie von Gneisen im Umfeld des geplanten Erzgebirgsbassistentunnels der Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden – Prag. Freiberg: TU Bergakademie Freiberg, unveröffentlichte Masterarbeit.

Thiele, L.; Kulikov, S.; Krentz, O.; Unger, G.; Seidel, E.; Köhler, J.; Sonnabend, L.; Kycl, P.; Rapprich, V. & Franěk, J. (2021): Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden-Prag (2011-2020). – Schriftenreihe des LfULG, Heft 4/2021, 121 S. Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Unger, G.; Franěk, J.; Görz, I.; Schmidt, K.; Seiert, E.; Werner, D. & Krentz, O. (2020): Geologisches 3D-Modell der Eisenbahn-Neubaustrecke Dresden-Prag (Stand 2020). Dresden: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie und Prag: Ceska Geologicka Sluzba.

Erdwärme in Sachsen

Karina Hofmann¹, Sascha Görne¹

1. Einleitung

Die Aspekte der Ressourcenschonung und des Klimaschutzes erfordern es, Energie sparsam und so effizient wie möglich zu nutzen. Der bergfreie Bodenschatz Erdwärme (Geothermie) gilt langfristig als wichtiger Bestandteil für eine dauerhafte, ressourcenschonende und klimagerechte Energieversorgung. Erdwärme als jahreszeitenunabhängige und grundlastfähige erneuerbare Energiequelle kann hierbei einen großen Beitrag leisten. Aus diesen Gründen stellt sich das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie seit Anfang der 1990er Jahre dieser Aufgabe, neue Erkenntnisse in der Forschung zu fördern und auf eine effektivere Nutzung der Geothermie in Sachsen aktiv Einfluss zu nehmen.

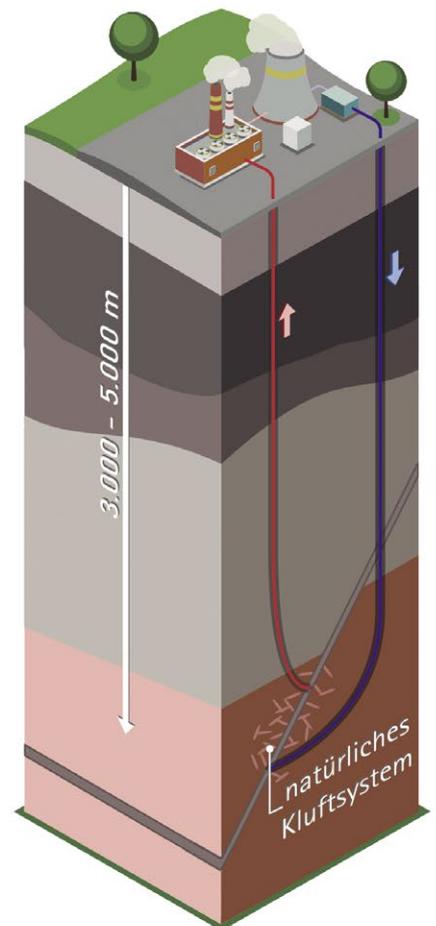
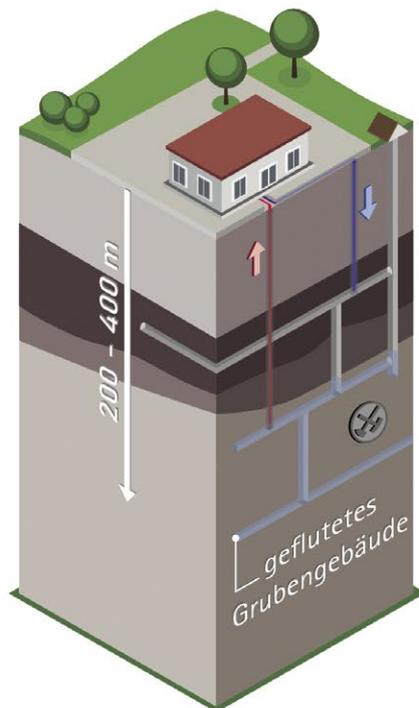
Unter dem Begriff „geothermische Energie“ oder „Erdwärme“ wird die in Form von Wärme gespeicherte Energie in der Erde verstanden. Bis in eine Tiefe von etwa 10 bis 20 m unter der Erdoberfläche wird die Temperatur durch die Sonneneinstrahlung und klimatische Temperaturschwankungen beeinflusst. Unterhalb dieses Einflussbereichs beträgt die Temperatur in unseren Breiten im Mittel ca. 10 °C. Sie nimmt in Abhängigkeit vom Aufbau und der Zusammensetzung der Erdkruste mit der

Tiefe etwa um 3 Grad pro 100 m Tiefe zu. Dieser Zusammenhang ist in Abb. 2 veranschaulicht.

Erdwärme ist eine erneuerbare Energiequelle, die vor dem Hintergrund der Energiewende einen erheblichen Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele leisten kann. Ihre Nutzung wirkt sich bei sachgerechter Anwendung positiv auf die Umwelt aus, da sie zur Schonung fossiler Energiequellen und Verminderung der CO₂-Emission beiträgt. Laut Bundesverband Wärmepumpe (2020) spart eine geothermisch betriebene Wärmepumpe pro Jahr 2.620 kg CO₂ gegenüber konventionellen Wärmeträgern (Öl, Gas) ein. Durch die bereits existierenden Anlagen werden somit in Sachsen jährlich über 40.000 Tonnen CO₂-Emissionen vermieden.

Unter oberflächennaher Erdwärme versteht man die in Form von Wärme gespeicherte Energie bis in Tiefen von maximal 400m. Im Gegensatz zur Nutzung tiefer Geothermie aus Tiefen von bis zu 5 km, die meist der Stromerzeugung dient, wird die oberflächennahe Erdwärme zu Heiz- und Kühlzwecken erschlossen (Abb. 1).

¹ Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Karina.Hofmann@smekul.sachsen.de



Oberflächennahe Geothermie

Tiefe bis 150 m
Temperatur 8-15 °C

Heizen & Kühlen

- Erdwärmesonden
- Erdkollektoren
- Brunnenanlagen

Grubenwasser Geothermie

Tiefe < 600 m
Temperatur 15-50 °C

Heizen & Kühlen

- Nutzung von Grubenwässern

Tiefe Geothermie

Tiefe > 3.000 m
Temperatur ~150 °C

Strom & Wärme

- Kristallin-Gestein
- Störungszonen

Abb. 1: Nutzung geothermischer Energie in Sachsen

Eine weitere geothermische Nutzungsquelle stellt das Grubenwasser aus gefluteten Bergbaurevieren dar. Wässer aus künstlich geschaffenen unterirdischen Hohlräumen (Schächte, Stollen) eignen sich grundsätzlich als Wärmeträgermedium. Limitiert werden die Möglichkeiten mitunter durch zu große Entfernungen der unter Wasser stehenden bergbaulichen Hohlräume zu den Siedlungen, durch hohe Erschließungskosten sowie durch ungünstige qualitative und quantitative Eigenschaften der Grubenwässer. In Sachsen hinterließ der jahrhundertlange untertägige Abbau von Erzen, Industriemineralen und Steinkohle eine Vielzahl von Hohlräumen, nach deren Flutung zum Teil beträchtliche unterirdische Wasserreservoirs entstanden. In Sachsen werden bereits einige Gebäude mit Grubenwasser-geothermie versorgt (z. B. HTW Zwickau, Reiche Zeche Freiberg, Schule Ehrenfriedersdorf).

2. Oberflächennahe Erdwärme in Sachsen

Oberflächennahe Erdwärme wird im Freistaat Sachsen hauptsächlich über Bohrungen mittels Erdwärmesonden bis in Tiefen von wenigen hundert Metern erschlossen und dient der Klimatisierung von Gebäuden. Weitere Nutzungen erfolgen durch Grundwasserwärmepumpen, Erdwärmekollektoren und Sonderformen wie beispielsweise Phasenwechsellöser oder Energiepfähle (s. Abb. 3).

Neben den oberirdischen Standortgegebenheiten im Grundstück und am Gebäude sind der geologische Untergrund sowie die Grundwasserverhältnisse am Standort maßgebend für die Art und den Umfang einer Erdwärmennutzung. Geologie und Grundwasserverhältnisse bestimmen ferner die Wahl einer bestimmten Anlagenvariante wie z. B. Grundwasserwärmepumpe oder Erdwärmesonde sowie deren Effizienz durch eine spezifische Auslegung.

Die Nutzung oberflächennaher Erdwärme hat eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz, da sie ein positives Grundimage als erneuerbare Energie besitzt und trotz einmaliger Investitionskosten geringe Betriebskosten auftreten, mit deren Ersparnis sich eine Anlage nach zirka acht Jahren amortisiert. Eine Erdwärmennutzung hat folgende Vorteile:

- immer verfügbar, jahreszeiten- und wetterunabhängig, Tag/Nacht-unabhängig,
- verfügbar auf eigenem Grundstück, umweltfreundlich,
- CO₂-Einsparung gegenüber fossilen Energieträgern,

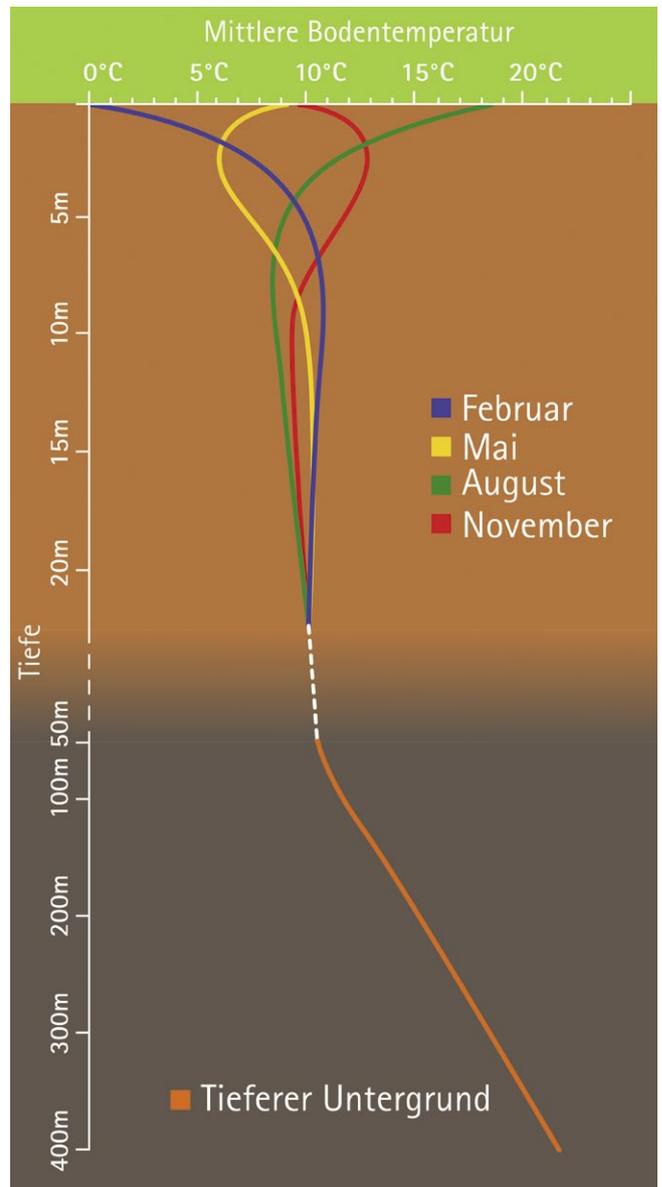


Abb. 2: Temperaturverlauf in den oberen Bodenschichten

- Kühlen ohne Mehraufwand,
- Kombinationsmöglichkeiten mit z. B. Solarthermie,
- geringe Betriebskosten.

Die häufigsten Nutzungsformen in Sachsen sind zu etwa 90 % Erdwärmesonden, gefolgt von Erdkollektor- und Brunnenanlagen. Ende 2020 waren in Sachsen rund 17.000 Erdwärmeeinrichtungen mit einer Gesamtleistung von zirka 195 Megawatt (thermisch) in Betrieb.

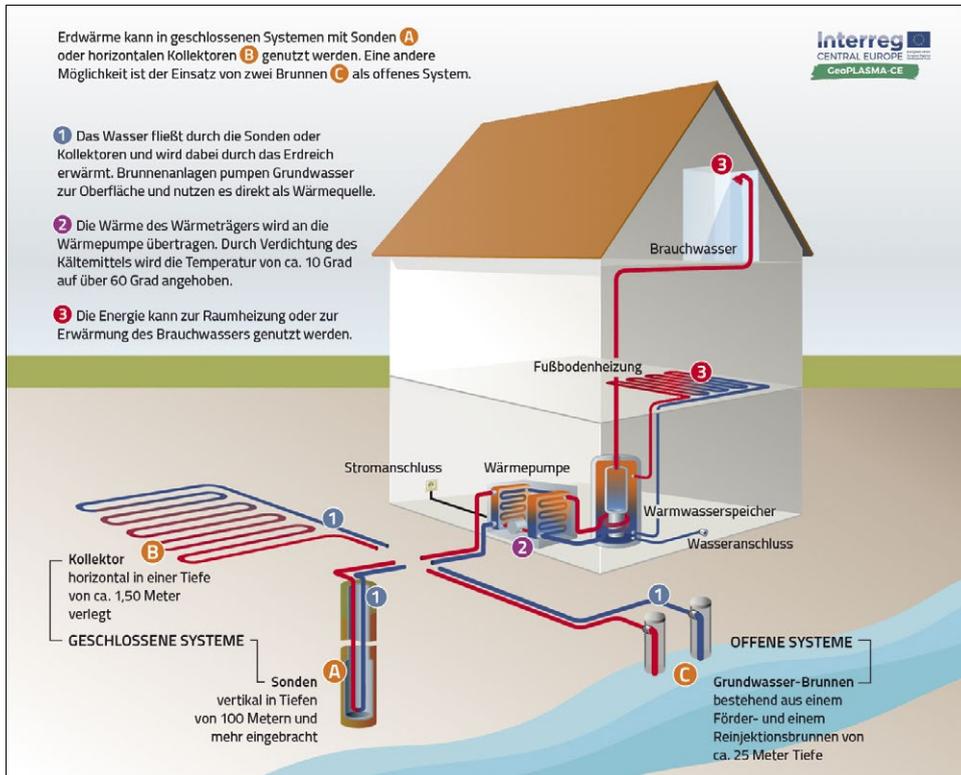


Abb. 3: Überblick der Hauptnutzungsformen oberflächennaher Erdwärme (Hofmann et al. 2019)

2.1 Nutzung von Erdwärmesonden

Die in Sachsen am häufigsten genutzten Erdwärmesonden bestehen aus Polyethylen (PE)-Rohren und sind meist 40 m bis 150 m tief. Die Sonde wird in ein Bohrloch eingeführt und zwecks guter Anbindung der Sonde an das Gestein sowie zum

Grundwasserschutz mit zementartigem Material aufgefüllt. Die Anschlussrohre werden unterirdisch in das Haus verlegt, mit Wärmeträgerflüssigkeit gefüllt und an die Wärmepumpe angeschlossen (Abb. 4).

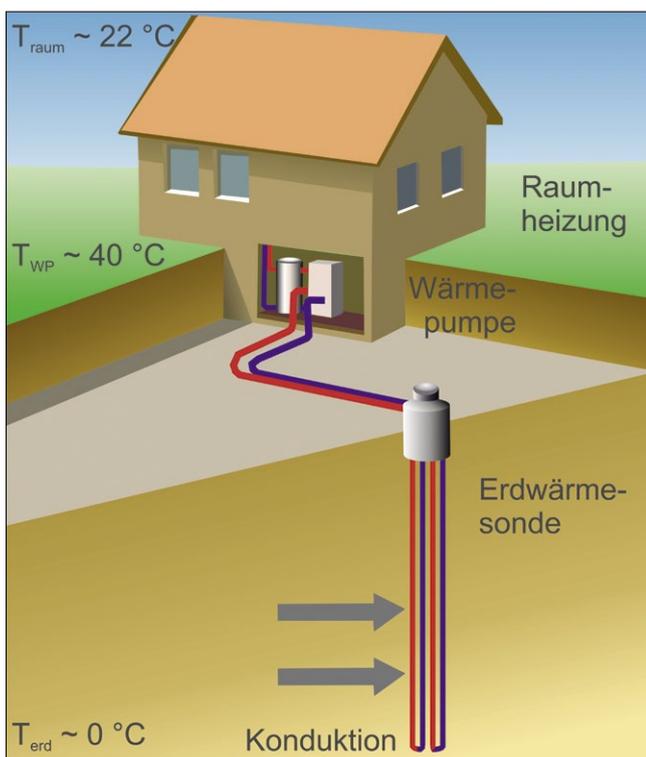


Abb. 4: Schema einer Erdwärmesondenanlage (links), Errichtung einer Erdwärmesondenbohrung (rechts), (LfULG)

In der Erdwärmesonde zirkuliert eine Flüssigkeit mit Frostschutzmittel, welche die Wärme aus dem Untergrund aufnimmt und zur Wärmepumpe transportiert.

Das in der Wärmepumpe zirkulierende Kältemittel wird durch die Erdwärme zum Verdampfen gebracht und im Kompressor

verdichtet, wodurch es sich erhitzt. Im Verflüssiger kondensiert der heiße Dampf und gibt seine Wärme an den Heizkreislauf des Gebäudes ab. Das Kältemittel zirkuliert im Kreislauf von neuem. In vielen Fällen wird zusätzlich ein Pufferspeicher vorgesehen (Abb. 5).

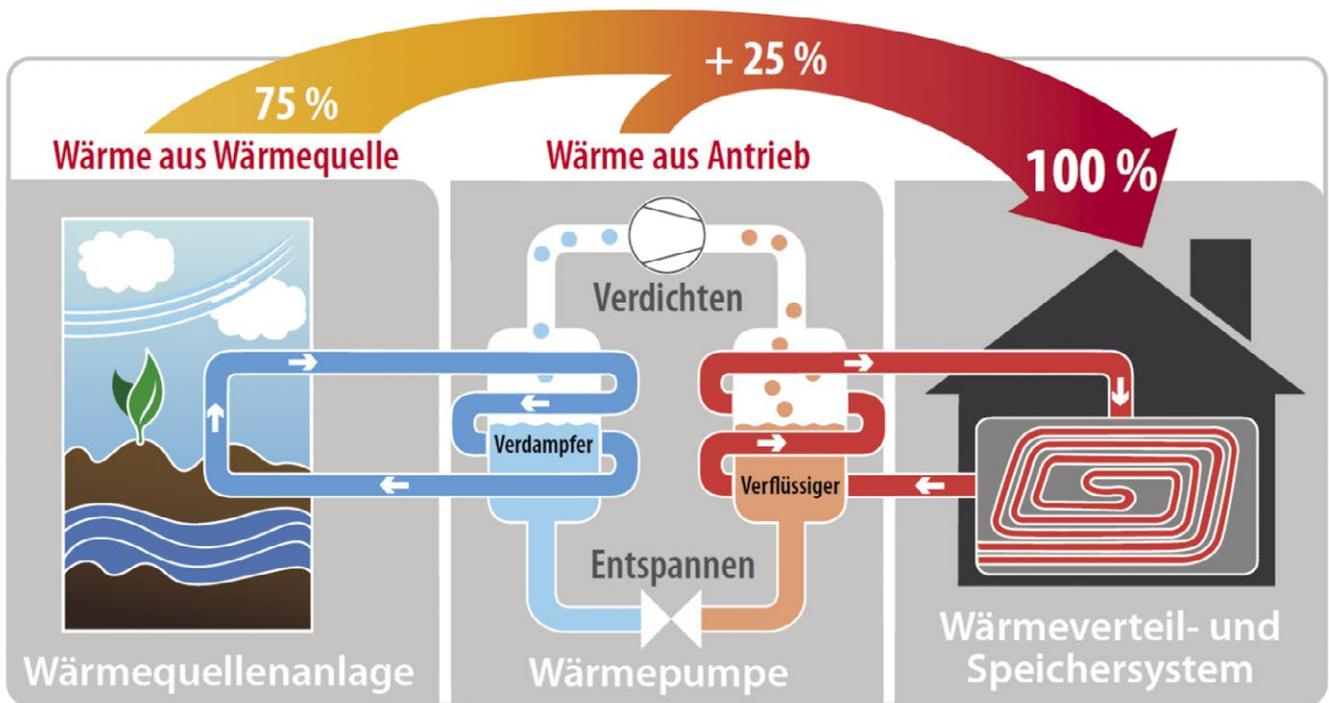


Abb. 5: Funktion einer Wärmepumpe (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2020)

Die als Heizwärme verfügbare Gesamtenergie einer Wärmepumpe setzt sich aus der Energie, die der Umwelt entzogen wird und der elektrischen Antriebsenergie des Verdichters zusammen. Effiziente Wärmepumpen haben eine Jahresarbeitszahl (JAZ) zw. 3,0 bis 4,5. Dabei führen sie etwa viermal mehr Umweltwärme in das Haus ab, als sie an Strom verbrauchen.

Um eine Bohrung zu errichten und eine Erdwärmeanlage zu betreiben, ist in Sachsen eine wasserrechtliche Erlaubnis der zuständigen unteren Wasserbehörde der Umweltämter erforderlich.

Im Ergebnis der wasserrechtlichen Prüfung wird festgestellt, ob die Errichtung einer Erdwärmesonde ohne bzw. mit weiteren Anforderungen zulässig ist. Durch die untere Wasserbehörde ist das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) als fachlich zuständige Behörde zur Prüfung der grundsätzlichen Standort-Eignung hinsichtlich der geo-

logisch-hydrogeologischen Gegebenheiten beteiligt. Je nach Gesteinszusammensetzung und vorhandenem Grundwasser ist das Gestein unterschiedlich gut wärmeleitfähig. Deshalb ist eine detaillierte Kenntnis der Gesteinseigenschaften am Standort für die Planung sehr wichtig. Ferner gibt es aus Gründen des Grundwasserschutzes Einschränkungen oder Verbote, die z. B. in Wasserschutzgebieten zu beachten sind (Hofmann, 2014).

Für die Anzahl und Tiefe der benötigten Bohrungen erfordert es demnach eine fachgerechte Planung. Dazu werden die Gebäudeheizlast und ggf. Kühllast sowie die thermischen Eigenschaften des Gesteins am Standort ermittelt.

Kleinere Anlagen bis 30 kW Heizleistung (z. B. bei Einfamilienhäusern) werden durch qualifizierte Unternehmen unter Beachtung der VDI-Richtlinie 4640 und der gesteinspezifischen thermischen Kennwerte für die Wärmequelle geplant. Abhängig von den (hydro-)geologischen Verhältnissen im konkreten An-

wendungsfall und dem damit verbundenen Wärmeentzug, kann die benötigte Sondenlänge und -anzahl variieren. Informationen zu den geologischen/hydrogeologischen Verhältnissen können bei der Abteilung Geologie des LfULG erfragt sowie Kartendiensten und dem Geothermieatlas Sachsen nebst Erläuterungen entnommen werden. Diese standortgenauen Aussagen bedürfen einer Beurteilung der Ausgangsbedingungen vor Ort (z. B. durch ein geologisches Ingenieurbüro und / oder Energieberater).

Für größere Anlagen (> 30 kW), die auch zum Kühlen verwendet werden können, sind weitergehende geologische und hydrogeologische Erkundungs- und Testarbeiten erforderlich.

Das LfULG unterstützt die Forcierung der Nutzung oberflächennaher Erdwärme durch die Erarbeitung und Bereitstellung fachlicher Grundlagen sowie durch Wissenstransfer unter anderem mit folgenden Schwerpunkten:

- Unterstützung der unteren Wasserbehörden durch Erstellung fachtechnischer Stellungnahmen mit Angaben zu geologischen Untergrundinformationen, Gefahrenpotentialen und Empfehlungen für Nebenbestimmungen zur Qualitätssicherung,
- Informationsbroschüren und Checklisten sowie Beratung, Geothermieatlas Sachsen (s. Kap. 2.2),
- Durchführung von praxisorientierten Forschungsvorhaben.

2.2 Geothermieatlas Sachsen

Eine Möglichkeit Erstinformationen zum Standort für eine Erdwärmeanlagenplanung zu erhalten, bietet der durch den Freistaat Sachsen erstellte Sächsische Geothermieatlas.

Der Geothermieatlas Sachsen besteht aus dem Geothermischen Kartenwerk im Maßstab 1:50.000 (GTK 50), welches speziell für den in Sachsen verbreiteten Typ der Erdwärmesondenanlagen entwickelt wurde. Er wird fortlaufend durch das LfULG erarbeitet und im Internet als Webanwendung zur Verfügung gestellt (<https://lsnq.de/erdwaerme>).

Zusätzlich lassen sich in der interaktiven Karte Wasserschutzgebiete visualisieren, innerhalb derer genehmigungsrechtliche oder bautechnische Einschränkungen auftreten können.

Der Geothermieatlas bietet Bauherrn, Bohrfirmen und Planern einen ersten Überblick über die geothermischen Entzugsmöglichkeiten für eine Erdwärmennutzung auf einem Grundstück und dient damit einer planerischen Unterstützung von Erdwär-

mesondenvorhaben im Einfamilienhausbereich (bis max. 30 kW Heizleistung).

Das Kartenwerk ermöglicht es, die verfügbaren spezifischen Entzugsleistungen in Watt pro Meter Sondenlänge [W/m] für vier verschiedene Tiefenstufen (40 m, 70 m, 100 m, 130 m) und zwei verschiedenen Jahresbetriebsstunden (1.800 h: nur Heizen, 2.400 h: Heizen und Warmwasserbereitung) bezogen auf ein Standard-Einfamilienhaus in Sachsen mit zirka 10 kW Heizleistung abzuleiten. Die Karten stellen damit gleichzeitig dar, wie mehr oder weniger effizient ein Standort zur Nutzung oberflächennaher Erdwärme geeignet ist. Weiterhin lässt sich ermitteln, durch welche Kombinationen von Sondentiefe und -anzahl die benötigte Heizleistung am Standort erzielt werden kann.

Die geologische Datenbasis der GTK 50 ist die Grundlagenkarte aus der hydrogeologischen Landesaufnahme. Diese Grundlagenkarten setzen sich aus dreidimensional modellierten hydrogeologischen Schichtkörpern mit variabler Mächtigkeit zusammen. Damit werden alle relevanten Grundwasserleiter, Zwischen- und Deckschichten sowie unterlagernde Festgesteinsgruppen räumlich dargestellt (s. Abb. 6). Zu Beginn werden alle Bohrungen (Aufschlüsse), die zur 3D-Körper-Bildung verwendet wurden, zur Interpolation von Wärmeleitfähigkeitsrastern herangezogen. Für jeden hydrogeologischen Körper werden zwei Wärmeleitfähigkeitsraster (nasses Gestein und trockenes Gestein) erzeugt. Dies erfolgt durch petrografiebezogene, schichtenweise Zuweisung von spezifischen Wärmeleitfähigkeitswerten der in den realen Bohrungen angetroffenen Gesteine innerhalb jedes hydrogeologischen Körpers (Hofmann, 2020). Es wird ein nach der Körpermächtigkeit gewichteter mittlerer Wärmeleitfähigkeitswert für jede Bohrung berechnet und ein entsprechendes Raster interpoliert. Die Daten der hydrogeologischen Körper werden mit den ihnen entsprechenden Wärmeleitfähigkeitsrastern über eine programmierte GIS-Erweiterung verschnitten, die spezifischen Entzugsleistungen für ausgewählte Tiefen (40 m, 70 m, 100 m und 130 m) berechnet und das Resultat in Karten des Maßstabs 1:50.000 (GTK 50) ausgegeben.

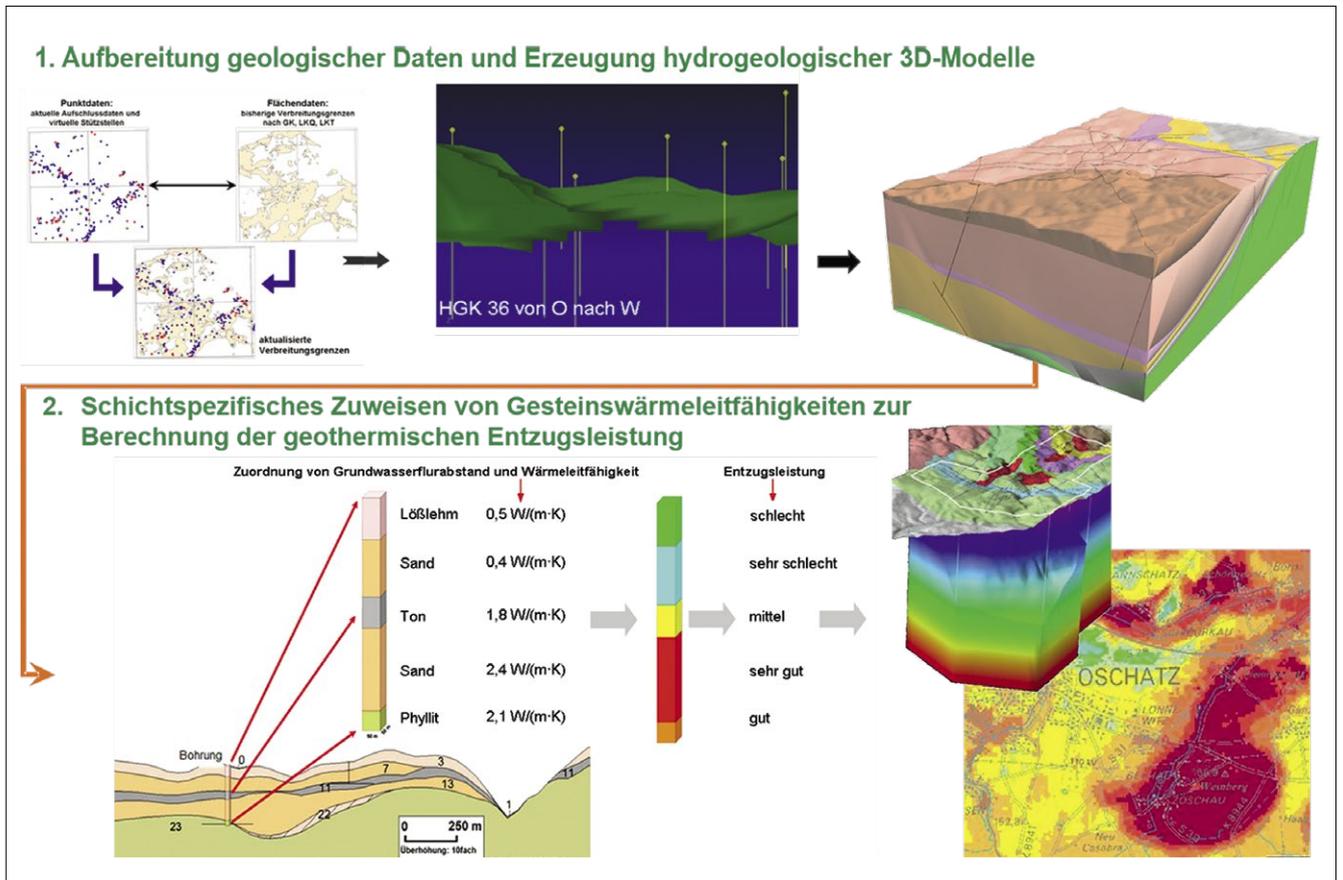


Abb. 6: Schema Erstellung geothermischer Karten (Hofmann, 2020)

Die Aussage der Karte ist für Erdwärmesondenanlagen bis zu einer Wärmepumpen-Heizleistung von 30 kW anwendbar. Die sorgfältige Planung und konkrete Wirtschaftlichkeitsberechnung von Einzelvorhaben wird damit unterstützt, jedoch keinesfalls ersetzt. Die interaktive Geothermiekarte ermöglicht es, für verschiedene Tiefenstufen (40 m, 70 m, 100 m und 130 m)

die geothermisch verfügbaren spezifischen Entzugsleistungen in Watt pro Meter Sondenlänge [W/m] bezogen auf einen Standardtyp „Einfamilienhaus“ in Sachsen entsprechend der angegebenen Legende abzulesen. Dargestellt ist die spezifische Entzugsleistung, die in Abhängigkeit von den geologischen Untergrundverhältnissen in der Fläche variiert (s. Abb. 7).

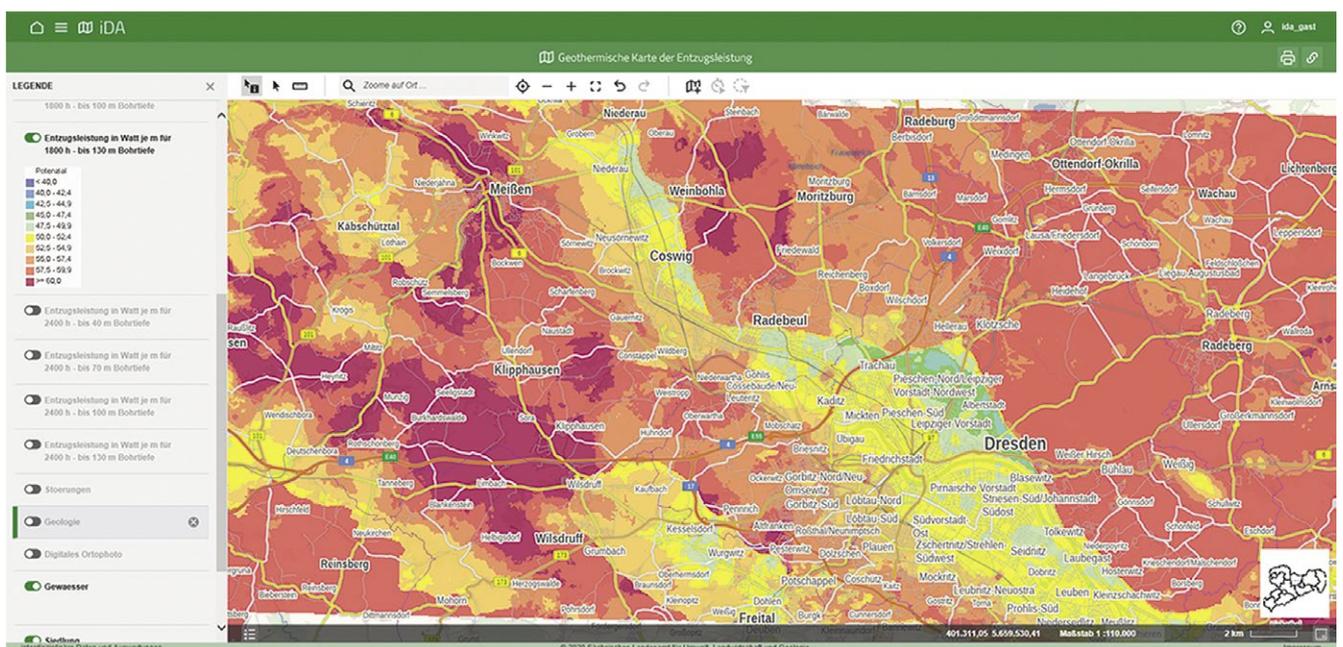


Abb. 7: Auszug Geothermieatlas Sachsen (LFLUG)

3. Tiefengeothermie in Sachsen

Die zur Grundlast fähige Erdwärme ist für die erneuerbare Energie- und Wärmeversorgung eine grundsätzlich geeignete Komponente. Die Tiefengeothermie – Gewinnung der Erdwärme aus dem tiefen Untergrund – sollte daher auch perspektivisch ein bedeutender Forschungsschwerpunkt bleiben.

Während die Erschließung hydrothormaler Geothermie-Reservoirs, also die Nutzung tiefer, heißer Grundwässer, ein hohes Entwicklungsstadium aufweist, stellt die petrothermale Tiefengeothermie, welche die Wärmenutzung aus dichten, quasi-trockenen Gesteinskomplexen beinhaltet, immer noch eine erhebliche wissenschaftliche Herausforderung dar. So sei z.B. daran erinnert, dass das bisher einzige auf petrothormaler Basis arbeitende Geothermie-Kraftwerk Europas, Soultz-sous-Forêts, erst nach 20-jährigem Forschungsvorlauf 2008 in Betrieb ging (Gérard et al. 2006).

Aufgrund der geologischen Verhältnisse bestehen im Grundgebirge Sachsens Nutzungsperspektiven in Form petrothormaler Systeme besonders in Verbindung mit bruchtektonisch vorgeprägten Störungszonen. Diese Ausgangssituation wurde in den letzten 10 Jahren in einer Reihe von Forschungsprojekten untersucht.

Ausgehend von einer Potenzialstudie zu Gesteinstemperaturen des tieferen Untergrundes Sachsens bis 5.000 m (2004) und einem tiefengeothermischen Rahmenprojekt (Wolf & Felix 2009) wurden in den Jahren 2009 und 2010 verschiedene Regionen – Elbezone (Meißen/Dresden), der Raum Freiberg und das Gebiet Aue/Schneeberg – hinsichtlich ihrer geothermischen Nutzungspotentiale vom LfULG in Zusammenarbeit mit Fachinstitutionen des Bundes und Sachsens detailliert untersucht und bewertet (Berger et al. 2011).

Aufgrund der aussichtsreichen Temperaturprognose, einer sehr guten Datenlage und der zu erwartenden hohen Gebirgsdurchlässigkeit (u.a. im Bereich der Störungzone „Roter Kamm“) wurde die Region Aue/Schneeberg als Vorzugsstandort für weitere tiefengeothermische Untersuchungen ausgewählt.

In den Jahren 2012/2013 wurde in diesem Raum ein ca. 140 km² großes Areal 3D-seismisch vermessen und die gewonnenen Daten mit umfangreichen Prozessierungswerkzeugen bearbeitet und interpretiert (Lüschen et al. 2015, Abb. 8).



Abb. 8: Vibrationsfahrzeuge zur seismischen Vermessung des Untergrundes im Raum Schneeberg (E. Lüschen)

Das daraus abgeleitete Raummodell (Abb. 9) bildete eine der Grundlagen für das Forschungsprojekt GIGS-VP (Geothermie im Granit Sachsens – Vorprojekt), welches von 2017 bis 2019 unter Federführung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) durchgeführt wurde. Ziele dieses vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projektes waren

- die Schaffung der wissenschaftlichen, bergrechtlichen und administrativen Voraussetzungen,
- die Erstellung eines wissenschaftlichen Programms und
- die Erarbeitung einer umfassenden Projektskizze für eine ca. 5.000 m tiefe Forschungsbohrung im Raum Schneeberg.

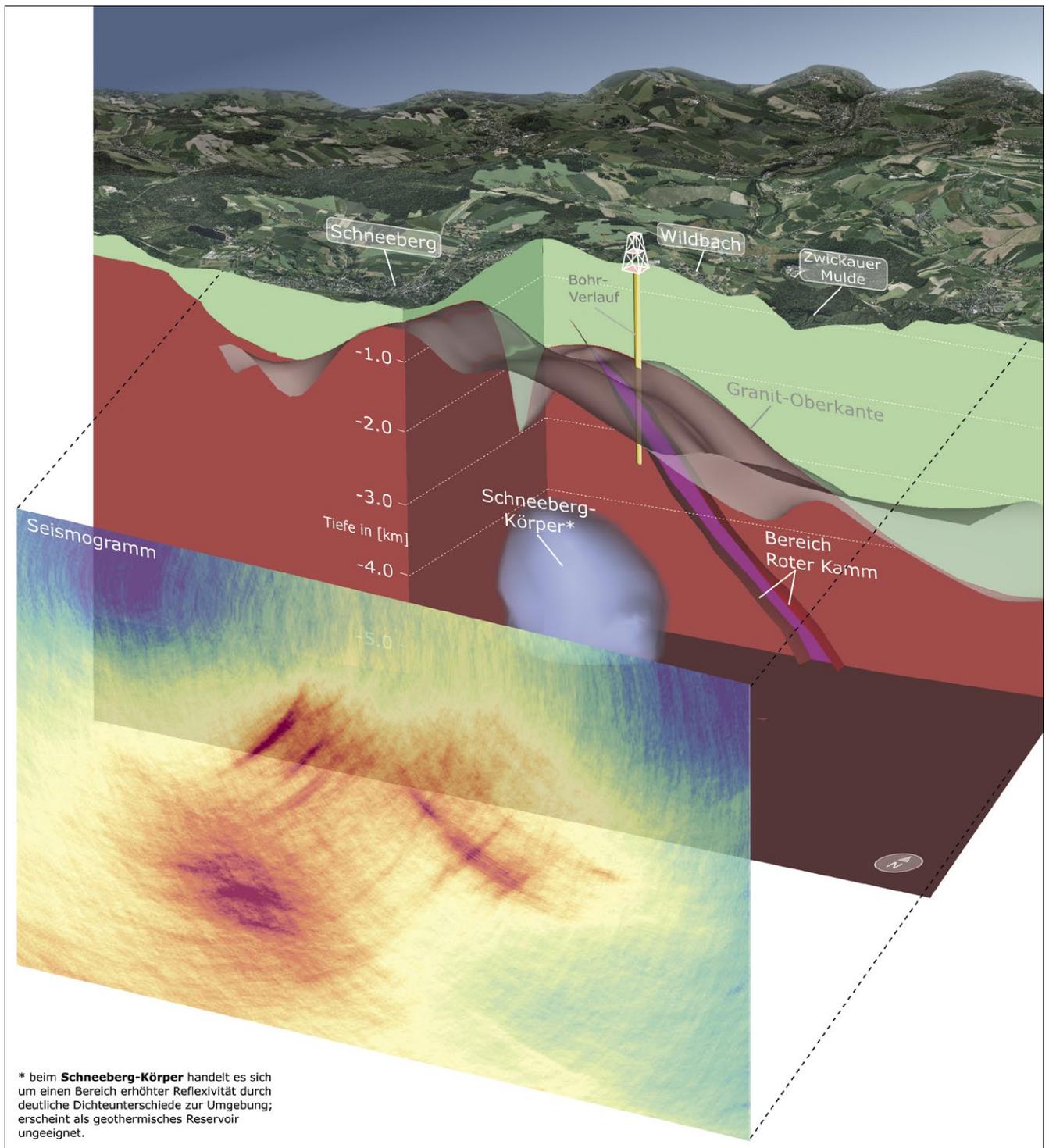


Abb. 9: 3D-Interpretation der seismischen Messungen (S. Görne)

Von den Projektbeteiligten wurden die zulassungsrechtlichen Voraussetzungen, ein detailliertes 3D-Standortmodell, fünf mögliche Bohrungsvarianten und ein umfangreiches wissenschaftliches Programm erarbeitet (Gerling et al. 2019).

Im Ergebnis des Projektes stellten sich für das geplante Hauptprojekt jedoch zu hohe Projektkosten bei derzeit nicht ausreichender Sicherheit zur Wirtschaftlichkeit und nicht hinreichend kalkulierbare Risiken durch den benachbarten Altbergbau heraus (Infrastruktur des ehemaligen Uranbergbaus, sowie bohrtechnisch schwer beherrschbare geologische Verhältnisse in den örtlichen Störungszonen). Vor diesem Hintergrund wird das gesamte Projekt seitens der Institutionen BGR, BMWi und PTJ gegenwärtig nicht weiterverfolgt.

Die Nutzung tiefengeothermischer Energie zur Fernwärmeversorgung wäre auch eine mögliche Option im Wärmemix der Stadtwerke Dresden (DREWAG). Auf Basis der o.g. Potenzialstudien wurde durch die DREWAG eine petrothermale Nutzung mit Einspeisung der Erdwärme als Grundlast in das Fernwärmenetz konzipiert (Tym & Frenzel 2014).

Aufgrund der besonderen Herausforderungen im Stadtgebiet Dresden (dichte Bebauung, erschütterungssensible historische Bausubstanz und Mikroelektronikindustrie) wurde ein Forschungsprojekt zur Evaluierung eines seismischen Risikos bei tiefen Geothermieanlagen zusammen mit der TU Bergakademie Freiberg und dem Umweltamt Dresden umgesetzt.

Ziel dieses Projektes ist die Bestimmung seismischer Hintergrundwerte als Grundlage für die Überwachung von Bohrarbeiten. Dazu wurden ein Bohrlochseismometer und weitere seismische Messgeräte im Stadtgebiet Dresden installiert, deren Daten kontinuierlich gesammelt und ausgewertet werden.

Künftigen Herausforderungen, vor allem auch im Bereich der Fernwärmeversorgung, wird man sich durch die Bearbeitung noch offener wissenschaftlicher Fragestellungen sowie der Schaffung gesellschaftlicher Akzeptanz für die Nutzung des tieferen Untergrundes stellen müssen.

Insgesamt ist festzustellen, dass für weitere Fortschritte auf dem Weg zur Nutzung der petrothermalen Tiefengeothermie in Sachsen auch weiterhin eine bundesweite Bündelung relevanter Forschungskapazitäten erforderlich ist. Ein nicht zu unterschätzender wissenschaftlicher Vorlauf im Grundgebirge Sachsens wurde inzwischen unter aktiver Mitwirkung des LfULG geschaffen und sollte weiterverfolgt werden.

Literatur

Berger, H.-J., Felix, M., Görne, S., Koch, E., Krentz, O., Förster, A., Förster, H.-J., Konietzky, H., Lunow, C., Schütz, H., Stanek, K., Walter, K. & Wagner, S. (2011): Tiefengeothermie Sachsen: 1. Arbeitstappe 09/2009-07/2010. - Schriftenreihe des LfULG, 9/2011, Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15145>

Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2020): Wie funktioniert die Wärmepumpe? Bundesverband Wärmepumpe e.V., Berlin, <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/>

Gérard A., Genter A., Kohl T., Lutz P., Rose P. & Rummel F. (2006): The deep EGS (Enhanced Geothermal System) project at Soultz-sous-Forêts (Alsace, France). *Geothermics* 35:473–483.

Gerling, P., Beuge, A., Görne, S., Prevedel, B. & Rebscher, D. (2019): Abschlussbericht zum Projekt Geothermie im Granit Sachsens (GIGS): Vorprojekt (GIGS-VP): Berichtszeitraum: 01.11.2017-

30.06.2019. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, <https://doi.org/10.2314/KXP:1677808888>

Hofmann, K., Riedel, P., Heiermann, M., Rupprecht, D. & Götzl, G. (2019): HANDBUCH für eine erfolgreiche Implementierung oberflächennaher Erdwärme. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg im Rahmen des Projektes Interreg Central Europe GeoPLASMA.

Hofmann, K. (2020): Geothermieatlas Sachsen. Allgemeine Erläuterungen zum Kartenwerk der geothermischen Entzugsleistungen im Maßstab 1:50 000 GTK 50. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg

Hofmann, K. (2014): Erdwärmesonden. Informationsbroschüre zur Nutzung oberflächennaher Geothermie. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg

Lüschen, E., Görne, S., von Hartmann, H., Thomas, R. & Schulz, R. (2015): Petrothermale Geothermie im Erzgebirge: Vom geologischen Vormodell zur Exploration mit 3D-Seismik. - Vortrag, Extended Abstract, Der Geothermie Kongress 2015, 02.-04.11.2015; Essen

Tym, A. & Frenzel, F. (2014): Chancen und Risiken der geothermalen Energie in der Euroregion Elbe-Labe. Ein EU-Ziel-3-Kleinprojekt der Städte Litoměřice und Dresden, Projektdokumentation Juni 2014

Wolf, P. & Felix, M. (2009): Rahmenkonzept Tiefengeothermie Freistaat Sachsen. - Unveröff. Bericht, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg, 35 S., 15 Anlagen

Dem unterirdischen Wasser auf der Spur – die Hydrogeologie des geologischen Dienstes

Petra Fischer¹, Friedemann Grafe¹, Katrin Reinhardt¹, Silke Reinhardt¹, Marcus Richter¹, Carsten Schulz¹, Maria Ussath¹, Mathias Hübschmann¹

Die Hydrogeologie ist der angewandte Teil der Geologie, der sich mit den Eigenschaften und Erscheinungsformen des unterirdischen Wassers, seinen Bewegungsformen (Geohydraulik), Wechselwirkungen mit den Gesteinen (Hydrogeochemie) sowie seinen Nutzungs- und Schutzbedingungen befasst. Dabei werden alle Erscheinungsformen des unterirdischen Wassers betrachtet, nicht nur die des frei beweglichen Anteils.

Vor dem Hintergrund der sich stetig intensivierenden Nutzungskonflikte bezüglich des geologischen Untergrundes durch Rohstoffabbau, Geothermie, Grundwasserentnahmen, Trinkwassernutzungen, Landwirtschaft, Bautätigkeit, Infrastrukturmaßnahmen und vieles mehr leitet sich aus dieser Begriffsbestimmung für die amtliche Hydrogeologie ein breites und fachlich anspruchsvolles Aufgabenfeld ab. In unserer Funktion als neutrale Wissensvermittler unterstützen wir Hydrogeologen die Behörden und öffentlichen Einrichtungen des Freistaates Sachsen bei Fragen zum Untergrund und insbesondere im Zusammenhang mit Fragestellungen zum unterirdischen Wasser sowie zu Eingriffen jeglicher Art in den Untergrund. Nachfolgend möchten wir über diese anspruchsvolle und spannende Tätigkeit berichten.

Erdwärmenutzung und Grundwasserressourcen (Katrin Reinhardt)

Als nachhaltige und zukunftsweisende Technologie ist die Nutzung von Erdwärme zur Klimatisierung von Gebäuden seit Jahren in Sachsen sehr beliebt und mittlerweile flächendeckend etabliert. Unterstützt durch das Förderprogramm des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur Nutzung erneuerbarer Energien entscheiden sich immer mehr Planer und Bauherren für diese klimaneutrale Energiequelle (Abb. 1).

Damit die Nutzung der Erdwärme sowohl über die Gesteinstemperatur als auch über das Grundwasser als Wärmeträger möglichst umweltschonend und unter Berücksichtigung anderer

Nutzungsansprüche an den Untergrund erfolgt, werden im Genehmigungsverfahren eine Reihe von fachlichen Prüfungen durchlaufen, in die auch wir Hydrogeologen des LfULG unmittelbar eingebunden sind. So wird schon bei der Bohranzeige, die mittlerweile in Sachsen zumeist elektronisch erfolgt, automatisch geprüft, ob das geplante Vorhaben in einem Wasserschutzgebiet, einem Hohlraumgebiet oder einem Naturschutzgebiet liegt. Von hydrogeologischer Relevanz sind dabei Wasserschutzgebiete für Trinkwasser sowie die durch Bergbautätigkeit vorhandenen Hohlraumgebiete.

¹ Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie



Abb. 1: Erdwärmesondenbohrung (LfULG/ M. Richter)

Da die Bereitstellung von Trinkwasser einen wesentlichen Bestandteil der öffentlichen Daseinsfürsorge bildet, hat sie im Zweifel Vorrang vor der Nutzung von Erdwärme. So ist in der unmittelbaren Umgebung der Wassergewinnungsanlagen (Trinkwasserschutzzone I) sowie in Gebieten, von denen aus das Wasser weniger als 50 Tage bis zur Fassung benötigt (Trinkwasserschutzzone II) die Gewinnung von Erdwärme mittels Erdwärmesonden in der Regel nicht möglich. In der Trinkwasserschutzzone III (Abb. 2 und Abb. 3), die das gesamte Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage umfasst, ist in Sachsen im Unterschied zu anderen Bundesländern die Nutzung von Erdwärme unter bestimmten Bedingungen erlaubt. Dabei ist in den Erdwärmesonden Trinkwasser ohne Zusätze als Wärmeträgermedium zu verwenden. Das dem Wärmeträger normalerweise zugesetzte Frostschutzmittel, z. B. Ethylenglykol, ist nach den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2019) als wassergefährdender Stoff eingestuft und darf daher in Trinkwasserschutzgebieten nicht eingesetzt werden. Zudem wird bei der Errichtung von Erdwärmesondenanlagen in Wasserschutzgebieten die Überwachung der Bohr- und Ausbauarbeiten durch einen vom Bohrunternehmen und Bauherren unabhängigen Fachmann gefordert. Dadurch soll gewährleistet werden, dass die erhöhten Anforderungen an den von den unteren Wasserbehörden geforderten Grundwasserschutz, insbesondere die fachgerechte und dauerhafte Abdichtung der Bohrungen, sicher umgesetzt werden.

Vergleichbare Anforderungen wie in Trinkwasserschutzgebieten gelten auch in Heilquellenschutzgebieten. Bei komplizierten geologisch-hydrogeologischen Verhältnissen, die vor allem im Einzugsgebiet tiefenwasser geprägter Heilquellen auftreten, in denen Grundwasser entlang von Störungszonen über weite Distanzen im Untergrund zirkuliert und im Bereich der Quellaustritte die Erdoberfläche erreicht, sind davon abweichend strengere Schutzregelungen notwendig. Deshalb ist dort die Nutzung von Erdwärme über Sonden im gesamten Schutzgebiet meist untersagt. Als Beispiele hierfür seien die vogtländischen Heilquellen Bad Elster und Bad Brambach sowie die Thermalquellen von Warmbad und Wiesenbad genannt.

Das Antreffen bergbaubedingter Hohlräume sowie geologisch bedingter Störungszonen kann ebenfalls zu einer Beeinträchtigung der Nutzung von Erdwärme führen. Werden künstliche oder natürliche Hohlräume angebohrt, ist eine ausreichende Abdichtung der Erdwärmesonden oft nicht möglich bzw. erfordert einen erheblichen technischen Mehraufwand. Neben der unzulässigen Vermischung von Wässern unterschiedlicher Herkunft und Zusammensetzung besteht auch das Risiko einer verminderten Effizienz der Erdwärmesondenanlage durch die fehlende Untergrundanbindung. Daher wird den Bauherren bei geplanter Erdwärmennutzung in Hohlraumgebieten zur Minimierung der Risiken die Einholung einer Stellungnahme des Sächsischen Oberbergamtes empfohlen. Bei bekannter Lage von Strecken, Stollen und Schächten, ein Beispiel hierfür ist

die Altstadt von Schneeberg, werden zudem Bohrtiefenbegrenzungen ausgesprochen.

In Sachsen ist bei der Errichtung von Erdwärmesonden das Durchbohren mehrerer Grundwasserleiter prinzipiell erlaubt. Ein typisches Beispiel hierfür stellt die Aue eines Flusses im Festgesteinsbereich dar. Hier ist in den Kiesen und Sanden der Flussablagerungen ein oberflächennaher Porengrundwasserleiter ausgebildet. Das darunter folgende Festgestein stellt meist einen Klufftgrundwasserleiter dar, in dem die Grundwasserführung an das Vorhandensein von Klüften und Störungen gebunden ist. Eine Vermischung dieser Grundwässer, die unterschiedliche Druckpotenziale sowie abweichende hydrochemische Zusammensetzungen aufweisen, ist daher zu vermeiden. Aus diesen Gründen sowie zur Stabilisierung des Bohrlochs ist beim Abteufen der Bohrungen deshalb eine Verrohrung im Lockergesteinsbereich sowie im nicht standfesten Festgestein erforderlich. Zudem muss eine sorgfältige und vollständige Verfüllung des Bohrlochs erfolgen, so dass eine zuverlässige Abdichtung beider Grundwasserleiter voneinander gewährleistet ist.

Eine weitere hydrogeologisch bedingte Restriktion bei der Errichtung von Erdwärmesonden stellt der Schutz tiefer liegender Grundwasserressourcen dar. Beispiele hierfür sind der sogenannte „Unterquader-Sandstein“ im Stadtgebiet von Dresden und die Sande der Cottbus-Formation (sogenannter GWL 5) in weiten Teilen Nordsachsens. Hier werden in der Regel standortspezifische Bohrtiefenbegrenzungen ausgesprochen.

Zur Vermeidung des Durchbohrens wichtiger regionaler Grundwasserstauer werden ebenfalls Bohrtiefenbegrenzungen genutzt. Als Beispiel sei der Rupelton (Unteroligozän) im Gebiet um Delitzsch genannt, der je nach fazieller Ausbildung als regionaler Grundwasserstauer oder –geringleiter den Aufstieg hoch mineralisierter Tiefenwässer in die genutzten hangenden Grundwasserleiter verhindert.

Im Untergrund vorhandene Altlasten können, vor allem im urbanen Raum, ebenfalls eine Einschränkung für die Nutzung von Erdwärme darstellen. Hier gilt es, eine Verschleppung vorhandener Kontaminationen durch die Bohrarbeiten in tiefere, bisher nicht verunreinigte Bereiche des Untergrunds zu verhindern. Gegebenenfalls ist nach fallspezifischer Abstimmung zwischen den beteiligten Fach- und Genehmigungsbehörden die Realisierung des Geothermievorhabens unter Umsetzung konkreter, auf das Vorhaben abgestimmter Auflagen, zum Beispiel zum Bohrverfahren, möglich.

Für größere geothermische Anlagen ab 30 kW Heizleistung wird durch die Genehmigungsbehörden die Durchführung eines Thermal-Response-Tests zur Ermittlung der standortspezifischen Wärmeleitfähigkeit und Untergrundtemperatur und



Abb. 2: Trinkwasserschutzgebiet Hauptmannsgrün
(LfULG/ K. Reinhardt)



Abb. 3: Quellschacht im Quellgebiet Oberneumark;
(LfULG/ K. Reinhardt)

darauf aufbauend eine Dimensionierung der Erdwärmesondenanlage mit einem Simulationsprogramm gefordert. Dadurch kann eine exakte Auslegung der Anlagen anhand des vorhandenen energetischen Bedarfs erfolgen. Damit kann sowohl eine Unter- als auch eine Überdimensionierung vermieden werden. Durch die im Zuge der Simulation erstellte Prognose zur Entwicklung der Sondentemperaturen über den Modellzeitraum, die für den Heizbetrieb einen Nachweis des frostfreien Betriebs enthält, wird gleichzeitig ein wichtiger Beitrag zum Schutz der Ressource Grundwasser geleistet. Auf diese Weise wird planungstechnisch sichergestellt, dass die in den Ringraum um die Erdwärmesonde eingebrachte Verfüllung langfristig ihre Dichtungsfunktion behält. Ebenso können zu hohe Temperaturen in Folge von Kühlung (Wärmeintrag) in den Untergrund vermieden werden, die sich schädlich auf die an die spezifischen Temperaturverhältnisse angepassten Mikroorganismen und Kleinlebewesen auswirken würden.

Bei geothermischen Anlagen ab ca. 70 kW Entzugsleistung kann in Abhängigkeit der konkreten Standortbedingungen zudem auch die Durchführung einer geothermischen 3D-Modellierung erforderlich werden. Da Anlagen dieser Größenklasse über eine größere Reichweite bei der Beeinflussung der Untergrundtemperatur verfügen, ist es wichtig, diese Beeinflussungsbereiche im Zuge der 3D-Modellierung zu quantifizieren. So können vor allem in urbanen Ballungsräumen auftretende konkurrierende Nutzungsansprüche gegeneinander abgewogen und in Einklang mit dem von der zuständigen Wasserbehörde verfolgten Grundwasserschutzzielen gebracht werden. Hierzu leisten wir Hydrogeologen mit unseren Fachstellungen, der Prüfung der Anlagendimensionierung bei Anlagen >30 kW und als Ansprechpartner für Fachplaner wesentliche Unterstützungsleistungen.



Abb. 4: Erdwärmesonde auf Haspel vor Einbau (LfULG/ M. Richter)

Hydrogeologie und Trinkwasserversorgung (Petra Fischer)

Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel überhaupt. In unseren Haushalten ist es in der heutigen Zeit völlig selbstverständlich, dass dieses Wasser stets in ausreichender Menge verfügbar ist. Und das Beste daran, dieses Wasser besitzt zudem Trinkwasserqualität. Wir können es jeder Zeit bedenkenlos als Getränk genießen und für die Zubereitung von Speisen verwenden. Die öffentliche Trinkwasserversorgung besitzt in Deutschland einen prioritären Stellenwert. „Gebieten, die zur Trinkwasserversorgung genutzt werden bzw. vorgesehen sind, ist bei konkurrierenden Nutzungsansprüchen der Vorrang einzuräumen (DVGW, 2006).“ Es ist durch die allgemeine Verfügbarkeit vielen Nutzern unbekannt, welcher Anstrengungen es bedarf, der Bevölkerung dieses besondere Gut in ausreichender Menge und Trinkwasserqualität zur Verfügung zu stellen. Und was hat das mit dem Geologischen Dienst in Sachsen zu tun? Der Reihe nach....

Unsere zentrale öffentliche Trinkwasserversorgung wird vielfach über Trinkwassertalsperren realisiert. Diese sind im Allgemeinen bekannt. Darüber hinaus gibt es aber auch Trinkwassergewinnungsanlagen vor Ort – sogenannte örtliche Dargebote. Hierbei handelt es sich zumeist um eine Trinkwassergewinnung aus dem Untergrund, aus dem Boden zu unseren Füßen. Dieser Beitrag befasst sich mit der Trinkwassergewinnung aus dem geologischen Untergrund.

Es ist die Förderung von Grundwasser über Brunnen oder die Fassung von Quellen, die ursprünglich auf natürliche Weise an der Erdoberfläche zu Tage traten. Regional unterschiedlich kann das Trinkwasser zudem aus Relikten des Bergbaus, wie z. B. Stollen stammen. Eine Besonderheit im Erzgebirge, dem Vogtland, der Oberlausitz und der Sächsischen Schweiz sind zudem die sogenannten Drain- oder Sickerleitungsquellen. In diesem Fall wird ein natürlicher Grundwasseraustritt gefasst und über Sickerstränge in der Bodenzone der Fassungsbereich dieser Quelle noch erweitert.

Nach § 3 WHG ist Grundwasser das unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Untergrund steht [Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009 (BGBl. I, S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 09. Juni 2021 (BGBl. I, S. 1699)]. Um das für die öffentliche Wasserversorgung genutzte Grundwasser in der erforderlichen Menge und Qualität auch in Zukunft für nachfolgende Generationen zu erhalten, muss es vor schädlichen Einflüssen durch Dritte bzw. konkurrierende Nutzungen geschützt werden. „Zum Wohl der Allgemeinheit und im Interesse der Gesundheit der Bevölkerung ist das Grundwasser vor Verunreinigungen und sonstigen Beeinträch-

tigungen sowie als Bestandteil des Naturhaushaltes flächen-deckend zu schützen (DVGW, 2006).“

Ein Wassertropfen, der zum Beispiel zu einem Brunnen gelangt, hat in der Regel einen mehr oder weniger langen Weg absolviert. Er fällt auf den Boden oder versickert nach der Schneeschmelze in diesen und nimmt seinen Weg im Untergrund. Die Summe dieser Wassertropfenwege bildet eine Fläche bzw. einen Raum. Dieser Bildungsraum für einen Trinkwasserbrunnen oder eine Quelle zur Trinkwasserversorgung wird regelmäßig unter Schutz gestellt und mit Auflagen oder sogar Verboten versehen, die eine nachteilige Veränderung des unterirdischen Wassers verhindern sollen. Die Ausweisung solcher Schutzgebiete erfolgt per Rechtsverordnung durch die jeweils zuständige Behörde. Grundlage dieser Rechtsverordnung ist immer ein Hydrogeologisches Gutachten, welches unter Beachtung eines gültigen Regelwerkes (DIN-Norm) zu erarbeiten ist.

Die Hydrogeologen des Geologischen Dienstes wirken auf verschiedene Art und Weise an der Erstellung dieser Gutachten mit. Es beginnt bereits bei der Unterstützung der Formulierung der Aufgabenstellung, die jeweils präzise auf die konkrete Situation der Fassung zugeschnitten ist. Dabei spielen unsere Kenntnisse über den Untergrund und das hydrogeologische Wirkungsfeld eine entscheidende Rolle. Wir unterstützen die Bearbeiter dieser Gutachten sowohl fachlich beratend als auch bei der Bereitstellung von Fachdaten, wie Aufschluss- bzw. geologische, hydrogeologische und bodenkundliche Karten und Modelle, Archivdaten (Berichte, Gutachten) bis hin zu vorliegenden Einzeldaten zur Wasserwegsamkeit der Gesteine und der hydrochemischen Analytik des zirkulierenden Wassers.

Für die Ableitung des konkreten Bildungsraumes des Grundwasservorkommens sind präzise Kenntnisse zum strukturgeologischen und hydrogeologischen Aufbau des Untergrundes erforderlich, wobei regelmäßig auch auf die Kenntnisse und Erfahrungen der regionalen hydrogeologischen Gebietsbearbeiter zugegriffen werden kann. Die auf die konkrete Fassungsanlage abgestellte konzeptionelle Beschreibung der geologischen, geomorphologischen, hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse einschließlich der relevanten Fließprozesse bildet die Grundlage für die Abgrenzung des Bildungsraumes und darauf aufbauend die Abgrenzung eines Schutzgebietes. Entsprechend dem geltenden Regelwerk werden bei der Bemessung eines Trinkwasserschutzgebietes drei verschiedene Zonen unterschieden und abgegrenzt. Diese drei Zonen haben unterschiedliche Größen und erfüllen verschiedene Schutzanforderungen. Es werden die Fassungszone bzw. der Fassungsbereich (Schutzzone I), die engere Schutz-



Abb. 5: Typische Trinkwasserschutzzone I einer Brunnenanlage mit Umzäunung (LfULG/ P. Fischer)

zone (Schutzzone II) und die weitere Schutzzone (Schutzzone III) unterschieden.

Die Schutzzone I ist die kleinste dieser Zonen. Sie dient vor allem dem Schutz der Fassung selbst, z. B. vor dem unbefugten Betreten dieses Bereichs, vor Beschädigung der Fassungsanlage(n), im Havariefall, vor Vandalismus usw. Da dieser Bereich sehr sensibel ist und zwingend vor äußeren Einflüssen geschützt werden muss, wird er zumeist entsprechend gesichert (Zaun) und beschildert. So ist diese Fläche für Jedermann im Gelände gut sichtbar abgegrenzt. Hier besteht für Unbefugte Zutrittsverbot (Abb. 5).

Die Schutzzone II soll gewährleisten, dass keine pathogenen Mikroorganismen in die Fassung gelangen. Zugrunde liegt hierbei der Grundsatz der sogenannten 50-Tage-Linie. Das bedeutet, dass diese Zone von der Fassung aus bis zu einer Linie reichen muss, von der aus das genutzte Grundwasser eine Fließzeit von mindestens 50 Tagen benötigt. Der Gesetzgeber unterstellt dabei, dass innerhalb dieser Zeitspanne die pathogenen Keime abgebaut sind. Die Ausgrenzung dieser Linie ist aufgrund der zumeist komplizierten hydrogeologischen Verhältnisse nicht immer einfach zu bewerkstelligen und bedarf neben analytischen oder numerischen Verfahren zumeist zusätzlicher, technischer Untersuchungen (z. B. Markierungsversuche). Diese Zone II ist schon weniger deutlich im Gelände

erkennbar. Da dieser Bereich dennoch in Bezug auf die Trinkwasserfassung sensibel ist, bedarf der Schutzstatus einer entsprechenden Würdigung. Deshalb weisen Beschilderungen auf solche Gebiete hin. Man kennt diese Beschilderung vielerorts entlang von Autobahnen oder Straßen. Regelmäßig ist der Transport von wassergefährdenden Stoffen durch diese Zone verboten, was durch ein entsprechendes Zusatzzeichen „Streckenverbot für Fahrzeuge mit wassergefährdender Ladung“ in der StVO geregelt ist (Abb. 5).



Abb. 6: Zusatzzeichen nach StVO für Streckenverbot für Fahrzeuge mit wassergefährdenden Stoffen. (LfULG/ P. Fischer)

Die Schutzzone III umfasst den unterirdischen Bildungsraum des Grundwassers, welcher durch die Wassergewinnungsanlage genutzt wird – das sogenannte Einzugsgebiet. Während es im Falle von Drainquellen aufgrund der Bildungsmechanismen noch vergleichsweise einfach ist das unterirdische Einzugsgebiet zu erfassen, ist es für Brunnen sowohl im Fest- als auch im Lockergestein fachlich sehr anspruchsvoll. Häufig liegen nicht genügend Fachinformationen oder Fachdaten für diese vergleichsweise große Fläche vor.

Die Kenntnisse des geologischen Untergrunds sind zwingende Voraussetzung für die Abgrenzung des Bildungsraumes. Grundlagen sind hierbei neben den vorhandenen Bohrungen zumeist verschiedene geologische Karten, die schon seit je her ebenfalls im Geologischen Dienst Sachsens erstellt wurden. Aus diesen lassen sich in Verbindung mit den Daten und Informationen zu den Fassungen (Ausbaudaten, Pumpversuche, chemische Untersuchungen, Altersdatierungen usw.) sowie dem Wissen um die Fließprozesse im Untergrund, hydrogeologische Modelle ableiten. Diese geben Aufschluss über die Erstreckung des unterirdischen Einzugsgebietes der jeweiligen Wasserfassung(en). Nicht selten ist diese Fläche aber auch nur im Analogieschluss zu ermitteln, da der technische Aufwand für eine intensive Untersuchung dieses Bildungsraumes unverhältnismäßig groß wäre. Zudem ist diese Fläche von allen drei Zonen die größte. Im Zuge der Inkraftsetzung der Rechts-

verordnung kann gerade die erforderliche Flächengröße auch zu Interessenkonflikten führen, da mit solchen Schutzgebieten stets Auflagen, Restriktionen oder gar Verbote verbunden sein können.

In den vergangenen Jahren mit zum Teil extremen Witterungserscheinungen wie Hochwasser und längeren Trockenperioden, sinkenden Grundwasserspiegeln und inzwischen auch sichtbar sinkenden Pegeln/Wasserspiegeln in den Trinkwassertalsperren, werden die Auswirkungen des Klimawandels für jedermann erkennbar. Mehr denn je gilt es, die Grundwasserressourcen vor Verschmutzung, konkurrierenden Nutzungen unterschiedlicher Interessensgruppen zu schützen und für den Naturhaushalt und nachfolgende Generationen zu erhalten. Die Hydrogeologen und Hydrogeologinnen des Geologischen Dienstes unterstützen dieses Anliegen verantwortungsvoll z. B. im Rahmen der Trägerbeteiligung öffentlicher Belange bei Planungen von Straßen, Autobahnen, Bau-, Wohn- und Gewerbegebieten, bei Bauwerken, Genehmigungsverfahren zu Bergbauvorhaben, aber auch vermehrt im Rahmen privater Interessen, wie bei der Gewinnung von Erdwärme über Erdwärmesonden oder bei der Errichtung privater Brunnen.

Mineral- und Heilwässer in Sachsen (Mathias Hübschmann)

Ein traditionelles Betätigungsfeld der Hydrogeologen und eine der fachlich anspruchsvollsten und spannendsten Aufgaben ist von jeher die Erkundung und der Nachweis, neuerdings aber vor allem auch der Schutz meist tiefer und von menschlichen Einflüssen noch weitgehend unbeeinflusster Grundwasserressourcen, die sich für eine besondere Nutzung z. B. als Mineral-, Thermal- oder Heilwasser eignen.

Wertbestimmend für die besonderen Eigenschaften dieser unterirdischen Wässer sind die Inhaltstoffe, die sie auf dem Weg zur Erdoberfläche, in Wechselwirkung mit dem Gestein oder aufgrund ihrer langen Aufenthaltszeit im Untergrund aufgenommen haben. Auch die besondere Eigenschaft einer erhöhten Temperatur – Wässer die von Natur aus an der Austrittsstelle eine Temperatur größer 20°C aufweisen, können als Thermen oder Thermalquellen, in Kombination mit einem besonderen Chemismus auch als Thermalsole bezeichnet werden (Deutscher Tourismusverband e.V. und Deutscher Heilbäderverband e.V., 2005) – kann den Wert eines unterirdischen Wasservorkommens erhöhen.

Heilwässer

Mit der fortschreitenden Industrialisierung und dem Wunsch der Menschen nach Erholung oder auch zur Heilung von Erkrankungen gewann gerade das Kur- und Heilbadwesen zu Beginn des 20. Jhdts. und dann noch einmal nach dem 2. Weltkrieg besonders an Bedeutung, wobei die Anfänge bis in das 16. Jhdts. zurückreichen.

Heute existieren in Deutschland über 160 staatliche anerkannte Kur- und Heilbäder, die auf der Nutzung von besonderen unterirdischen Wässern beruhen. Einen umfassenden Überblick über Heilwässer, deren Genese und Entnahmebedingungen, Beschaffenheit und Elementbestandteile, klinische Anwendungsgebiete und pharmakologische Wirkungen in Sachsen sowie im gesamten Bundesgebiet gibt Käß & Käß (2008). Speziell zu Mineral- und Thermalwässern in Sachsen hat das Landesamt im Jahre 2000 in der Reihe Geoprofil eine umfassende Übersicht vorgelegt (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2000).



Abb. 7: Hauptgebäude des Königlichen Albert-Bades der Sächs. Staatsbäder Bad Elster, erbaut um 1908; (Sächsische Staatsbäder Bad Elster GmbH, I. Pastierovic)

Einen aktuellen Überblick über die derzeit in Sachsen bestehenden Kur- und Heilbädern und die Charakteristik der genutzten Heilwässer gibt die nachfolgende Tabelle 1.

Tab. 1: Übersicht zu Heilbädern und Heilwasseranwendungen in Sachsen aus KäB & KäB (2008), ergänzt (Stand 9/2021).

Standort/Name	Quellenname(n)/ Art der Fassung	Herkunft/Genese des Heilwassers/ Grundwasserleiter-System	Balneologische/ therapeutische Zielrichtung	Kliniken/Heilbäder
Bad Lausick	Matthesbrunnen Albertbrunnen	- Tertiäre Abfolge mit Alaunton (Mineralisationslieferant) und Liegendton (Liegendstauer) über einem Basement aus Rhyolithen und Tuffen des nordsächsischen Vulkanit-Komplexes - Anthropogen bedingte hydraulische Kommunikationsbereiche innerhalb der Braunkohlenflöze	u.a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen; orthopädische Indikationen; neurologische und psychosomatische Erkrankungen	MEDIAN Klinik, Sachsenklinik mit Haus Herrmannsbad
Warmbad Wolkenstein	Quellschacht	- Thermalwasseraufstieg über Kluftsystem im Gneis/ Glimmerschiefer; - kompliziertes Mehrkomponentensystem	u.a. Herz-Kreislauf- und Gefäßerkrankungen; Erkrankungen der Stütz- u. Bewegungsorgane, Stoffwechsel- und Atemwegserkrankungen	Bundesknappschafts-Rehabilitationsklinik
Thermalbad Wiesenbad	Georgsquelle	- kluftgebundener Thermalwasseraufstieg aus Gneis bzw. Wiesenbader Granit; - kompliziertes Mehrkomponentensystem	u.a. Erkrankungen der Stütz- u. Bewegungsorgane, Erkrankungen des Nervensystems, posttraumatische Querschnittssyndrome	Gesellschaft für Kur- und Rehabilitation GmbH
Bad Elster	Marienquelle 1 und 3, Badquelle, Salzquelle, Moritzquelle 1 und 2, Sprudel 1 bis 4	- Wasseraufstieg innerhalb einer Schwächezone im Phyllit (tektonische Zerrüttungszone), Ursprung aber wahrscheinlich aus dem tieferen Untergrund; - einzelne Quellenaustritte mit komplizierter individueller Genese und Mischungskomponenten; - Einfluss aus CO ₂ -Aufstieg (junger Vulkanismus des Eger-Grabens)	u.a. Herz-Kreislaufferkrankungen, rheumatische Erkrankungen; Nachbehandlung nach Operationen und Unfallverletzungen an den Bewegungsorganen, Restlähmungen des Nervensystems, Erkrankungen der ableitenden Harnwege, chronische Schmerzerkrankungen	Sächsische Staatsbäder GmbH; Weitere 6 Kliniken
Bad Brambach	Schillerquelle, Eisenquelle, Wetтинquelle, Wiesenquelle, obere und untere Grenzquelle	- Kluftgebundener Mineralwasseraufstieg im Grenzbereich zwischen Monzo-Syenodiorit und Paragneisen; - Einfluss aus CO ₂ -Aufstieg (junger Vulkanismus des Eger-Grabens); - Mehrkomponentensystem; besonders hoher Radongehalt	u.a. rheumatische Erkrankungen, orthopädische Erkrankungen, Gelenkerkrankungen, Wirbelsäulensyndrome, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Unfall- und Verletzungsfolgen	Sächsische Staatsbäder GmbH; Weitere Kliniken
Bad Muskau	Tiefbohrung	- Sole-Thermalwasser aus dem Mittleren Buntsandstein und Eisenvitriol-Trink-Quelle/Quartär	u.a. rheumatische Erkrankungen, Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates, orthopädische Erkrankungen, Stoffwechselerkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen	Kulturhotel Fürst Pückler Park, Therapeutisches Zentrum Moorbad Bad Muskau GmbH
Bad Schlema	Brunnenbohrung 1 auf dem Gleysberg und Gleysbergquelle	- Kluftsystem des Granits - Aufstieg/Förderung radiumhaltiger Wässer	u.a. Hauterkrankungen; Herz-Kreislauf-Erkrankungen; Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates	Kurgesellschaft Actinon Gesundheitsbad

Um den Status eines Heilbades zu erlangen, sind besondere Voraussetzungen erforderlich. So muss in einem amtlichen Anerkennungsverfahren nachgewiesen werden, dass das sogenannte Heilmittel eine therapeutische Wirkung entfaltet. Meist erfolgt dies durch balneologische Gutachten durch

Mediziner und Therapeuten. Dabei geht es darum nachzuweisen, dass mit der Heilmittelanwendung (z. B. medizinische Bäder, Trinkkuren und Inhalationen) eine physikalische oder pharmakologische Wirkung verbunden ist. Oft erfolgen therapeutische Ansätze mit Heilwässern auch in Kombination mit

Peloiden (Heilschlämmen). Auch die Anteile gelöster Gase oder besondere z. B. auch radiogene Inhaltsstoffe wie Radon spielen bei der therapeutischen Beurteilung derartiger Heilwässer eine wichtige Rolle.

Ein wesentlicher Aspekt des Anerkennungsverfahrens für ein Heilwasser ist die amtliche Bestätigung seiner Herkunft. Dabei obliegen den Hydrogeologen der Nachweis der Aufenthalts- und Bewegungsräume derartige unterirdischer Wasservorkommen, ihrer Neubildungsbedingungen sowie Nutzungs- und Schutzaspekte. Die Hydrogeologen des geologischen Dienstes leisten dabei als unabhängige Fachleute einen wesentlichen Beitrag. Sie prüfen die im Anerkennungsverfahren durch die

Antragsteller vorgelegten Gutachten, gleichen die Erkenntnisse mit den eigenen Erkenntnissen und dem großen verfügbaren Daten- und Wissensfundus ab und formulieren Anforderungen und Empfehlungen für die beabsichtigte Nutzung des unterirdischen Wasservorkommens. Dabei spielen eingehende Betrachtungen zur Genese der Wässer und deren Wechselwirkungen mit den Gesteinen eine wichtige Rolle. Denn meist handelt es sich um komplexe Mehrkomponenten-Systeme; also Wässer, die aus unterschiedlich alten und unterschiedlich hoch mineralisierten Zuflussanteilen bestehen. Ohne eingehende Kenntnisse zu den Bildungsmechanismen derartiger Wasservorkommen können keine wirksamen Schutzmaßnahmen formuliert werden.



Abb. 8: Wetzquelle Bad Brambach, Innenansicht; (Sächsische Staatsbäder Bad Elster GmbH, I. Pastierovic)

Mit dem erfolgreichen Anerkennungsverfahren ist auch ein öffentlicher Schutzstatus für diese Heilquellen ähnlich denen zu Trinkwasserschutzgebieten verbunden. In einer eigens hierzu von der zuständigen Behörde (in Sachsen die Landesdirektion) erlassenen Rechtsverordnung werden für das Einzugsgebiet des Heilwasservorkommens räumlich abgestufte und angepasste Verbote und Nutzungsbeschränkungen formuliert, die den langfristigen Schutz der Heilquelle sichern sollen. Nutzungskonflikte im Einzugsgebiet beispielsweise durch private Grundwasserentnahmen, tiefe Baumaßnahmen, die Gewinnung von Erdwärme oder die Auswirkungen der flächenhaften Intensivlandwirtschaft erschweren häufig die Umsetzung der notwendigen Schutzmaßnahmen. Die Hydrogeologen des geologischen Dienstes stehen hierbei den Ge-

nehmigungsbehörden beratend zur Seite und formulieren aufgrund ihrer Kenntnisse Fachbeiträge und Hinweise, die Eingang in die Genehmigungsverfahren finden.

Auch bei bestehenden Heilwassernutzungen werden die Hydrogeologen des geologischen Dienstes regelmäßig zu aktuellen Sachverhalten im Einzugsgebiet befragt und beraten sowohl die Betreiber der Kur- und Heilbäder als auch die zuständigen Wasserbehörden zu speziellen Fragen des Untergrundes und des Schutzes der Heilwässer. Seit der Neugründung des Landesamtes nach der politischen Wende 1989 wurden auf diese Weise zu den sächsischen Heilquellenstandorten mehr als 50 Fachstellungennahmen und Expertisen verfasst.

Mineralwässer

Mit dem zunehmenden Bewusstsein für eine gesunde und nachhaltige Lebensweise der Bevölkerung entwickelte sich auch die Mineralwasserwirtschaft in Deutschland und auch in Sachsen. Einige Standorte sind bereits seit über 100 Jahren bekannt oder in Nutzung. Einen Überblick über die derzeit im Freistaat Sachsen vorhandenen Mineralwasserbetriebe gibt Tabelle 2.

Tab. 2: Übersicht zu den derzeit amtlich anerkannten Mineralwasserproduzenten in Sachsen

Produzent	Abfüllort	Geologische Herkunft des Wassers	Hydrogeologische Eigenschaften des hydraulisches System
Bad Brambacher Mineralquellen GmbH u. Co. KG	Bad Brambach im Vogtland	Phyllite und Glimmerschiefer (Kambroordovizium)	Kluft-Aquifer
Lichtenauer Mineralquellen GmbH	Niederlichtenau bei Chemnitz	Konglomerate, Sand- und Schluffsteine (Unterkarbon) in der Ebersdorfer Teilmulde	Kluft-Poren-Aquifer
Oppacher Mineralquellen GmbH u. Co. KG	Oppach und Sohland/ Oberlausitz	Lausitzer Granodiorit-Massiv (Neoproterozoikum)	Kluft-Aquifer
Ileburger Sachsenquelle GmbH	Eilenburg, Landkreis Nordsachsen	Bitterfelder Glimmersande (Tertiär)	Poren-Aquifer
Sonnenstein-Quelle Betriebs GmbH	Pirna, Ortsteil Sonnenstein	Sandsteine (Turon/Kreide)	Kluft-Poren-Aquifer

Die Gewinnung und Vermarktung des Mineralwassers ist eine private kommerzielle Nutzung des Untergrundes. Um ein Mineralwasser als Lebensmittel zu vermarkten, ist ähnlich wie bei Heilquellen ein amtliches Anerkennungsverfahren erforderlich. Als Regelwerk gilt dabei die Mineral- und Tafelwasserverord-

nung (Min/TafelWV, 1984). In ihr sind u. a. die geologischen, hydrogeologischen, hydraulischen, hydrochemischen und lebensmittelrechtlichen Anforderungen an die Beschaffenheit eines Mineralwassers festgeschrieben.



Abb. 9: Beispiel eines Flaschenetikettes eines sächsischen Mineralwasserproduktes mit Deklarationsanalyse (Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Lichtenauer Mineralquellen GmbH in Lichtenau bei Chemnitz).

Hinsichtlich der wertbestimmenden Bestandteile und Gegenstand der Vermarktungsstrategie ist vor allem die sogenannte ursprüngliche Reinheit des unterirdischen Wasservorkommens – das Wasser sollte frei von Oberflächeneinflüssen sein – aber auch der Gehalt an bestimmten gelösten Mineralien, denen eine positive Wirkung auf das allgemeine Wohlbefinden und die Gesundheit zugeschrieben werden. Gemäß den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen dürfen Mineralwässer nur in sehr begrenztem Umfang vor der Abfüllung behandelt werden. Zugelassen sind im Wesentlichen nur die Entfernung von störenden Eisenverbindungen sowie die Zugabe von Kohlen-

säure. Jede Flasche muss eine entsprechende Deklarationsanalyse auf dem Etikett tragen. Die Hydrogeologen des geologischen Dienstes prüfen als Beteiligte in diesen Anerkennungsverfahren die geologischen und hydrogeologischen Voraussetzungen des unterirdischen Wasservorkommens, dessen Bildungsbedingungen und Schutzbedürfnisse. Sie geben Hinweise zur optimalen und nachhaltigen Bewirtschaftung des Wasservorkommens, um der Forderung der MinTafelWV (1984) nach gleichbleibendem Mineralisationsinhalt (in festgelegten Schranken) möglichst lange entsprechen zu können.



Bild 10: Beispiel unterschiedlicher Mineralwasserprodukte eines Mineralwasserproduzenten aufgrund des Anteils an zugesetzter Kohlensäure. (Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Bad Brambacher Mineralquellen GmbH u. Co KG)

Die Einzugsgebiete der Gewinnungsbrunnen von Mineralwasserproduzenten besitzen keinen Schutzstatus ähnlich denen von Trinkwassernutzungen oder Heilquellen, da der Gewinnungszweck nicht dem Wohl der Allgemeinheit dient, sondern privatwirtschaftlich ist. Für den Schutz des Mineralwasservorkommens vor Gefährdungen wie:

- Verletzung schützender Deckschichten, die den Schadstofftransfer von der Erdoberfläche in den Untergrund unterbinden oder zumindest verzögern,
- Flächenhafter und intensiver Einsatz von Düngemitteln, Herbiziden, Pestiziden und anderen Chemikalien durch die Landwirtschaft,
- Einsatz und Lagerung von Gefahrstoffen,
- Tiefe Bohrungen, geothermische Nutzungen, Brunnen und andere Eingriffe in den Untergrund, die das natürliche Strömungsfeld im Grundwasserleiter stören oder verändern können,

ist der Mineralwasserproduzent damit selbst verantwortlich.

Um diesem Nachteil zu begegnen, wird in Sachsen inzwischen den betroffenen Mineralwasserproduzenten eine Einbeziehung in die jeweiligen Planungs- und Genehmigungsverfahren eingeräumt und ihnen damit Gelegenheit gegeben, ihre Nutzungs- und Schutzansprüche geltend zu machen. Hier sind die Hydrogeologen sowohl im Zusammenwirken mit den Wasserbehörden als auch beratend für die Mineralwasserproduzenten tätig und folgen dem Anspruch, geologisches und hydrogeologisches Wissen zum Wohl der Allgemeinheit und für einen angemessenen Interessensausgleich bei Nutzungskonflikten bereitzustellen. Ziel ist eine hinsichtlich der Mineralwasserressource möglichst gefährdungsarme Nutzung des Einzugsgebietes durch Dritte. Beispielhaft sind hier die Nutzungsvereinbarungen zwischen den Mineralwasserproduzenten und der Landwirtschaft, Teufenbegrenzungen bei geothermischen Anlagen oder der Verzicht Dritter auf tiefe Brunnen zu nennen.

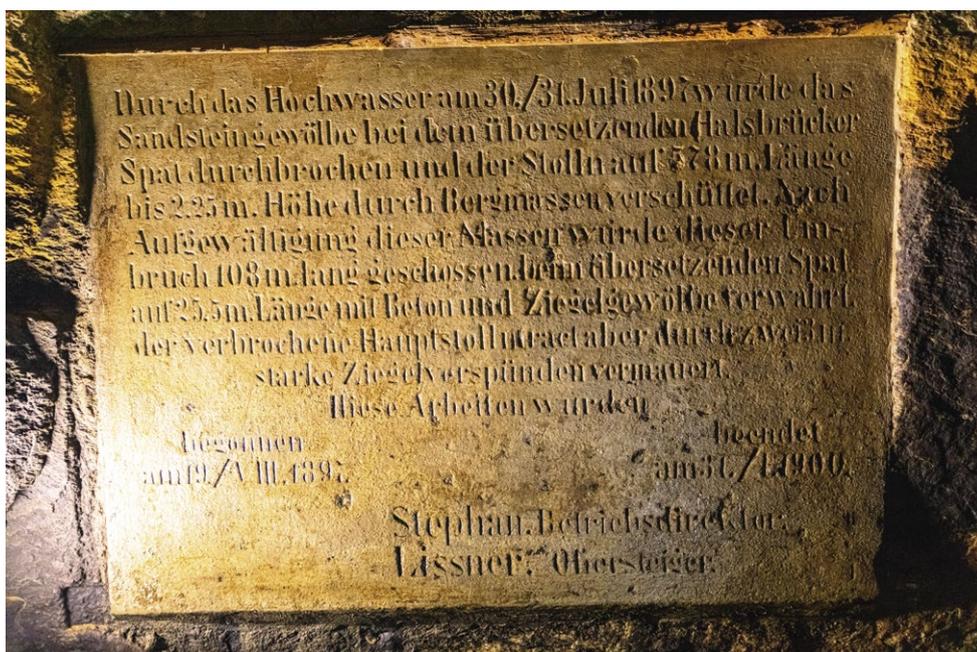
Hydrogeologische Aspekte der Abfallverwertung in Tagebauen als Beispiel montanhydrogeologischer Fragestellungen (Friedemann Grafe)

Der Freistaat Sachsen als besonders rohstoffreicher Teil Deutschlands blickt auf eine wechselvolle Bergbaugeschichte zurück. Innerhalb der Zeitspanne von den prähistorischen Anfängen bis zur Gegenwart nimmt der mehr als 850-jährige Erzbergbau in Freiberg und im Erzgebirge eine global herausragende Stellung ein (UNESCO-Welterbe Montanregion Erzgebirge/Krušnohori). Aufgrund der Rohstoffvielfalt umfasst bzw. umfasste der sächsische Bergbau den Abbau von Erzen, Stein- und Braunkohle, Uran sowie von Steinen und Erden. Der Bergbau prägte die Regionen maßgebend und er strahlt weiter

in die Zukunft aus. Hierbei stellt die Bewältigung seiner Folgen für die Umwelt eine besondere Herausforderung dar. Von Anfang an begleitete das Wasser den Bergbau. Sowohl Grund- als auch Oberflächenwasser spielten und spielen dabei eine existenzielle Rolle (Abb. 11 oben). Dies spiegelt sich exemplarisch und in dramatischer Weise in dem Augenzeugenbericht „Die grosse Wassersnot in Sachsen 1897“ (Anonymer Autor, 1897) über die Auswirkungen des Hochwassers im Freiburger Revier (Abb. 11 unten) wieder.



Abb. 11: Rothschönberger Stolln als Hauptentwässerung des Freiburger Reviers (oben: Wasseraustritte mit Sinterbildung, unten: Tafel zur Erinnerung an die Schäden durch das Hochwasser 1897) (LfULG)



Aus der Verbindung von Bergbau und Hydrogeologie entwickelte sich die Montanhydrogeologie. Im Wesentlichen unterscheidet sich die Montanhydrogeologie nach Jordan & Weder (1995) in drei zeitlich sehr verschiedene Phasen:

- 1) vor dem Bergbau → Montanhydrogeologische Erkundung,
- 2) während des Bergbaus → Montanhydrogeologie beim Lagerstättenabbau,
- 3) nach dem Bergbau → Montanhydrogeologie bei der Stilllegung/Verwahrung und Renaturierung.

Dabei nimmt die Phase des Lagerstättenabbaus verglichen mit den beiden anderen Phasen einen vergleichbar kurzen Zeitraum ein, in dem jedoch die Geohydraulik, die Grundwasserdynamik und in der Folge der Wasserhaushalt, die Wasserbeschaffenheit sowie die ober- und unterirdische Gebietsentwässerung nachhaltig und oft großflächig verändert werden (Stichworte: Grundwasserwiederanstieg, Setzungsfließen, Vernässung, Ewigkeitslasten). Eine Überbeanspruchung der natürlichen Ressourcen (hier: primäres geologisch-hydrogeologisches Wirkungsfeld der Lagerstätte) durch den Bergbau ist zu vermeiden. Aus diesem Grund sind die hydrogeologischen Belange in allen drei Phasen durch die entsprechenden staatlichen Fach- und Vollzugsbehörden zu begleiten.

Neben Schwerpunktaufgaben der Erkundung und Lagerstättenabbau (Beteiligungen im Rahmen bergrechtlicher Planfeststellungsverfahren nach Bundesberggesetz bei Neuauffahrungen und wesentlichen Änderungen von Tage- und Tiefbauen im Rahmen von Zulassungen von Betriebsplänen) sowie Stilllegung und Renaturierung (siehe z. B. Fachbeitrag zum Grundwasserwiederanstieg im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau-Oelsnitz), nehmen zunehmend auch Beteiligungen im

Rahmen von Abfallverwertungsmaßnahmen in Tagebauen des Steine- und Erdenbergbaus mengenmäßig einen steigenden Anteil bei der Bearbeitung der montanhydrogeologischen Fragestellungen ein. Dabei können die Tagebaue sowohl unter Bergaufsicht (Zulassung von Abschlussbetriebsplänen) als auch außerhalb der Bergaufsicht betrieben werden. Dieser eng begrenzte Ausschnitt der breiten montanhydrogeologischen Aufgabenstellungen steht im Fokus dieses Beitrages.

Ist der Rohstoffabbau in den Tagebauen beendet, erfolgt im Zuge der Wiedernutzbarmachung in der Regel eine Verfüllung der geschaffenen Hohlformen. Wesentliche Voraussetzungen der Verfüllung mit mineralischen Abfällen stellen sowohl ausreichende Kenntnisse der geologisch-hydrogeologischen Standortverhältnisse (Abb. 12) als auch die korrekte Ableitung des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes dar. Nach der Verfüllung ist ein geeignetes Grundwassermonitoring für die Genehmigungsbehörden das einzige Instrument zur Nachweisführung der Schadlosigkeit der Abfallverwertung. Insbesondere bei komplizierten geologischen Lagerungsverhältnissen und komplexen hydrogeologischen Standortverhältnissen können ggf. eine hydrogeologisch-geohydraulische Erkundung durch Bohrungen, Grundwassermessstellenausbau, Stichtagmessungen und hydraulische in situ Tests (z. B. Pumpversuche) erforderlich werden. Für die Ableitung des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes ist in der Regel eine langjährige Ganglinie der Grundwasserstände erforderlich. Fehlen derartige Daten, wird der höchste zu erwartende Grundwasserstand auf Basis gemessener Grundwasserstandsdaten (wenige Jahre) und eines fachlich begründeten Sicherheitszuschlages abgeleitet. Die dazu vom Bergbautreibenden vorgelegten Gutachten, Berichte und Messwerte fachlich zu bewerten, ist eine der vordringlichen Aufgaben der Hydrogeologen des geologischen Dienstes.

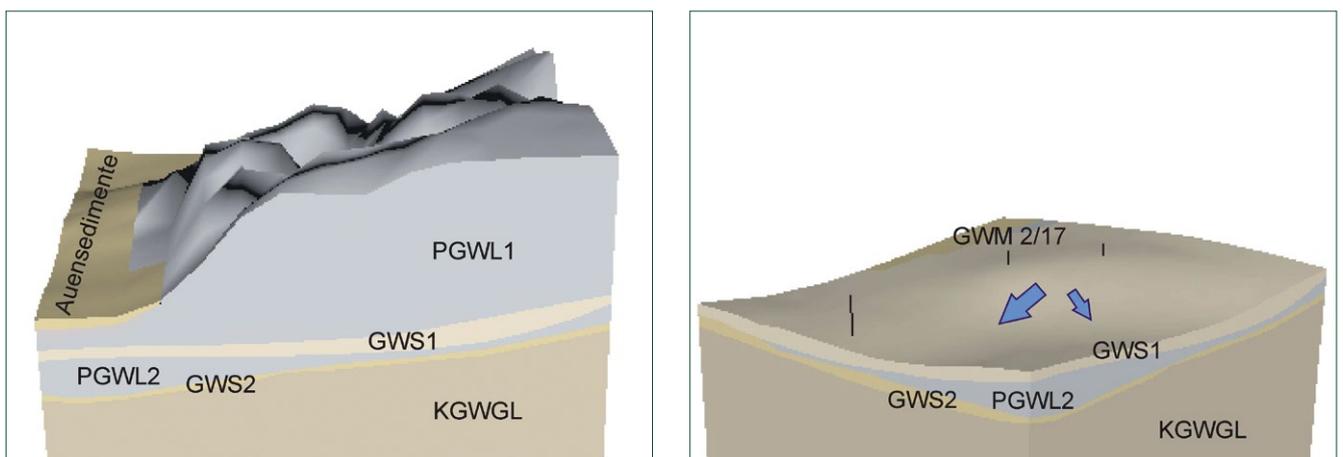


Abb. 12: Abgeleitetes geologisch-hydrogeologisches Standortmodell für einen Kiessandtagebau (links: Blockmodell mit allen hydrogeologisch relevanten Schichten, rechts: auf Basis der Geometrie des Grundwasserstauers GWS1 abgeleitete, mögliche Grundwasserfließrichtungen); (Blockmodellauschnitte aus dem geologisch-hydrogeologischen Landesmodell (HyK50) (LfULG))

Weiterhin prüfen wir, ob der vom Rohstoffabbauunternehmen vorgelegte Plan zur künftigen Beobachtung des Grundwassers im Umfeld der geplanten Verfüllung als Sondermessnetz entsprechend den konkreten hydrogeologischen Standortverhältnisse geeignet ist (Abb. 12 links). Hierbei achten wir besonders darauf, dass auf Grundlage der Kenntnis der Grundwasserfließrichtung (Hydrodynamik) der Grundwasserabstrom in allen relevanten Grundwasserleitern vollständig durch das Monitoringkonzept erfasst wird (Abb. 12 rechts). Zusätzlich ist in der Regel eine Grundwassermessstelle im Grundwasseranstrom des zu verfüllenden Abbaubereiches erforderlich, um die unbeeinflusste, hydrogeochemische Beschaffenheit des Grundwassers zu erfassen. Die Qualitätsanforderungen an die GWM des Sondermessnetzes im Sinne von sogenannten Gütemessstellen richten sich nach den Anforderungen der entsprechenden Regelwerke und den Vorgaben einer fachlich belastbaren Grundwasserprobenahme (Abb. 13).

Sowohl die geologisch-hydrogeologische Erkundung im Vorfeld als auch das Grundwasser-Monitoring nach der Verfüllung dient dem Schutz vor stofflichen Auswirkungen auf das unterirdische Wasser und stellt somit einen Interessenausgleich zwischen dem vom Bergbautreibenden nach Ende der Abbautätigkeit angestrebten Verfüllung der Hohlform und dem Schutz der Umwelt dar. Als Fachbehörde des Freistaates Sachsen unterstützen die Hydrogeologen des Landesamtes hierbei die Genehmigungsbehörden mit Fachstellungen, welche auf der Basis der bestmöglichen Synthese des umfangreichen Daten- und Kenntnisstandes des Staatlichen Geologischen Dienstes erfolgen.



Abb. 13: Errichtung einer Güte-Grundwassermessstelle zur Überwachung einer Abfallverwertungsmaßnahme in einem Kiessandtagebau (links: ausgelegter Bohrkern, rechts: 5-Zoll-Ausbau noch ohne Überflerausbau und Abschlusskappe); (LfULG/ Grafe)

Eine Frage der Zeit – Der Grubenwasseranstieg im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz (Maria Ussath)

Mit dem Ende des bis zu 1.200 m tief reichenden Bergbaus im Lugau/Oelsnitzer Steinkohlenrevier 1971 wurde die bergbauliche Wasserhaltung Schritt für Schritt eingestellt. Seither steigt das Wasser stetig in den Resthohlräumen der Grubengebäude an. Aufgrund des geringen Zuflusses jahrtausendealter Tiefenwässer vollzieht sich der sogenannte Grubenwasseranstieg im hydrogeologisch äußerst komplex strukturierten Revier sehr langsam. Das Besondere daran – chemische Analysen zeigen, dass das aufsteigende Wasser in der tiefen Grubenwasser-messstelle Oelsnitz (in 634 m Tiefe; Abb. 14) einen sehr hohen Salzgehalt mit einer Chloridkonzentration von bis zu 14 Gramm je Liter aufweist (G.E.O.S., 2020). Man spricht bei Wasser mit einem solch hohen Gehalt von einer Sole (Abb. 15).



Abb. 14: Grubenwassermessstelle Oelsnitz/Erzgebirge (A. Wölfel)

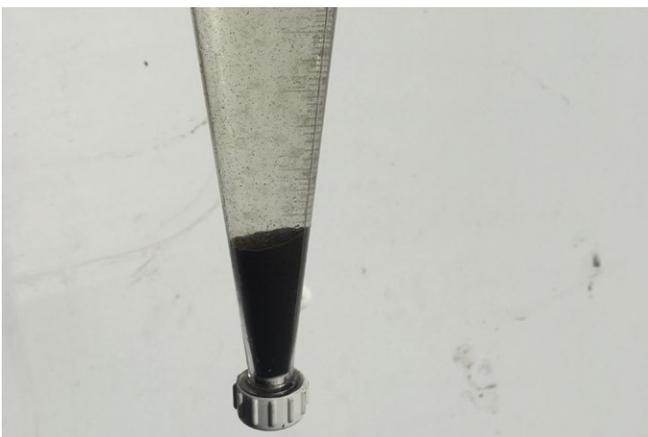


Abb. 15: Grubenwasser mit Kohlepartikeln, Probenahme bei Pumpstest (LfULG/ Jahns)

In naher Zukunft, in schätzungsweise 10 Jahren, wird dieses Wasser die Erdoberfläche erreichen. Die Frage ist wann und wo. Die Hydrogeologen des Geologischen Dienstes schaffen durch eigene Untersuchungen und Expertise sowie durch die Steuerung wissenschaftlicher Arbeiten und Analysen externer Sachverständiger zur Beantwortung dieser Frage die erforderliche Wissensbasis, um rechtzeitig die notwendigen Entscheidungen zu treffen. Sie unterstützen das Sächsische Oberbergamt bei der Überwachung des finalen Grubenwasseranstiegs und geben Empfehlungen für frühzeitige effiziente Abwehrmaßnahmen, um beispielsweise ungewollte Vernässungsbereiche in Ortslagen zu vermeiden. Um diese Maßnahmen auch gezielt durchführen zu können, bedarf es einer guten Prognose, ob und wenn ja wo genau und mit welcher Beschaffenheit das Wasser zu Tage treten wird.

Erste Prognosen zum Flutungsverlauf wurden bereits 1974 durch Curt Beyer, Gruppenmarkscheider des Reviers (Vermessungsingenieur), in der Bergschadenkundlichen Analyse gegeben (Beyer et al., 1974). Mit der ersten tiefen Bohrung 2004 in Oelsnitz (Abb. 16) und den hydrogeologischen Erkenntnissen aus dieser Bohrung konnte die anfängliche Annahme bestätigt und eine neue komplexe Flutungsprognose erstellt werden (Eckardt & Unland, 2005). Diese basiert auf einem 3-dimensionalen Grubenwasseranstiegsmodell auf Grundlage eines geologischen 3D-Modells des Untergrundes sowie Berechnungen des Resthohlraumvolumens der unterirdischen Grubenbereiche (Felix et al., 2010).

Um die Flutungsentwicklung detaillierter und lokal differenzierter prognostizieren zu können, arbeiten wir an einer Weiterentwicklung des Grubenwasseranstiegsmodells mit aktualisierten hydrogeologischen Daten unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus Spezialanalysen (wie bspw. Isotopenanalysen, Geophysik, Radarfernerkundung) und unter Einbezug der Interaktion des oberflächennahen Grundwassers. Diese Prognosen sind ein grundlegender Bestandteil der vorausschauenden Gefahrenabwehr im Revier Lugau/Oelsnitz und eine spezielle Aufgabe im Bereich der Montanhydrogeologie des Geologischen Dienstes Sachsens. Denn eines ist sicher – das Wasser kommt.

nen Gartenbrunnen zu einem rasanten Anstieg der Brunnenbohrungen und entsprechender Grundwasserentnahmen. Mittlerweile beträgt allein der Zuwachs bei den Gartenbrunnen sachsenweit pro Jahr mehrere hundert bis tausend Anträge (Abb. 17).

Diesen stark steigenden Nutzungsanforderungen stehen konträr die durch den Klimawandel bedingte Reduzierung der Grundwasserneubildung und verbunden, sinkende Grundwasserstände und rückläufige Grundwasserressourcen gegenüber. Zudem ist die übergeordnete Prämisse – die Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen, auch aus der Grundwasserförderung resultierenden öffentlichen Trinkwasserversorgung – stets auch bei der fachlichen Prüfung im geologischen Dienst vorrangig vor allen anderen Nutzungsanforderungen und bei neuen Anträgen zu Grundwasserentnahmen zu beachten. Ferner dürfen Grundwasserentnahmen nicht dazu führen, dass in Folge der Grundwasserabsenkung beispielsweise Gewässer austrocknen, die Vegetation oder empfindliche Ökosysteme geschädigt werden oder andere Grundwassernutzungen wie z. B. die öffentliche Trinkwasserversorgung beeinflusst werden.

Um mögliche negative Auswirkungen von Grundwasserentnahmen bereits vor ihrer Genehmigung und damit Realisierung bewerten und im Bedarfsfall verhindern zu können, sind detaillierte Kenntnisse zum geologischen Aufbau wie die Abfolge und Eigenschaften von Grundwasserleitern und Grundwasserstauern und zu den unterirdischen Fließverhältnissen erforderlich. Die Hydrogeologen des geologischen Dienstes können dafür sowohl auf umfangreiche Informationen aus der 150-jährigen Historie des Geologischen Dienstes Sachsens,

als auch auf aktuelle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse, sowie die langjährige Erfahrung der Mitarbeiter zurückgreifen, um mit diesem Wissen die Vollzugsbehörden im Freistaat unter anderem in Antrags- und Genehmigungsverfahren zu vorgesehenen Grundwasserentnahmen umfassend zu beraten.



Abb. 17: Errichtung eines Brunnens zur Trinkwasserversorgung (LfULG/ M. Richter)

Natürliche Quellen – „Hydrogeologische Fenster“ in den Untergrund (Carsten Schulz, Mathias Hübschmann)

Wir Hydrogeologen beschäftigen uns seit einigen Jahren wieder verstärkt mit Quellen, den natürlichen, ohne menschliche Einflüsse vorhandenen Austritten von Grundwasser an der Erdoberfläche. Dabei bewegen uns vor allem folgende Fragen: wie – Woher stammen diese Wässer? Wie lange waren sie im Untergrund unterwegs? Welchen Mineralisationsinhalt haben sie aufgenommen? Gerade im Festgestein sind unsere Kenntnisse zu den Bewegungsmechanismen des Wassers im Untergrund nach wie vor gering. Um zum Beispiel zu bewerten, ob der Lösungsinhalt in einem Grundwasser im Abstrom einer Deponie oder einer Altlast anthropogen beeinflusst ist, sind Kenntnisse zu den natürlichen Hintergrundgehalten des betroffenen Grundwasservorkommens von großer Bedeutung.

Neben Befunden aus Grundwassermessstellen sind chemische Daten aus natürlichen Quellwässern von hohem Interesse, gerade in Gebieten mit geringer Aufschlussdichte. Dies trifft in Sachsen nach wie vor vor allem auf die Festgesteinsgebiete zu.

Die Suche nach geeigneten Quellen ist oft mühsam und wir Hydrogeologen sind dann tagelang unterwegs, durchqueren zu Fuß, manchmal auf allen Vieren, Waldgebiete und Dickicht und folgen den Anzeigen unseres Geländenavigationsgerätes (GPS). Zuvor haben wir die verfügbaren Informationen zur Lage von Quellen aus topografischen und geologischen, in manchen Fällen auch historischen Karten zusammengetragen

und auf unser GPS geladen. Quellen sind nur dann für unsere Zwecke geeignet, wenn sie vermeintlich frei von menschlichen Einflüssen sind. Dieser fachliche Anspruch stößt zunehmend auf Grenzen, so ist der Einfluss der Landwirtschaft zumindest in oberflächennahen Grundwasserleitern mittlerweile fast flächendeckend vorhanden.

Sind wir fündig geworden (Abb. 18-19), erfolgt vor Ort eine eingehende Einschätzung der Geländesituation, inwieweit die vorgefundene Quelle den Qualitätsanforderungen für eine Probenahme entspricht. So sind zum Beispiel flächige Quellaustritte auf Wiesen und in Talsenken mit anmoorigen Bodenbildungen oder bei hoher Akkumulation von Biomasse meist nicht geeignet, da das geochemische Milieu am Austrittsort den ursprünglichen Chemismus des Quellwassers verändern kann. Und - keine Quelle gleicht der anderen, jede Quelle ist somit einzigartig.

Erfolgt eine positive Einschätzung, wird die Auslaufstelle ggf. von Gesteinsschutt und organischem Material befreit und die Schüttungsmenge mit Gefäß ermittelt oder abgeschätzt. Wichtige Kriterien wie Quelltyp, Koordinaten, Datum, Uhrzeit, Witterung, Besonderheiten im Umfeld, petrografische Beschreibung des am Quellaustritt anstehenden Gesteins bzw. des Sediments werden notiert. Mit unserer Multiparameter-sonde können wir bereits vor Ort wichtige Parameter wie pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffsättigung und -gehalt sowie das Redoxpotential ermitteln. Zusätzlich prüfen wir den diffusen Einfluss der Landwirtschaft bezüglich des Stickstoff-Eintrages halbquantitativ mittels Nitrat/Nitrit-Schnelltest.

Zurück im Büro werden die Feldergebnisse kontrolliert und kategorisiert. An dem Eintrag in die landesweite Aufschlussdatenbank, zu der auch die natürlichen Quellen gehören, denn es sind Punktaufschlüsse, führt heutzutage kein Weg vorbei. Bei einem weiteren Geländetag werden die geeigneten Quellen zusammen mit der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) unter unserer Anleitung beprobt.

Haben wir alle Ergebnisse zusammengetragen und liegen die Analysenergebnisse aus dem Labor vor, können wir auswerten. Die Klassifikation und statistische Auswertung der Ergebnisse ist oft besonders spannend und fördert so manche Überraschung über die Herkunft und Verweildauer der Quellwässer zutage. Eine bundesweite Auswertung der Grundwässer hinsichtlich ihrer Hintergrundgehalte wichtiger anorganischer Haupt- und Spurenstoffe wurde 2014 durch die geologischen Dienste veröffentlicht (Wagner et al 2014), an der auch wir Hydrogeologen des staatlichen geologischen Dienstes in Sachsen maßgeblich mitgewirkt haben.



Abb. 18: Quelle an der Ottomühle, (Gemeinde Rosenthal-Bielatal) (LfULG/ Schulz)



Abb. 19: Quelle im Hinteren Kirnitzschtal (Sächsische Schweiz) (LfULG/ Schulz)



Abb. 20: Quelle am Schiebmühlenbach (Gemeinde Reinhardtsdorf-Schöna); (LfULG/ Schulz)

Digitalisierung – ein Gebot der Stunde, auch in der Hydrogeologie (Silke Reinhardt)

Seit etwa neun Jahren verfügen wir Hydrogeologen über ein sachsenweites hydrogeologisches Fachinformationssystem (FIS Hydrogeologie). Es wurde in den Jahren 2008-2012 mit der Unterstützung von IT-Dienstleistern auf der Grundlage einer eingehenden Bedarfsermittlung der fachlichen Erfordernisse entwickelt. Das zu Grunde liegende Fachkonzept berücksichtigt bundesweit zwischen den Staatlichen Geologischen Diensten und der Bundesanstalt für Geowissenschaften (BGR) abgestimmte hydrogeologische Fach- und Kartierungsstandards (AD-HOC-AG Hydrogeologie 1997, 2011). Ziel des Fachinformationssystems ist es, unsere Fachdaten und Informationen bedarfsgerecht aufzubereiten und für den schnellen Zugriff verfügbar zu machen sowie vorzuhalten (Abb. 21).

Ein blattschnittfreies 3D-Landesmodell aus bisher etwa 680 hydrogeologischen Einheiten (Hydrogeologische Spezialkarte HyK 50), das bis in eine Tiefe von mindestens 200 m reicht, bildet das Grundgerüst. Diese Modelldaten liegen nach verschiedenen technischen und fachlichen Aufbereitungs- und Prüfschritten rasterbasiert als Säulenmodell mit einer Auflösung von 25 oder 50 m Säulenkantenlänge in der sogenannten Produktionsdatenbank vor (Abb. 22). Ein komplex in der Da-

tenbank verknüpftes Sachdatenkollektiv beschreibt die hydrogeologischen Einheiten, die hydrogeologischen Körper und die Säulenabschnitte hinsichtlich ihrer geologischen Einordnung und ihrer hydrogeologischen Eigenschaften (Abb. 21).

Das FIS Hydrogeologie bietet verschiedene Datenabfrage- und GIS-gestützte Visualisierungswerkzeuge. Die hydrogeologischen Einheiten können 1D als prognostisches Bohrprofil, 2D als Schnittdarstellungen oder als Verbreitungs- oder Ausstrichkarten sowie 3D als Blockmodell in einem 3D-Webviewer visualisiert werden (Abb. 23).

Die Daten stehen inzwischen für viele Regionen Sachsens zur Verfügung und werden innerhalb des Geologischen Dienstes bei der Bearbeitung von regionalen Fachstellungen genutzt, können aber auch externen Nutzern mit spezieller Software, zum Beispiel für die numerische Simulation der Wärmeentzugsleistung von Geothermieanlagen, von Strömungsprozessen oder des Schadstofftransportes im Untergrund bereitgestellt werden. Das FIS Hydrogeologie wird als zentrales Datenmanagement-System kontinuierlich erweitert und verbessert sowie technisch weiterentwickelt. Es hilft den

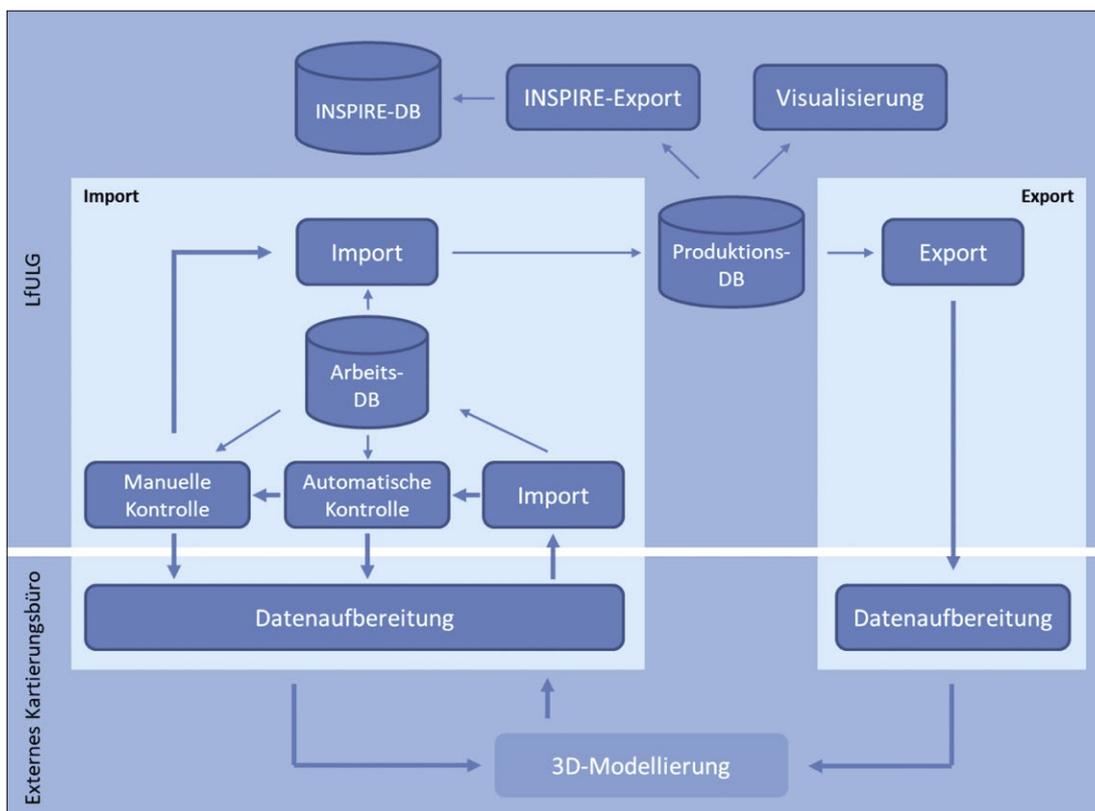


Abb. 21: Aufbau und Prozessketten des FIS Hydrogeologie; Beak Consultants GmbH (2021)

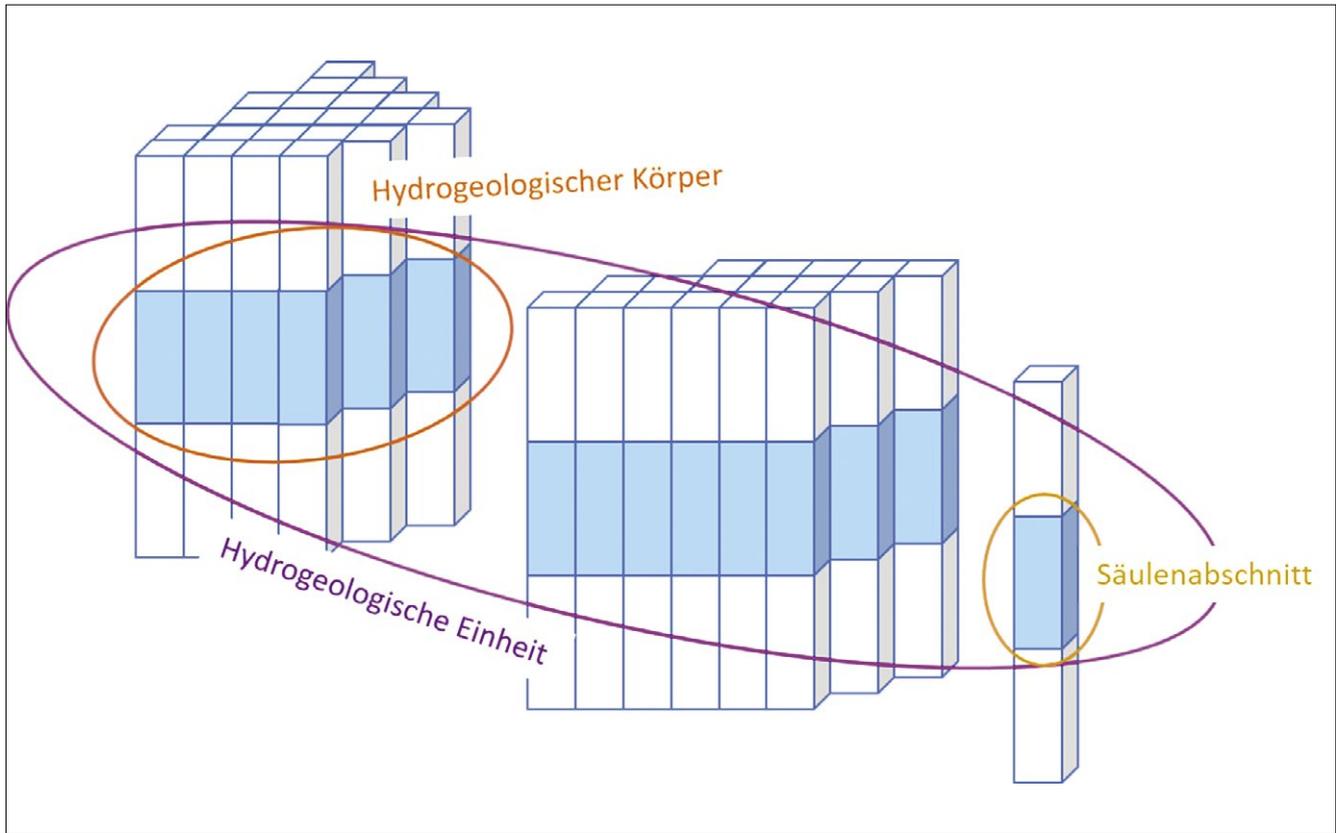


Abb. 22: Modulare Struktur des 3D-Säulenmodells des geologischen Untergrundes mit drei räumlich nach den geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften gliederbaren Informationsebenen (Säulen vereinfacht dargestellt) (LfULG)

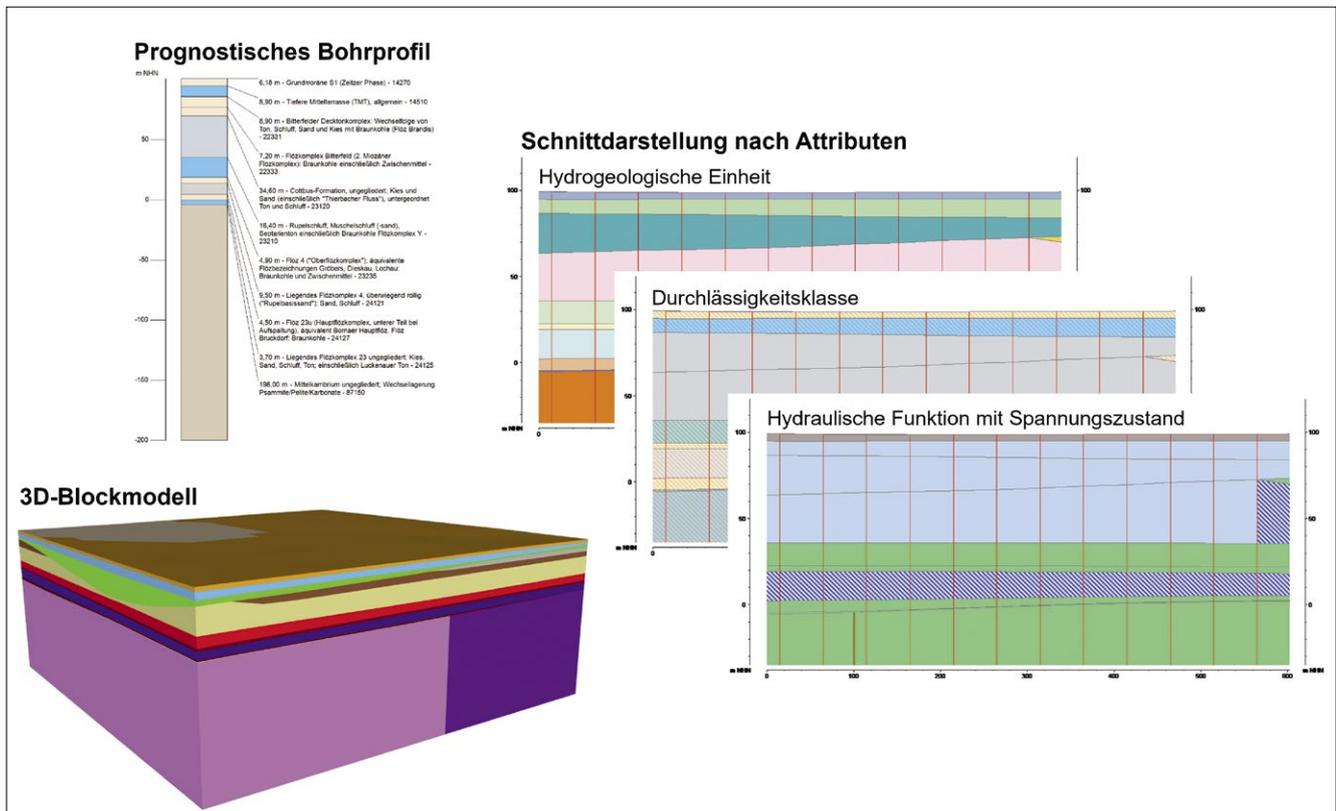


Abb. 23: Visualisierungsoptionen des 3D-Untergrundmodells des FIS Hydrogeologie (LfULG)

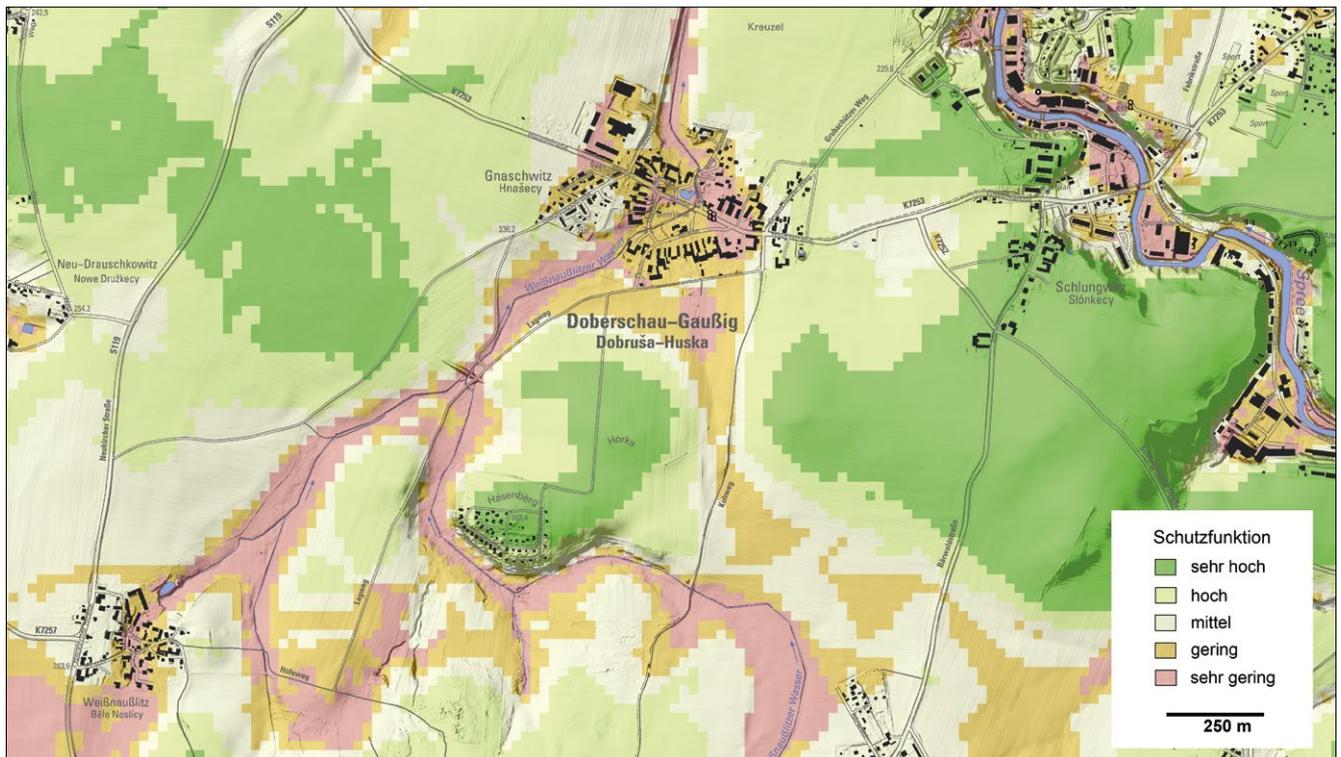


Abb. 24: Ausschnitt aus der Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung für Sachsen, Bereich südwestlich Bautzen (LFULG)

Hydrogeologen des Geologischen Dienstes die steigenden Anforderungen an Bearbeitungszeiten und -umfänge zu meistern.

Ein für die Arbeit der Umweltbehörden wichtiges Produkt der digitalen Hydrogeologischen Landesaufnahme ist die Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (Abb. 24), die mit den hydrogeologischen Fachinformationen, dem hydrogeologischen Untergrundmodell und den Daten aus der Aufschlussdatenbank des Geologischen Dienstes automatisiert abgeleitet wird.

Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung beschreibt das natürliche Rückhaltevermögen (Schutzpotenzial) der ungesättigten Zone über dem Grundwasserspiegel gegenüber dem Eindringen von Schadstoffen. Diese Grundwasserüberdeckung ist der Bereich des Untergrundes von der Erdoberfläche bis zur Grundwasseroberfläche - diese Mächtigkeit wird auch Grundwasser-Flurabstand genannt. Die in einem empirischen Verfahren ermittelten Schutzfunktionswerte werden in der Karte in 5 Klassen („sehr gering“ bis „sehr hoch“) dargestellt. Zielgröße der Schutzfunktionsbewertung ist die Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung. Deshalb werden die Schutzfunktionswerte in mittlere Verweildauern des Sickerwassers in der ungesättigten Zone übersetzt. Als Einflussfaktoren auf die Schutzfunktion werden die Grundwassererneuerung sowie die örtlichen geologischen, hydrogeolo-

gischen und pedologischen Eigenschaften, die sich auf das Schadstoffrückhaltevermögen, die Wasserspeicherung und die Sickerwasserbewegung auswirken, berücksichtigt. Die Berechnungsabläufe zur Erstellung der Karte folgen einer zwischen den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland abgestimmten Methodik (Höltling et al. 1995). Die Schutzfunktionskarte dient unter anderem der Beurteilung des Gefährdungspotenzials in Trinkwasserschutzgebieten oder der Gefährdungsabschätzung von Deponiestandorten, Bauvorhaben und Altlasten in Bezug auf das Grundwasser.

Aus dem Datenmassiv des FIS Hydrogeologie wird zudem der Themendatensatz „INSPIRE“ generiert. Die EU-Richtlinie INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) ist die verpflichtende gesetzliche Grundlage zum Aufbau und zum Betrieb der europäischen Geodateninfrastruktur für einen weiten Bereich von Informationen - vor allem in den Bereichen Infrastruktur und Umwelt. Sie soll eine gemeinschaftliche Umweltpolitik innerhalb der EU unterstützen. Wesentliche Grundprinzipien dieser Infrastruktur sind technische Standards. Daten und Metadaten werden dabei nicht von einer Stelle zur anderen kopiert, sondern in standardisierter Form als Webdienste bereitgestellt. Auch die verschiedenen Fachbereiche des Sächsischen Staatlichen Geologischen Dienstes stellen unter der Federführung der Projektgruppe IT-Modernisierung ihre jeweiligen geowissenschaftlichen Daten für diese Infrastruktur bereit. Die Projektgruppe IT-Modernisierung ar-

beitet dabei eng mit dem Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN) zusammen, der die Umsetzung der Richtlinie 2007/2/EG (Europäische Union, 2007) in Sachsen steuert. Künftig werden regelmäßig Daten bereitgestellt – insbesondere zur räumlichen Verbreitung von hydrogeologischen Einheiten mit ihrer geologischen, hydrogeologischen, hydraulischen und hydrogeochemischen Charakterisierung nach aktuellem Kenntnis- und Bearbeitungsstand. Zu den als Grundwasserleiter eingeordneten hydrogeologischen Einheiten sind Informationen zu den potentiellen Grundwasserdruckverhältnissen verfügbar, die im Fachinformationssystem aus den Daten regelmäßig – jeweils aktuell – mit Algorithmen abgeleitet oder direkt abgefragt werden.

Zudem werden Daten zu tektonischen Elementen, die meist eine eigene hydraulische Funktion aufweisen, und zu Quellen bereitgestellt. Die auf der Grundlage der INSPIRE-Richtlinie entstehende Geodateninfrastruktur schafft damit für Bürger, Unternehmen und Behörden europaweit erstmals elektronischen Zugang zu standardisierten Fachdaten mit teilweise hohem Detaillierungsgrad, die unter anderem für Projekte der Stadt-, Regional- und Landesplanung, aber auch als Datengrundlage für kommerzielle Prozesse und Produkte genutzt werden können. Zusammen mit anderen Themendatensätzen wird der INSPIRE-Datensatz der amtlichen sächsischen Hydrogeologie zukünftig in dem europaweit einheitlichen Datenformat über einen Web-Dienst verfügbar sein.

Literatur

AD-HOC-AG Hydrogeologie (1997): Hydrogeologische Kartieranleitung. – Geologisches Jahrbuch Reihe G, Heft 2: 157 Seiten, Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

AD-HOC-AG Hydrogeologie (2011): Fachinformationssystem Hydrogeologie – Standards für ein digitales Kartenwerk – Ergänzungen zur Hydrogeologischen Kartieranleitung. – Geologisches Jahrbuch Reihe G, Heft 13: 267 Seiten, Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Anonymer Autor (1897): Die grosse Wassersnot in Sachsen, Bd. I und II. Hrsg. Saechs. Volksschriftenverl., 1897. – 352 Seiten, Leipzig

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2000): Mineral und Thermalwässer in Sachsen. – In: Geoprofil, Heft 9: 263 Seiten, Freiberg.

Beak Consultants GmbH (2021): Systemhandbuch FIS Hydrogeologie Version 1.3.3, unveröffentl. Dokumentation, Freiberg

Beyer, C., Schneider, H. & Unger, R. (1974): Bergschadenkundliche Analyse „Lugau-Oelsnitz“ – Unveröff., VEB Baugrund Berlin, Produktionsbereich Zwickau & VEB Steinkohlenwerk Oelsnitz, Zwickau, Archiv Oberbergamt; Freiberg.

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Empfehlungen der LAWA für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und -kollektoren (Stand: 04.04.2019)

Deutscher Tourismusverband e.V. und Deutscher Heilbäderverband e.V. (2005): Begriffsbestimmungen Qualitätsstandards für

die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen, 12. Aufl., Bonn.

DVGW (2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. – DVGW Regelwerk, Arbeitsblatt W 101; Hrsg. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Bonn

DVGW-LAWA Kolloquium (1994): Flächendeckender Grundwasserschutz und Grundwasserschutzgebiet. – DVGW-Schriftenreihe Wasser, Nr.84: 172 Seiten – Hrsg. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Eschborn

Eckardt, M. & Unland, W. (2005): Aufbau eines Grubenwasserwideranstiegsmodells für das Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz, Teil II, unveröffentl. Bericht DMT GmbH, Essen

Europäische Union (2007): Richtlinie 2007/2/EG der Europäischen Union. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). EUR-Lex – 32007L0002 – EN – EUR-Lex. [Online] 1998–2015. [Zitat vom: 17. 03 2015.] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1422441700035&uri=CELEX:32007L0002>.

Felix, M., Eckart, M. & Görne, S. (2010): Das Grubenwasseranstiegsmodell im Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz, Beitrag in Geologie und Bergbaufolgen im Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz Geoprofil 13 (2010), Hrsg. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Freiberg (2000): Ergebnisbericht EU-Projekt Vita-Min, Revitalisierung der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb. zur Entnahme von Grubenwasser/Sole unter Beibehaltung ihrer derzeitigen Funktion

Höltling, B.; Haertle, T.; Hohberger, K.-H.; Eckl, H.; Hahn, J. & Koldehoff, C. (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Stuttgart Schweizerbart, – In: Geologisches Jahrbuch: Reihe C Band C 63: Seiten 5 – 24 – Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Jordan, H.-P. & Weder, H.-J. [Hrsg.] (1995): Hydrogeologie: Grundlagen und Methoden; Regionale Hydrogeologie: Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen. 2. Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart

KäB, H. & KäB, W. (2008): Deutsches Bäderbuch. – 2. Aufl. – Schweizerbart, Stuttgart– 1232 Seiten

Mineral- und Tafelwasser-Verordnung (1984): Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Min/TafelWV) vom 1. August 1984 (BGBl. I S. 1036), zuletzt geändert durch Artikel 25 der Verordnung vom 5. Juli 2017 (BGBl. I S. 2272).

Wagner, B., Beer, A., Bitzer, F., Brose, D., Brückner, L., Budziak, D., Cios, P., Pritsche, H.G., Hörmann, U., Hübschmann, M., Moosmann, L., Nommensen, B., Panteliet, B., Peters, A., Prestel, R., Schuster, H., Schwerdtfeger, B., Walter, T. & Wolter, R. (2014): Erläuterung zum Web Map Service (WMS) „Hintergrundwerte Grundwasser von Deutschland (HGW)“; Hof. (PDF, 792 KB)

Der Sächsische Geologische Dienst und die Suche nach einem Endlagerstandort

Sandra Schneider¹, Ines Görz¹



**Damit das Erbe der
Atomkraft auch für
Ihre Ur-ur-ur-ur-ur-
ur-ur-ur-Enkel kein
Thema mehr ist.**

2022 wird das letzte AKW in Deutschland abgeschaltet.
Übrig bleiben 1.900 Behälter mit hochradioaktivem Abfall.
Erst wenn wir einen sicheren Endlagerstandort gefunden
haben, können wir 60 Jahre Atomgeschichte beenden.

**Das letzte Kapitel schreiben
wir gemeinsam.**
info-endlagersuche.de

 Bundesamt
für die Sicherheit
der nuklearen Entsorgung

SMEKUL SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Sandra.Schneider@smekul.sachsen.de

Einleitung

Wenn im Jahr 2022 das letzte Kernkraftwerk in Deutschland abgeschaltet werden wird, endet nach fast 60-jähriger Historie die Nutzung der Atomkraft als Energielieferant. Der Ausstieg aus der Kernenergie bedeutet gleichzeitig den Startschuss für die Suche nach einem Endlagerstandort für die im Inland verursachten hochradioaktiven Abfälle. Hochradioaktive Abfälle sind über unvorstellbar lange Zeiträume gefährlich. Je nach Halbwertszeit kann es Jahrhunderte bis Jahrtausende dauern, bis die Konzentration eines radioaktiven Elementes so gering ist, dass von ihm keine gefährliche Strahlung für Menschen, Tiere und Pflanzen mehr ausgeht. Derzeit gibt es kein von Menschenhand errichtetes Bauwerk und keine Technik, die eine sichere Verwahrung radioaktiver Abfälle über solche Zeiträume gewährleisten kann. Die gegenwärtig sicherste Methode, um die strahlenden, schädlichen Stoffe dauerhaft von der Biosphäre zu isolieren, ist die Verwahrung in einem geeigneten Endlager im tiefen Untergrund. In diesem werden die Abfälle durch geologische und technische Barrieren langfristig sicher abgeschirmt. Die Entsorgung in einem Endlager setzt voraus, dass dafür ein geeigneter Standort ermittelt, geprüft und – sofern dieser geeignet ist – final bestimmt wird. Die Suche eines solchen Endlagerstandortes stellt eine enorme technisch-naturwissenschaftliche sowie gesellschaftliche Herausforderung dar. Sie ist eine der bedeutendsten generationenübergreifenden Aufgaben der Gegenwart. Der Umgang mit dem Erbe des Atomzeitalters gilt als schwierige, aber dennoch lösbare Aufgabe (BASE, 2014).

An der Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle sind bundesweit zahlreiche Institutionen beteiligt. Der Sächsische Geologische Dienst trägt ebenfalls dazu bei, indem geologische Fachinformationen, Daten und Expertenwissen bereitgestellt werden.

Das Standortauswahlgesetz – Startschuss für die neue Suche eines Endlagers

Mit dem Beschluss des Ausstieges aus der Atomkraft im Zuge der Atomkatastrophe in Fukushima (2011), gewann auch die Diskussion über eine sichere Entsorgung hochradioaktiver Abfälle wieder an Fahrt. Im Hinblick auf den umstrittenen Salzstock Gorleben kam der Gesetzgeber zu der Einsicht, dass die Errichtung eines Endlagerstandortes ohne jegliche Öffentlichkeitsbeteiligung und ohne hinreichende Berücksichtigung wissenschaftlicher Anforderungen und Kriterien nicht haltbar ist. Die Wahl des Salzstockes Gorleben als potentieller Endlager wurde den Anforderungen an ein wissenschaftlich fundiertes, transparentes Verfahren nicht gerecht (Wollenteit, 2018). Dem Rechnung tragend, wurde die Suche nach einem geeigneten Endlagerstandort für die in Deutschland produzierten hochradioaktiven Abfälle 2013 im Standortauswahlgesetz (auch: StandAG) geregelt (StandAG, 2013). Basierend auf den Empfehlungen der "Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe" (auch: Endlagerkommission) wurde das Gesetz im Jahr 2017 vom Gesetzgeber nochmals novelliert (StandAG, 2017). Erklärtes Ziel der Politik ist ein echter Neuanfang basierend auf einem wissenschaftlichen Fundament und startend von einer „weißen Deutschlandkarte“. Das Gesetz markiert einen entscheidenden Wendepunkt in der bis dato kontrovers diskutierten Debatte um die Entsorgung der hochradioaktiven Abfälle.



Der Suchprozess – ergebnisoffen, wissenschaftsbasiert und transparent

Das Verfahren, welches zur Auffindung eines Standortes mit der bestmöglichen Sicherheit für ein Endlager führen soll, wird im StandAG als „partizipativ, wissenschaftsbasiert, transparent, selbsthinterfragend und lernend“ beschrieben. Die höchste Priorität bei der Standortauswahl hat die Sicherheit des Endlagers, um den dauerhaften Schutz von Mensch und Umwelt für einen Zeitraum von einer Million Jahre zu gewährleisten. Für die Bewertung der infrage kommenden Standorte stehen die von der Endlagerkommission erarbeiteten geowissenschaftlichen Anforderungen und Kriterien im Vordergrund (§§ 22–24 StandAG).

Die Durchführung der Standortsuche obliegt der neugegründeten Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) als Vorhabenträger. Diese hat laut Gesetz u. a. die Aufgabe potentiell für ein Endlager infrage kommende Gebiete zu ermitteln, Vorschläge der Standortregionen und der zu erkundenden Standorte zu erarbeiten, Erkundungsprogramme und Prüfkriterien zu entwickeln sowie die über- und untertägigen Erkundungen und Sicherheitsuntersuchungen durchzuführen. Für die ordnungsgemäße Durchführung des Standortauswahlverfahrens ist das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) als Regulierungs- und Überwachungsbehörde zuständig. Es bewertet die Vorschläge und Erkundungsergebnisse der BGE und schlägt nach Prüfung der Bundesregierung den Endlagerstandort vor. Zudem ist das BASE Träger der Öffentlichkeitsbeteiligung. Es stellt die für die Standortauswahl wesentlichen Informationen für alle Verfahrensbeteiligten frühzeitig, umfassend, systematisch und dauerhaft zur Verfügung. Die ausführliche Einbeziehung der Öffentlichkeit von Anfang an und über verschiedene Beteiligungsformate hinweg, soll die Akzeptanz, Transparenz und das Vertrauen bei den Bürgerinnen und Bürgern erhöhen.

Von der „weißen Landkarte“ bis zum Standort mit der bestmöglichen Sicherheit

Der Gesetzgeber sieht für die Standortsuche ein dreistufiges, vergleichendes, iteratives Verfahren vor. Ausgegangen wird von einer „weißen Landkarte“ ohne Vorfestlegungen, d. h. es wird kein Gebiet in Deutschland im Vorhinein begünstigt oder ausgeschlossen. Auf Grundlage festgelegter Kriterien und Anforderungen werden alle Gebiete in Deutschland in mehreren Schritten verglichen und bewertet. Gebiete, welche sich im Laufe des Prozesses als ungünstig erweisen, werden aus der Suche ausgeschlossen. So werden potentielle Gebiete weiter eingegrenzt, bis schließlich der Standort mit den bestmöglichen Eigenschaften übrigbleibt. Dieser soll bis zum Jahr 2031 gefunden werden.

Phasen der Standortsuche

1. Phase: Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung

In der 1. Phase sammelt die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) alle bei den Geologischen Landesdiensten, Bergämtern, Vermessungsbüros etc. vorliegenden geowissenschaftlichen Daten und wertet diese, ausgehend von gesetzlich vorgegebenen Kriterien und Anforderungen, in einem vergleichenden Prozess aus (Abb. 1).

Phase 1 wird in Schritt 1 und Schritt 2 untergliedert. Schritt 1 beinhaltet die Ausweisung von Teilgebieten und wurde mit Veröffentlichung des "Zwischenberichtes Teilgebiete gemäß § 13 StandAG" der BGE im September 2020 abgeschlossen. Hierfür wurden zunächst auf das gesamte Bundesgebiet die geowissenschaftlichen Ausschlusskriterien und auf das verbleibende Gebiet die Mindestanforderungen angewendet. Aus den identifizierten Gebieten ermittelte der Vorhabenträger durch Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien die Teilgebiete, die sich auf Basis der Abwägung als günstig erwiesen. Schritt 2 beinhaltet die Ausweisung von übertägigen Standortregionen innerhalb der zuvor festgelegten Teilgebiete. Dazu muss die BGE die geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erneut und zusätzlich auch die planungswissenschaftlichen Kriterien anwenden. Zudem sind standortbezogene Programme für die übertägige Erkundung zu erarbeiten.

2. Phase: Ermittlung von Standorten für die untertägige Erkundung

Die in der 1. Phase des Suchprozesses ausgewählten Standortregionen werden in dieser Phase übertägig, z. B. mittels Bohrungen und geophysikalischer Messungen, untersucht. Basierend auf den Untersuchungsergebnissen werden unter erneuter Anwendung der Anforderungen und Kriterien weitere Gebiete ausgeschlossen. Am Ende dieser Phase sollen mindestens zwei Standorte ausgewählt werden, welche anschließend weitergehend untertägig erkundet werden. Dafür sind ebenfalls Untersuchungsprogramme zu erarbeiten.

3. Phase: Untertägige Erkundungen und Endlagervorschlag

In der 3. Phase werden an mindestens zwei Standorten Erkundungsbergwerke errichtet, in denen Geologen das Gebirge mittels einer Vielzahl geowissenschaftlicher Methoden genauer untersuchen. Die Erkundungsarbeiten werden von der BGE durchgeführt. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen sowie aus dem Beteiligungsverfahren der Öffentlichkeit werden an das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) übermittelt, welches schließlich den bestmöglichen Endlagersstandort vorschlägt. Über den Standort entscheiden Bundestag und Bundesrat schließlich durch ein Gesetz.

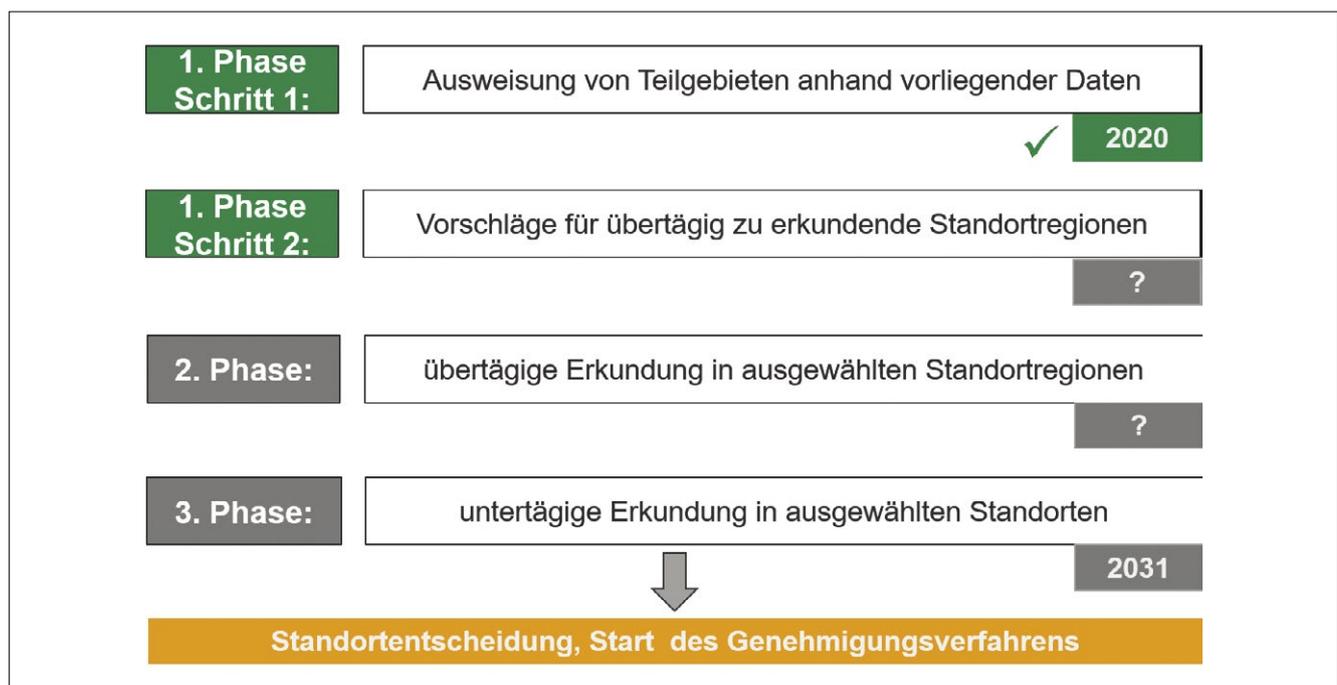


Abb. 1: Phasen im Standortauswahlprozess

Endlagerung – eine Frage des Gesteins

Derzeitig lagern in den deutschen Zwischenlagern ca. 27.000 m³ hochradioaktive Abfälle, für deren endgültige Entsorgung die Endlagerung in tiefen geologischen Formationen vorgesehen ist. Geplant ist die Errichtung eines Endlagerbergwerks in Tiefen zwischen 300 m und 1.500 m mit dem Ziel des endgültigen Verschlusses für 1 Million Jahre und mit einer Rückholbarkeit für 500 Jahre (StandAG, 2017).

Von besonderer Wichtigkeit bei der tiefen geologischen Lagerung ist eine stabile Gesteinsformation, die eine günstige Gesamtsituation aufweist. Nach dem deutschen Entsorgungskonzept übernimmt die geologische Barriere die Hauptfunktion bei

der Endlagerung und wird durch an sie angepasste (geo-) technische Komponenten ergänzt (Multibarrierensystem). Ein geeignetes Wirtsgestein, welches die Behälter mit den atomaren Abfällen aufnehmen soll, muss über Eigenschaften verfügen, die eine Ausbreitung von radioaktiven Stoffen (Radionukliden) möglichst dauerhaft verhindert. Insbesondere soll das Wirtsgestein möglichst wenig durchlässig für Wasser oder Gas sein. Zudem muss es hohen Temperaturen widerstehen ohne seine Rückhaltefähigkeit zu verlieren. Als potentielle Wirtsgesteine für ein Endlager kommen aufgrund günstiger Gesteinseigenschaften Steinsalz (flache und steile Lagerung), Tonstein sowie Kristallingestein (z.B. Granit, Gneis) in Frage (Abb. 2). Diese Gesteine kommen in weiten Teilen Deutschlands vor. In Sachsen sind vor allem Kristallingesteine verbreitet.

Der Endlagerstandort – ein Ort mit besonderen Anforderungen

Welche Eigenschaften muss ein Standort aufweisen, um Endlagerstandort zu sein? Und wo kann radioaktiver Abfall auf keinen Fall gelagert werden?

Das Standortauswahlgesetz beantwortet diese Fragen mit einer Reihe von Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien, die in den §§ 22, 23 und 24 verankert sind. Ein Standort muss dementsprechend verschiedene Anforderungen erfüllen und ist beispielsweise nur geeignet, wenn der Gebirgsbereich, in welchen die radioaktiven Abfälle eingelagert werden sollen, tief genug liegt, mindestens 100 m mächtig, über weite Flächen verbreitet und so gut wie undurchlässig ist. Diese Anforderungen müssen über einen Zeitraum von einer Million Jahren gelten (Mindestanforderungen). Dagegen werden im Vornhinein Gebiete als Endlagerstandort ausgeschlossen, in denen großräumige Hebungen, geologisch aktive Störungszonen oder junge Grundwässer vorkommen. Auch bekannte Bergbaugengebiete sowie Regionen mit seismischer oder vulkanischer Gefährdung sind für ein Endlager ungeeignet (Ausschlusskriterien). Zudem muss ein potentieller Endlagerstandort eine günstige geologische Gesamtsituation aufweisen, welche sich beispielsweise aus der Konfiguration, der räumlichen Charakterisierbarkeit und der langfristigen Stabilität der Gesteinskörper zusammensetzt. Auch Kriterien wie gebirgsmechanische und hydrochemische Eigenschaften werden dafür untersucht (geowissenschaftliche Abwägungskriterien).

Die wichtige Rolle des Sächsischen Geologischen Dienstes (LfULG) bei der Standortauswahl

Den Staatlichen Geologischen Diensten von Deutschland, und somit der Abteilung Geologie des LfULG, kommt im Rahmen des Standortauswahlverfahrens eine bedeutende Rolle zu. Als geowissenschaftliche Fachbehörde sammelt, erarbeitet, archiviert und aktualisiert das LfULG seit 150 Jahren die geologischen Fachinformationen des sächsischen Untergrundes. Diese Informationen stellt sie für die Standortsuche zur Verfügung. In der 1. Phase der Standortsuche erfüllt die Abteilung Geologie des LfULG gemäß StandAG folgende prioritäre Aufgaben:

- a) Datenherausgabe zur Standortsuche (§ 12 StandAG)
- b) Einvernehmensverfahren zur Sicherung möglicher Standorte (§ 21 StandAG)

a) Das LfULG als Herausgeber von Daten- und Informationen

Die Suche nach einem Endlagerstandort erfordert umfassende Kenntnisse über die Beschaffenheit des Untergrundes von Deutschland. Der Sächsische Geologische Dienst hat die Arbeit der BGE seit September 2017 durch umfangreiche Datenlieferungen unterstützt. Bei drei großen Datenlieferungen zu den Ausschlusskriterien, zu den Mindestanforderungen und zu den geowissenschaftlichen Abwägungskriterien wurden der BGE mehr als 200.000 Datensätze zur Verfügung gestellt (Abb. 3). Neben Kartenwerken, 3D-Modellen, Kennwerten und Fachberichten wurden Bohrungsdaten aus der Sächsischen Aufschlussdatenbank übermittelt. Dazu mussten die Datensätze teilweise aufwendig aufbereitet und miteinander abgeglichen werden. Auch Dokumentationen der Daten wurden erarbeitet, um der BGE die Inhalte der Datenlieferungen verständlich zu machen.

Kristallingestein



Kristalline Gesteine, wie Granit oder Gneis, zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit, Stabilität und Belastbarkeit aus. Weitere Vorteile sind eine geringe Wasserlöslichkeit und eine hohe Hitzebeständigkeit. Ein zentraler Nachteil ist jedoch, dass Kristallingesteine häufig stark zerklüftet sind und die Radionuklid-Adsorptionsfähigkeit gering ist. In diesem Fall ist der dichte Einschluss der Abfälle nur durch Hinzuziehung geeigneter, technischer Barrieren (Behälter, Bentonit-Versatz) zu gewährleisten.

Steinsalz



Aufgrund jahrzehntelanger Forschung und über hundertjähriger Erfahrung im Salzbergbau wurde in Deutschland ein umfangreiches Wissen zu allen endlagerrelevanten Eigenschaften von Steinsalz und Salzformationen erarbeitet. Steinsalz ist unter natürlichen Lagerungsbedingungen praktisch undurchlässig gegenüber Gasen und Flüssigkeiten und besitzt eine hohe Wärmeleitfähigkeit sowie viskoplastische Eigenschaften, die zum Verschluss von Hohlräumen im Gebirge führen. Steinsalz hat jedoch den Nachteil, dass es in ungesättigten Lösungen sehr gut wasserlöslich ist.

Tonstein



Tonsteine fungieren im Gebirge oftmals als eine natürliche Barriere. Der Grund dafür ist ihre geringe bis sehr geringe Permeabilität bzw. eine entsprechend geringe Gebirgsdurchlässigkeit, die für sie teilweise typische Plastizität sowie die chemische Pufferwirkung und Rückhaltekapazität für Schadstoffe und Radionuklide. Ein Nachteil von Tonsteinen ist die schlechte Wärmeleitfähigkeit sowie die vergleichsweise geringe Stabilität.

Abb. 2: Handstücke der Wirtsgesteine (LfULG/ Schneider)

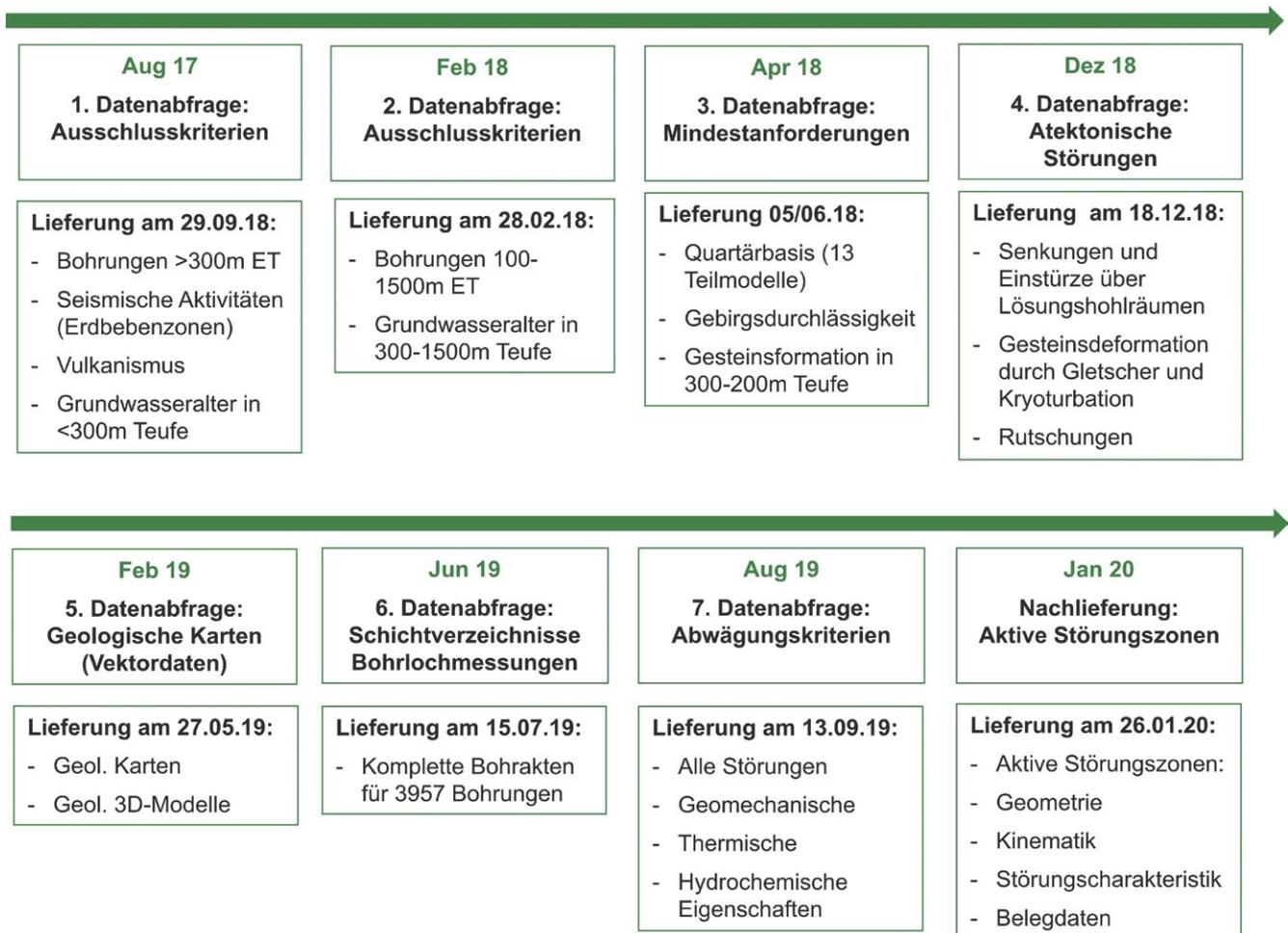


Abb. 3: Datenlieferungen des LfULG an die BGE im Rahmen der 1. Phase Schritt 1 der Standortsuche

Beispiel: Datenlieferung aktive Tektonik/Störungszonen in Sachsen

Als Beispiel für eine relativ aufwendige Datenlieferung an die BGE dienen die Arbeiten zur aktiven Tektonik/Störungszonen in Sachsen. Nach Standortauswahlgesetz werden aktive Störungen definiert als „...Brüche in den Gesteinsschichten der oberen Erdkruste wie Verwerfungen mit deutlichem Gesteinsversatz sowie ausgedehnte Zerrüttungszonen mit tektonischer Entstehung, an denen nachweislich oder mit großer Wahrscheinlichkeit im Zeitraum Rupel bis heute, also innerhalb der letzten 34 Millionen Jahre, Bewegungen stattgefunden haben.“

In Sachsen wurden in den vergangenen 150 Jahren Störungen bei zahlreichen Kartierungen nach unterschiedlichen Kriterien in verschiedenen Lagebezugssystemen erfasst. Seit 2012 wurden am LfULG Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt, um die Interpretation der Störungen zu vereinheitlichen, Lageungenauigkeiten zu korrigieren und das Störungsalter zu bestimmen (Stanek, 2016; Stanek et al., 2016; Müller et al., in prep).

Im Rahmen dieser Projekte wurde ein methodisches Konzept zur Erfassung junger tektonischer Störungen erarbeitet und sachsenweit angewendet.

Tektonische Aktivität an der Erdoberfläche wurde direkt durch Kartierung des Versatzes geologischer Einheiten, durch seismologische Ereignisse und durch Analyse geomorphologischer Indices nachgewiesen. Ergebnisse von Methoden wie der Radar-Interferometrie und der Stratigraphie von Flussterrassen wurden recherchiert und ebenfalls verwendet. Auch radiometrische Altersdaten von magmatischen und hydrothermalen Gängen wurden unter der Prämisse berücksichtigt, dass Gänge Störungen aufsitzen und durch die Datierung dieser Gesteine der Zeitpunkt der Füllung eines störungsgebundenen Hohlraums bestimmt wird. Die Alter der Störungen wurden in Kategorien zusammengefasst, z.B. als aktive Störung, permo-karbone Störung oder variszische Störung. Zusätzlich wurden Daten zur Kinematik und zur Störungscharakteristik gesammelt. Die zusammengetragenen Störungsdaten sowie Belegdaten (Erdbebenherde, Vulkanitvorkommen oder Aufschlusslokationen) wurden in einer Datenbank in einem einheitlichen Lagebezugssystem abgelegt. Insgesamt wurden 286 Segmente aktiver Störungen dokumentiert und der BGE übergeben (Abb. 4). Diese

wurden bei der Ausweisung der Teilgebiete als Ausschlusskriterien berücksichtigt.

b) Das LfULG als Prüfer der Sicherungsvorschriften

Mit den Sicherungsvorschriften (§ 21 StandAG) sind „...Gebiete, die als bestmöglicher Standort für die Endlagerung in Betracht kommen, vor Veränderungen zu schützen, die ihre Eignung als Endlagerstandort beeinträchtigen können“. Dementsprechend sind Vorhaben, die tiefer als 100 m in den Untergrund eingreifen, wie z. B. Bohrungen oder Bergwerke, und die in einem Gebiet

mit einer potentiellen Wirtsgesteinsformation (Salz, Ton oder Kristallin) mit einer Mächtigkeit von mind. 100 m in Teufen zwischen 300 und 1.500 m liegen, zulassungspflichtig. Diese Zulassung (Einvernehmen) erteilt das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). In Sachsen übernimmt die Prüfung seit Mai 2017 das LfULG. Um das Einvernehmen für ein Vorhaben mit dem BASE zu erzielen, wird neben dem Vorhandensein einer potentiellen Endlagerformation weiterhin geprüft, ob im Vorhabensgebiet mindestens ein vom StandAG vorgegebenes Ausschlusskriterium (z. B. Vulkanismus, Erdbeben, Bergbau) erfüllt oder eine Mindestanforderung nicht erfüllt ist.

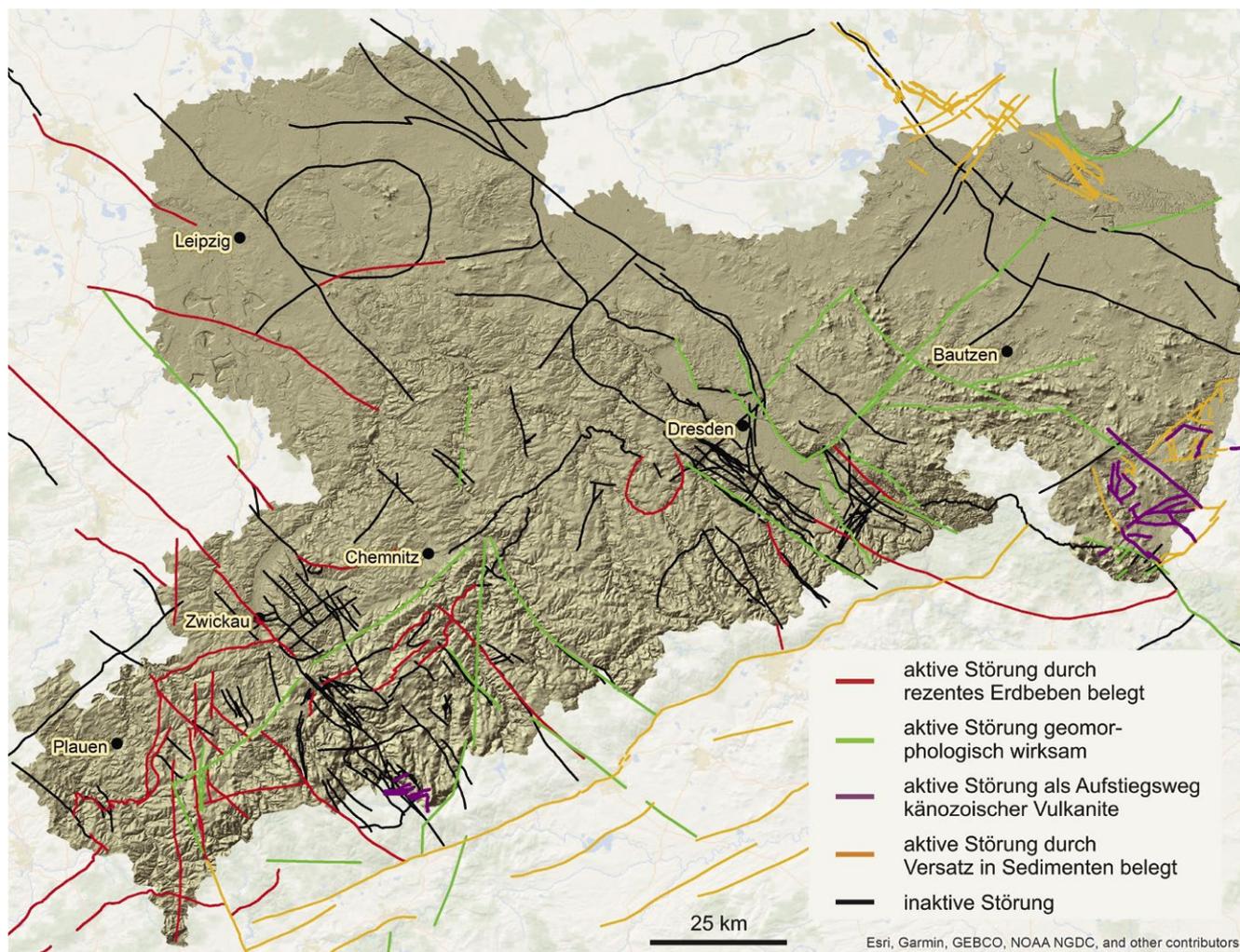


Abb. 4: Karte aktiver Störungen in Sachsen

Seit dem 01.01.2021 sind alle Vorhaben in den von der BGE festgelegten Teilgebieten zu überprüfen (Abb. 7).

Abbildung 5 visualisiert den Ablauf einer Einvernehmensprüfung am Beispiel einer Erdwärmebohrung, welche ca. 99% der Einvernehmensverfahren in Sachsen ausmachen.

Einige dieser Einvernehmensprüfungen sind sehr umfangreich und bedürfen einer längeren Bearbeitungszeit von teilweise

mehreren Wochen. Dies betrifft insbesondere Betriebspläne für komplexe Bergbauvorhaben. Die Bearbeitung reicht hier von aufwendigen Literaturrecherchen z. T. in externen Archiven wie z.B. der Wismut GmbH, der Auswertung einer Vielzahl von Schichtenverzeichnissen der Bohrdatenbank bis hin zur Erstellung von Graphiken oder Karten. In seltenen Fällen, in welchen Beschreibungen oder Kartendarstellungen nicht ausreichen, müssen komplexe 3D-Modelle erstellt werden, um die geologischen Strukturen im Untergrund räumlich anschaulich darzustellen.

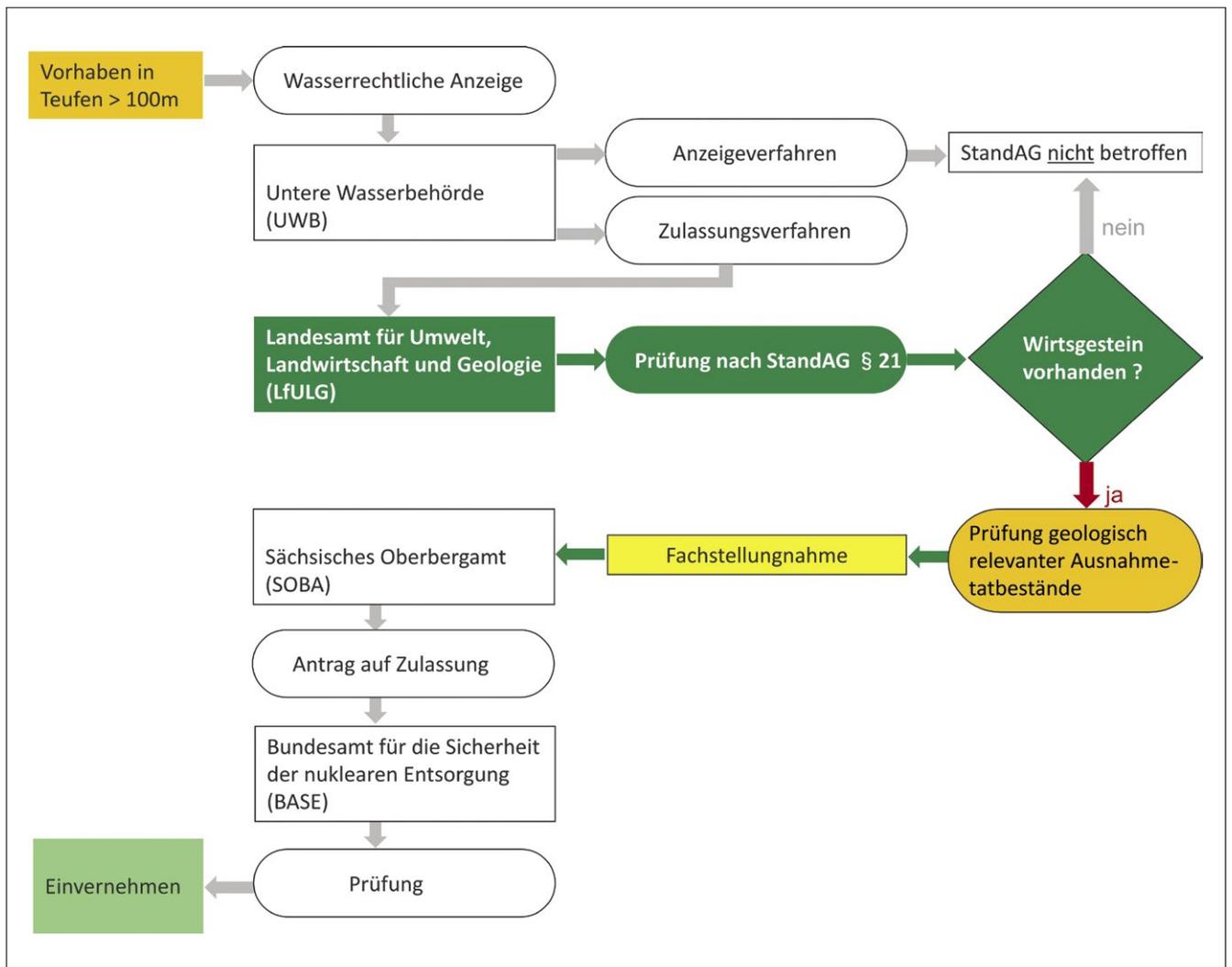


Abb. 5: Ablaufschema zum Einvernehmensverfahren für Sachsen nach § 21 StandAG.

Beispiel: Modellierung der Magmatitregion Osterzgebirge (MRO) für die Einvernehmensprüfung eines Bergbauvorhabens

Als Beispiel einer komplexen 3D-Modellierung im Rahmen einer Einvernehmensprüfung dient das Modell der Magmatitregion Osterzgebirge (MRO), welches die räumliche Verteilung wirtsgesteinsrelevanter Einheiten in der Region der Teplice-Caldera im Osterzgebirge von der Geländeoberfläche bis in eine Tiefe von 1.500 m unter Geländeoberkante (GOK) aufzeigt (Abb. 6A). Das entwickelte 3D-Modell gibt Auskunft über die flächenmäßige Ausdehnung des Wirtsgesteins in Tiefen von 300 m, 700 m, 1.000 m, 1.400 m und 1.500 m unter GOK (Abb. 6B), sodass

demonstriert werden konnte, dass „die Fläche [...] des beeinträchtigten Gebietes mindestens das Zehnfache des für die Realisierung des Endlagers erforderlichen Flächenbedarfs beträgt“ (Auslegungshilfe des § 21 Absatz 2 Satz 1 Nr.1-5 StandAG). Für Kristallingestein beträgt der anzusetzende Flächenbedarf für ein Endlager 6 km², das heisst, das Vorhaben darf nur zugelassen werden, wenn die Wirtsgesteinseinheit mindestens 60 m² groß ist (Abb. 6C).

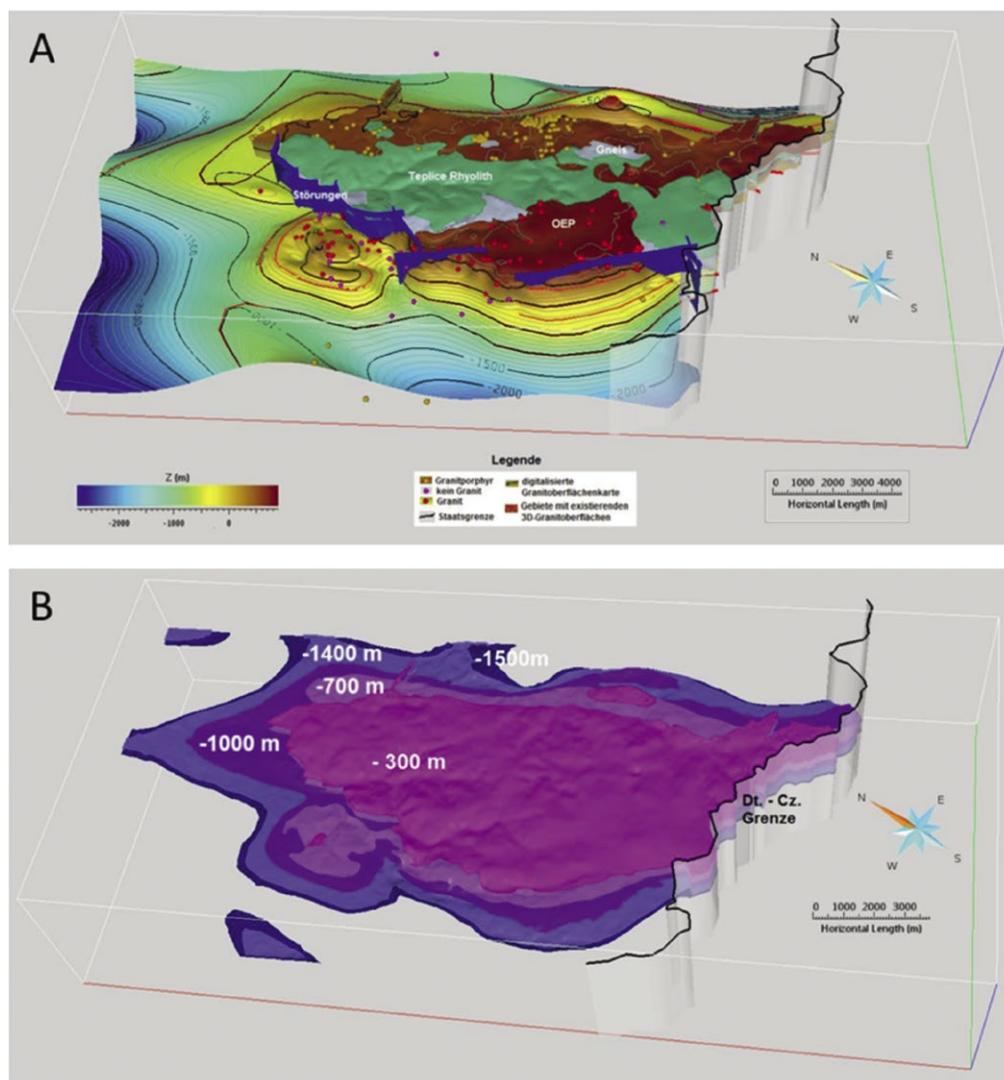


Abb. 6: Generiertes 3D-Modell der Magmatitregion Osterzgebirge (MRO). A: Modellierte Oberfläche der MRO, B: Flächen der MRO von 300 m bis 1.500 m u GOK, C: berechneter Flächeninhalt in verschiedenen Tiefen (Unger, 2019).

C

Tiefe der berechneten Fläche	Flächeninhalt der berechneten Fläche
300 m unter GOK	95,9 km ²
700 m unter GOK	120,2 km ²
1.000 m unter GOK	154,5 km ²
1.400 m unter GOK	197,7 km ²
1.500m unter GOK	211,1 km ²

Der 1. Meilenstein ist erreicht – Die BGE veröffentlicht ihren Zwischenbericht Teilgebiete

Am 28.09.2020 war es soweit – die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) hat ihren lang erwarteten „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ (BGE, 2020) veröffentlicht. Der Bericht stellt den Stand der Arbeiten der BGE zum Ende von Schritt 1 der Phase 1 des Standortauswahlverfahrens dar und zeigt auf, welche Gebiete in Deutschland nach Anwendung der im Standortauswahlgesetz definierten Kriterien und Anforderungen (Ausschlusskriterien nach § 22, Mindestanforderungen nach § 23, geowissenschaftliche Abwägungskriterien nach § 24 StandAG) bei der Endlagersuche ausgeschlossen werden können und welche im weiteren Verlauf näher untersucht werden. Insgesamt wurden von der BGE neunzig Teilgebiete auf ca. 54 % der Fläche von Deutschland ausgewiesen, in denen nach Auswertung der zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Daten günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung hochradioaktiver Abfälle zu erwarten sind. Diese Gebiete dienen im weiteren Standortauswahlverfahren als Grundlage

für die Auswahl von überfällig zu erkundenden Standortregionen.

Wie sieht es in Sachsen aus?

In Sachsen wurde eine Fläche von 11.526 km² in Teilgebieten ausgewiesen. Das entspricht einem Anteil an der Landesfläche von 62 %. Alle Landkreise und kreisfreien Städte sind betroffen. Die ausgewiesenen Flächen wurden drei Teilgebieten zugeordnet (Abb. 7). Auffällig ist dabei ein besonders umfangreiches, undifferenziert dargestelltes Teilgebiet (009_00TG_194_00IG_K_g_SO), welches sich von Baden-Württemberg über Bayern und Thüringen bis nach Sachsen erstreckt und in Sachsen mehrere regionalgeologische Einheiten mit unterschiedlichem geologischem Aufbau umfasst: das Erzgebirge, das Chemnitzbecken, das Granulitgebirge, das Frankenerger Zwischengebirge, die westerzgebirgischen und vogtländischen Granite, den Lausitzer Granodioritkomplex und Meißener Pluton, die Lausitzer Grauwacken-Einheit, das Görlitzer Schiefergebirge, die Ostthüringisch-Nordsächsische Einheit, den Nordsächsischen Block, die Wurzen-Caldera, den Delitzscher Pluton, und die Torgau-Doberlug-Einheit. (Abb. 8)

Teilgebiete in Sachsen

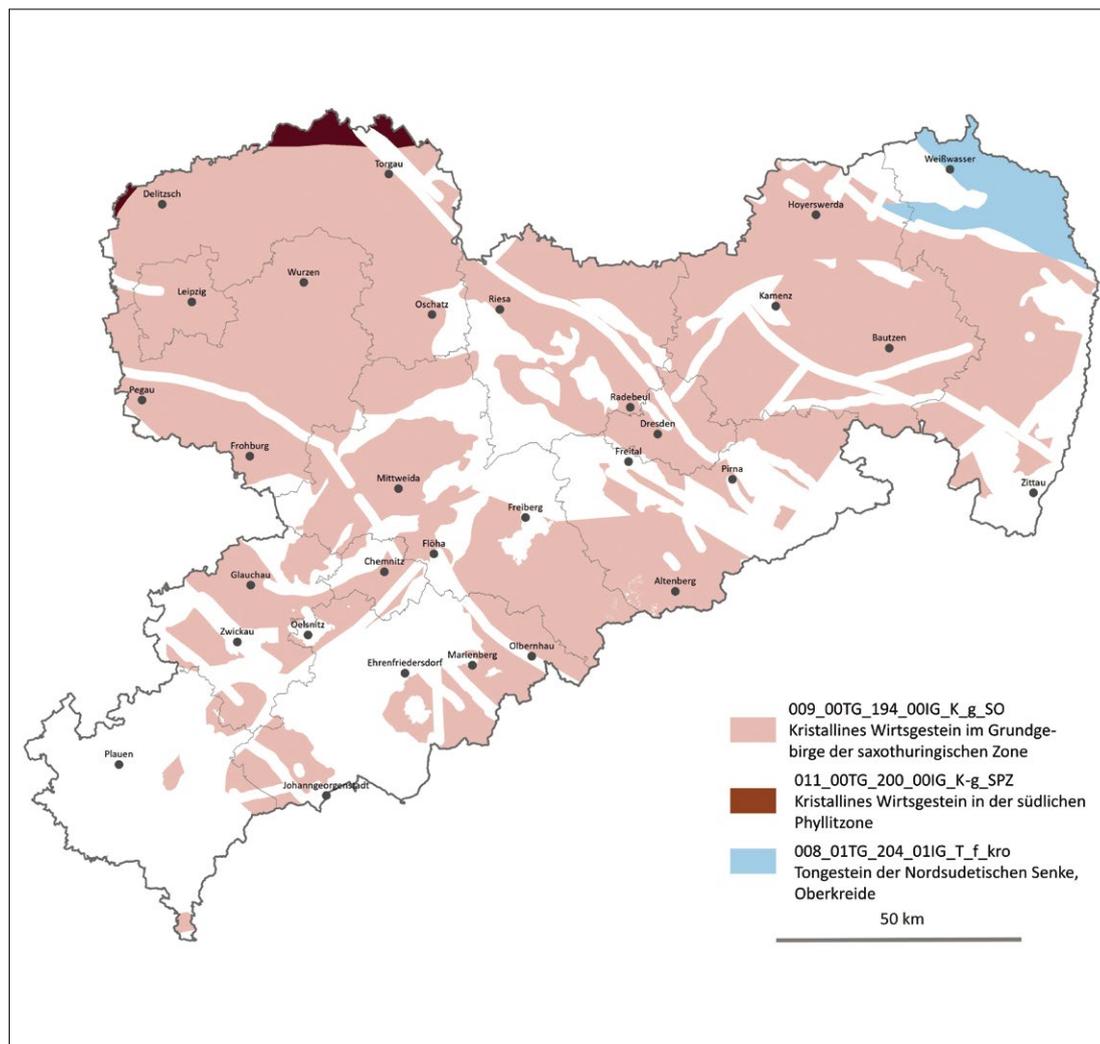


Abb. 7: Von der BGE in Sachsen ausgewiesene Teilgebiete mit Nummerierung.

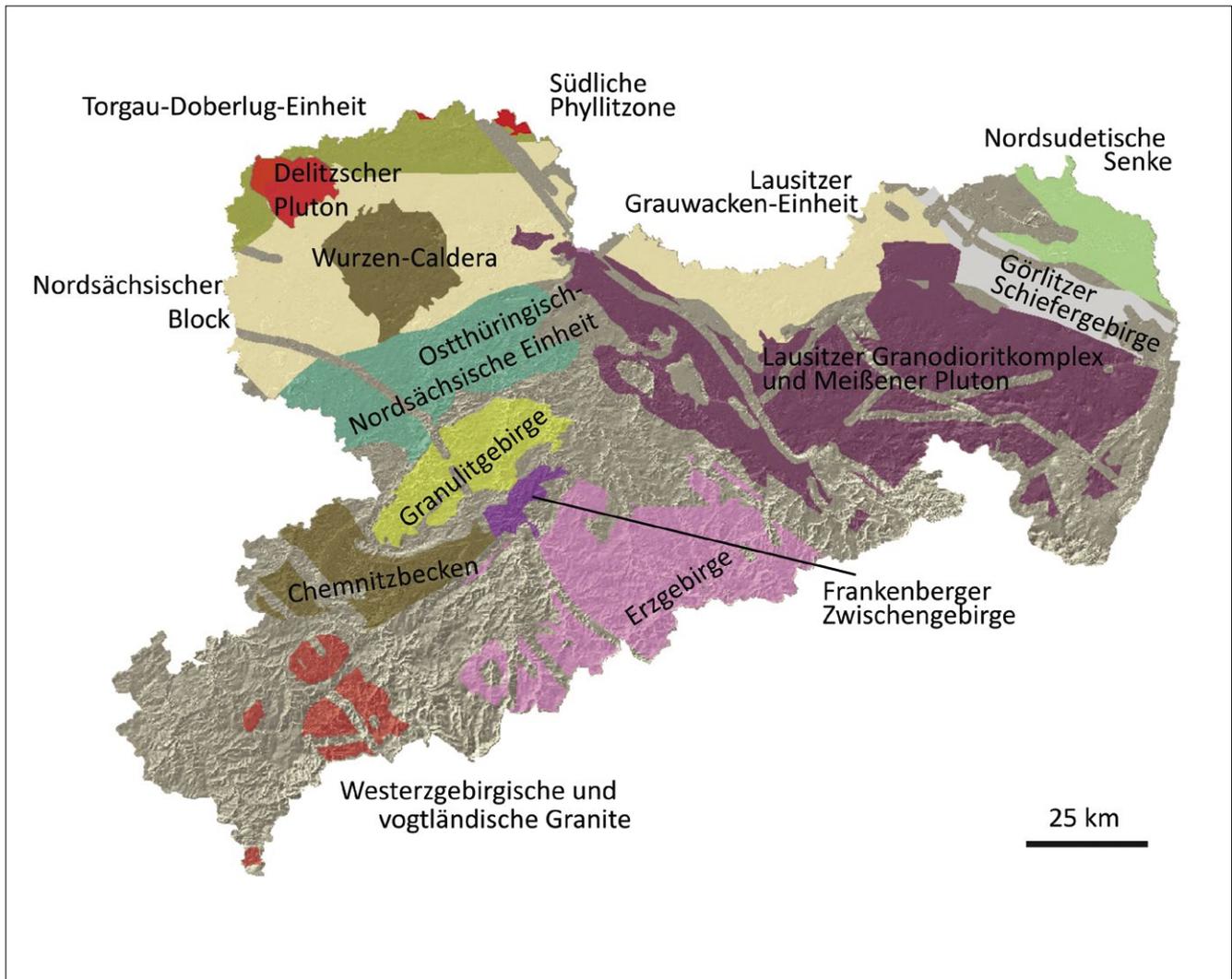


Abb. 8: Zugehörigkeit der Teilgebiete zu regionalgeologischen Einheiten in Sachsen.

Es folgt ein wichtiger Prüfauftrag für das LfULG

Nach Veröffentlichung des Zwischenberichtes Teilgebiete wurde die Abteilung Geologie des LfULG vom Sächsischen Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) dazu aufgefordert, eine fachliche Prüfung des Teilgebieteberichtes der BGE hinsichtlich der sächsischen Betroffenheit durchzuführen. Bei der Prüfung sollte insbesondere berücksichtigt werden, inwiefern die vom LfULG übergebenen Datengrundlagen korrekt verwendet worden sind und die ausgewiesenen Teilgebiete fachlich plausibel erscheinen.

Die detaillierte fachliche Prüfung ergab, dass für das Gebiet des Freistaates Sachsen von den ausgewiesenen 11.526 km² der Gebietskulisse der Teilgebiete ca. 6.155 km² die erforderlichen

Kriterien, insbesondere die Mindestanforderungen nach StandAG nicht erfüllen und somit die Ausweisung dieser Flächen als Teilgebiet nicht plausibel ist. Dies resultiert insbesondere daraus, dass eine großflächige Ausweisung von Regionen als Teilgebiet erfolgte, in welchen andere Gesteine als die von der BGE definierten Wirtsgesteine kartiert, erbohrt oder aus geophysikalischen Daten ableitbar sind. So wurden sedimentäre Abfolgen, vulkanische und vulkano-sedimentäre Gesteine sowie niedriggradige Metamorphite großflächig als kristallines Wirtsgestein klassifiziert. Bei einer Präzisierung durch die BGE würde sich die Fläche der potenziellen Teilgebiete in Sachsen von aktuell 62 % auf 29 % der Landesfläche reduzieren (Abb. 9).

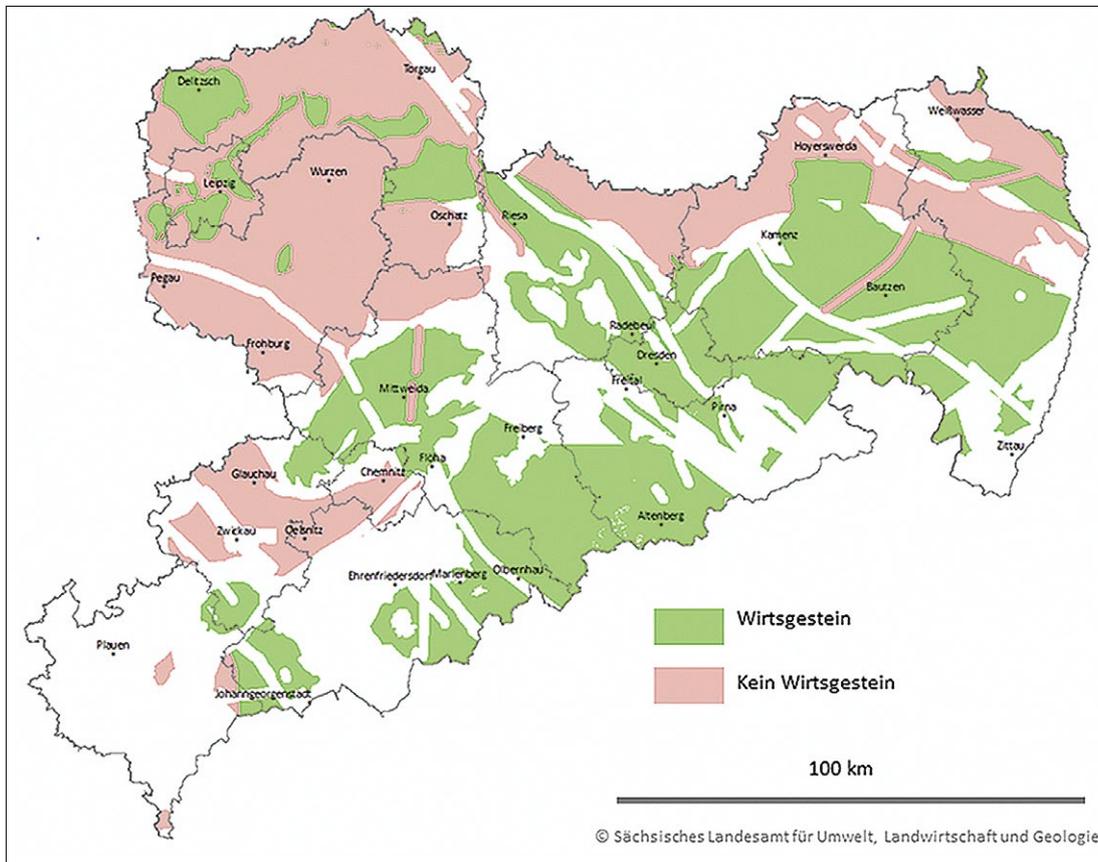


Abb. 9: Ergebnis der Prüfung der ausgewiesenen Teilgebiete durch das LfULG.

Ausblick

Mit der Veröffentlichung der Teilgebiete durch die BGE Ende September 2020 wurde der 1. Schritt der 1. Phase der Standort-suche abgeschlossen. Nun ist es Aufgabe der BGE Standortregionen für die oberirdische Erkundung vorzuschlagen. Im Rahmen des 2. Schritt der 1. Phase sollen auch repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die in Frage kommenden Teilgebiete durchgeführt werden, eine erneute Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien erfolgen sowie erstmalig die planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien angewendet werden. Aus den 90 Teilgebieten sollen in den kommenden Jahren wenige Standortregionen werden. Das LfULG wird auch in dieser

Phase das Standortauswahlverfahren fachlich begleiten und unterstützen. So werden wir der BGE auch zukünftig unseren umfangreichen Bestand an geologischen Daten, Auswertungen und Expertenwissen zur Verfügung stellen, um die geologischen Grundlagen bei der Endlagersuche zu schaffen. Des Weiteren bleiben bis auf weiteres die Einvernehmensprüfungen nach § 21 StandAG innerhalb der „identifizierten Gebiete“ bestehen. Auch hierbei wird das LfULG weiterhin bestrebt sein, die wirtschaftlichen Interessen im Freistaat Sachsen wie die Rohstoffgewinnung oder die Nutzung von Erdwärme mit dem gesamtgesellschaftlichen Interesse der Endlagerung in Einklang zu bringen.

Literatur

BASE (2014): Unterschiedliche Rollen – ein Ziel: Positionspapier des BASE zur Öffentlichkeitsbeteiligung in der Standortauswahl. Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung, Stand: April 2014.

StandAG (2013): Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und zur Änderung anderer Gesetze (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2553).

StandAG (2017): Gesetz zur Fortentwicklung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde Abfälle und anderer Gesetze vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist.

Müller, F., Kroner, U., Buske, S., Hlousek, F. (in prep.): Geologische Anwendungen und Risiken im Tieferen Untergrund von Sachsen (ARTUS) – Teil 1: Nachweis und Analyse ausgewählter tektonischer

Bruchstrukturen im Granulitgebirge und ihre potentielle neotektonische Gefährdung. Schriftenreihe des LfULG.

Stanek, K. (2016): Kenntnisstandsanalyse zum tektonischen Bau von Sachsen. Bericht zum Projekt, ARTUS-Tektonik, 7S., 4 Anlagen.

Stanek, K., Dominguez-Gonzalez, L., Adreani, L., Bräutigam, B. (2016): Tektonische und geomorphologische 3D-Modellierung der tertiären Einheiten der sächsischen Lausitz. Schriftenreihe des LfULG, 19/2016

BGE (2020): Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG. Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH. Peine.

LfULG (2021): Fachstellungnahme des LfULG zum „Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG“ der Bundesgesellschaft für Endlagerung vom 28.09.2020 – zur Betroffenheit des Freistaates Sachsen. Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie, Freiberg.

Download Prüfbericht LfULG: <https://www.geologie.sachsen.de/standortauswahl-27483.html>

Unger, G. (2019): Dokumentation der Modellierung der Magmatitregion Osterzgebirge (MRO). Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, interner Bericht, Archiv LfULG, Freiberg.

Wollenteit, U. (2018): Das rechtliche System der Standort-suche. In: Frenz, W. & Preuße, A. (Hrsg.) Geothermie und atomare Endlagersuche nach dem Standortauswahlgesetz. Schriftenreihe der GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik; v. 144; 2018; 126 p; GDMB Verlag GmbH; Clausthal-Zellerfeld (Germany); 19th Aachener Altlasten- und Bergschadens-kundliches Kolloquium; Aachen (Germany); 10 Jul 2018

Sachsens Geologie erleben – Geoparks: Vermittler von Umweltbildung und Rohstoffbewusstsein im Freistaat

Alexander Repstock¹, Sabine Dietel², Susann Sentek³, Denis Loos⁴, Manfred Kupetz⁵,
Jörg Büchner⁶, Axel Rommel¹

Zusammenfassung

Geoparks bewahren geologische Strukturen und landschaftliche Gebilde als Bestandteile unseres erdgeschichtlichen Welterbes und machen diese für die Öffentlichkeit zugänglich. Dabei stehen nicht allein geologische Phänomene im Vordergrund, vielmehr tragen sie zum nachhaltigen Denken in Sachen Umweltschutz, Rohstoffbewusstsein und Klimaziele bei. Sie sind Vorreiter in Zeiten des strukturellen Wandels, zeigen das geologische und ökologische Potential in den einzelnen Regionen und fördern den immer bedeutender werdenden Geotourismus.

Von den ältesten Gesteinen Deutschlands im Erzgebirge, atemberaubenden Edelsteinfelsen im Vogtland, faszinierenden Supervulkanausbrüchen in Nordwestsachsen, malerischen Sandsteinformationen im Elbtal bis zu einzigartigen eiszeitlichen Strukturen der Lausitz – in den vier sächsischen Geoparks wird Geologie der breiten Öffentlichkeit anschaulich präsentiert. Stetig steigende Besucherzahlen zeigen, dass unsere Geoparks als Naherholungsgebiete und Umweltbildungszentren wahrgenommen werden. Sie werden durch die Abteilung „Geologie“ im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie mit geologischem Fachwissen in unterschiedlichen Themenfeldern tatkräftig unterstützt, sei es durch das Engagement in Fachbeiräten, Fachvorträgen, bei der Ausbildung von zertifizierten Naturschützern und bei Forschungsvorhaben. Im Gegenzug bildeten sich gemeinschaftliche Arbeitsgruppen zur Evaluierung und Aufnahme neuer Geotope im sächsischen Geotopkataster.

Unsere Geoparks leisten einen Beitrag zur nachhaltigen Regionalentwicklung insbesondere durch einen naturverträglichen, sanften Tourismus. Sie sind das Verbindungstor zu unseren Nachbarn Tschechien und Polen sowie der Vermittler wichtiger gesellschaftlicher Fragestellungen – vom natürlichen und anthropogenen Klimawandel über Rohstoffnutzung hin zur Renaturierung historischer Bergbaureviere.

Lassen Sie uns Sachsens Geologie erleben – schauen Sie mal in unseren Geoparks vorbei!

1 Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. alexander.repstock@smekul.sachsen.de

2 Nationaler Geopark Porphyryland. Steinreich in Sachsen

3 Geopark Sachsens Mitte e.V.

4 Geo-Umweltpark Vogtland – Sagenhafte Vielfalt

5 UNESCO Global Geopark, Förderverein Geopark Muskauer Faltenbogen e.V.

6 Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz



Pyroxenitporphyr im Kirchbruch Beucha (Tunchira Repstock)

1. Einleitung

Geoparks bieten Einblicke in besondere erdgeschichtliche Phänomene und machen diese der Bevölkerung nah- und fassbar. Im Mittelpunkt stehen die Genese der Gesteinsformationen und die Rohstoffbeschaffenheit, welche die wirtschaftliche aber auch kulturelle Entwicklung einer Region beeinflusst haben. Auch knüpfen Geoparks an den derzeitigen Lebensstil unserer Gesellschaft an, in dem sie den Umweltschutz, das Rohstoffbewusstsein, die nachhaltige Landnutzung und vor allem den Geotourismus fördern (z.B. Jones, 2008; Štrba et al., 2015; Kupertz, 2019; Nikolova & Sinnyovski, 2019; Frey, 2021). Sie öffnen dabei neue Perspektiven für junge Menschen, stärken Gemeinden und ganze Regionen (Farsani et al., 2011a). Somit stellen Geoparks einen entscheidenden Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung und eine Investition in die Zukunft dar.

Die Konzeption und Philosophie der Geoparks wurde erstmals in der *International declaration of the rights of the memory of the Earth* auf der *Digne Convention* 1991 präsentiert. In diesem Manifest wird in neun Punkten die Einzigartigkeit der Erde und ihrer Lebewelt dargestellt und beschrieben. Mit der Ausweitung und Aufwertung des Geotourismus und einem wachsenden Umweltbewusstsein in den 1990'er Jahren, gewann die Geopark-Idee weltweit an Zuspruch (z.B. Frey, 2021). Als Antwort wurde 1997 die *Division of Earth Sciences* des *UNESCO Geoparks Program* ins Leben gerufen, um nationale und internationale Bemühungen zum Schutz und Erhalt des geologischen Erbes und der Einzigartigkeit natürlicher Vorkommen und Besonderheiten zu unterstützen. Neben dem *UNESCO Global Geoparks Network* gibt es seit Juni 2000 auch ein europäisches Geoparknetzwerk, das *European Geoparks Network (EGN)*. In diesem Netzwerk konnte der Austausch zwischen ländlichen Regionen mit ähnlichen sozioökonomischen Charakteristika über die Bewahrung des geologischen Erbes und das hohe kulturelle Potential intensiviert werden (Zouros & McKeever, 2004; Farsani et al., 2011b).

Heute umspannt ein Netzwerk von Geoparks alle bevölkerten Kontinente unseres Globus, von der Dünenlandschaft Tottoris im San'in-Kaigan (Japan), über das Karstplateau Đòng Vãn (Vietnam), die Fossilien von Satun (Thailand), den Vulkan Ngongoro Lengai (Tansania) und den versteinerten Wald von Lesvos (Griechenland) bis hin zum Kalksteinfelsen Rocher Percé (Québec, Kanada) und den Sandsteinhöhlen der Grutas del Palacio (Uruguay). Doch muss man immer in die Ferne schweifen? Nein, denn in Deutschland gibt es derzeit mehr als zwanzig Geoparks, wovon vier Geoparks in unserem Bundesland ansässig sind:

- UNESCO Global Geopark Muskauer Faltenbogen/Łuk Mużakowa,
- Nationaler Geopark Porphyryland. Steinreich in Sachsen,
- Geopark Sachsens-Mitte und
- Geo-Umweltpark Vogtland – sagenhafte Vielfalt (Abb. 1).

Neben den vier bestehenden Geoparks gibt es mit der Geoparkinitiative Weißeland Bestrebungen eines weiteren, länderübergreifenden Parks in der Region Oberlausitz-Dolny Śląsk-Jizerky. In all diesen Regionen wird die Geodiversität im Freistaat bewahrt und reicht dabei von metamorphen Edelsteinfelsen, permokarbonen Supervulkanen, kreidezeitlichen Sandsteinformationen, tertiären Vulkanbauten und Braunkohlesümpfen bis hin zu eiszeitlichen Großstrukturen (Abb. 2). Einzigartige Aufschlüsse, Steinbrüche, unzählige Lehrpfade, Schaubergwerke und Geoportale in den einzelnen Geoparks untermauern, dass Sachsen auch international als die Wiege der Geologie gesehen wird.

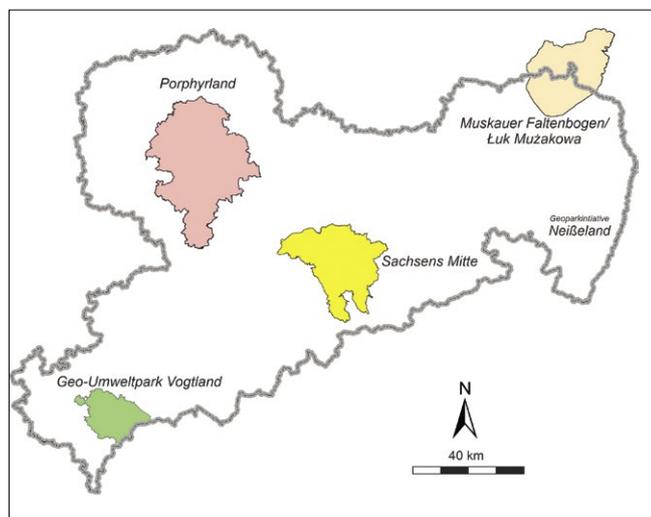


Abb. 1: Geographische Lage der vier Geoparks und der Geoparkinitiative Weißeland im Freistaat Sachsen.

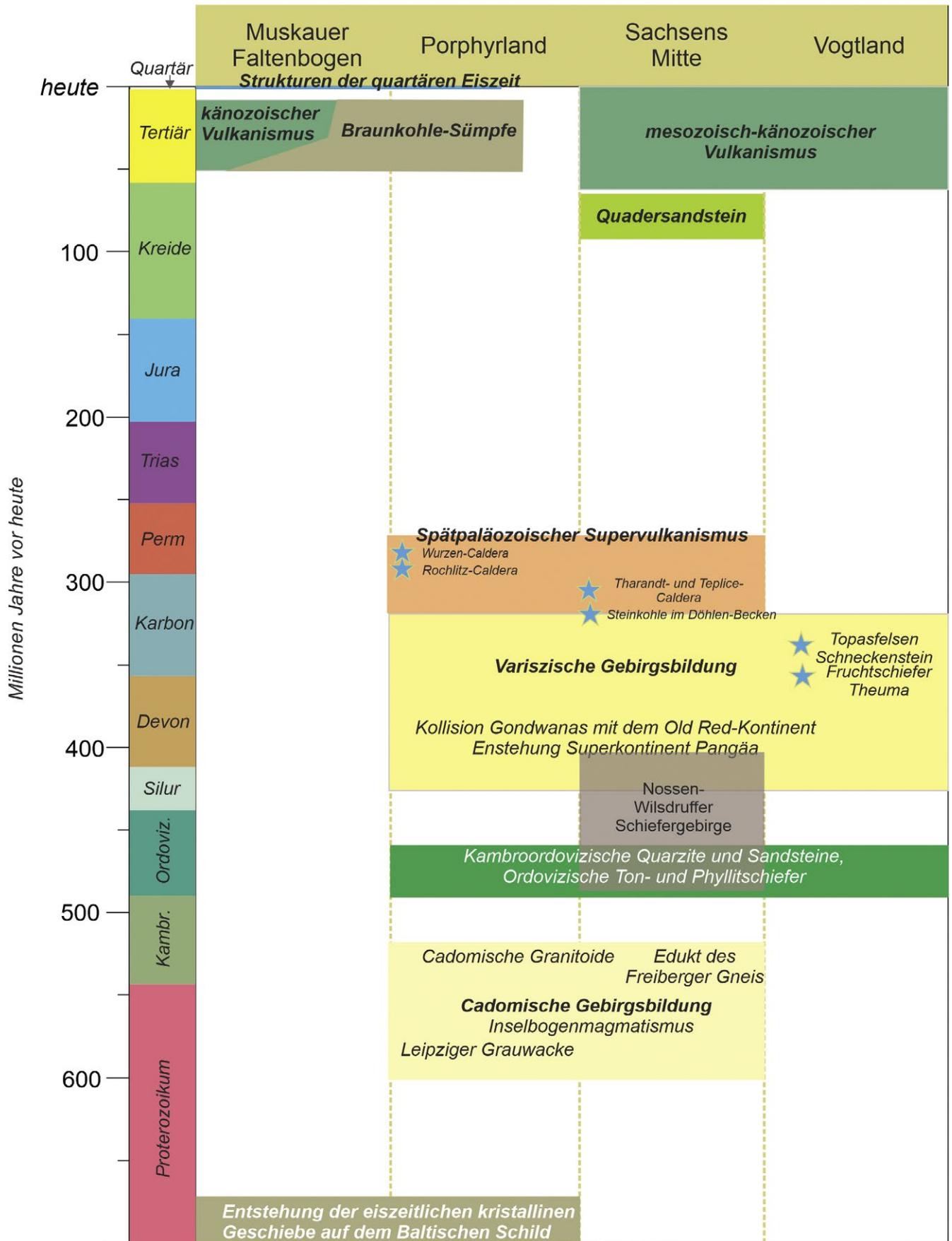


Abb. 2: Vereinfachtes stratigraphisches Profil der geologischen Highlights der vier Geoparks in Sachsen.

Das Aufstreben der Geoparks in unserem Bundesland wird seitens des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) wohlwollend begleitet und aktiv unterstützt. Dabei ist das LfULG – auch durch das vielfältige private Engagement seiner Mitarbeiter – längst nicht nur die Behörde der fachlichen Einschätzung und Bewertung von Geotopen, sondern stets bei den Menschen vor Ort! Unsere ortsansässigen Geoparks unterstützen den Sächsischen Geologischen Dienst in der Aufnahme neuer Geotope in das sächsische Geotopkataster sowie bei der Beurteilung von Unterschutzstellungen. Weiterhin sensibilisieren Sie die Öffentlichkeit für den Geotop- und Umweltschutz und stehen uns bei Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen einzelner Geotope bei. Die Arbeit unserer Geoparks unterstützt somit das LfULG in seinen Verwaltungsaufgaben. Der stetige Austausch zwischen LfULG, Geoparks und den verschiedenen Forschungsinstitutionen (z.B. TU Bergakademie Freiberg, TU Dresden, Deutsches Geoforschungszentrum) zeigt, dass Sachsen – als Wiege der Geologie – bis heute ein heißes Pflaster für geowissenschaftliche Untersuchungen darstellt.

2. Unsere Geoparks – Erdgeschichte erleben

2.1 Geopark Porphyryland – Steinreich in Sachsen

Die „steinreiche“ Landschaft des Geoparks Porphyryland erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 1.200 km² östlich von Leipzig und umfasst 14 Kommunen. Hier liegen Fest- und Lockergesteinsschichten aus über 550 Millionen Jahren (Ma) Erdgeschichte dicht beieinander. Darunter zählen Gesteinspakete zweier Gebirgsbildungen und zweier Supervulkaneruptionen, aber auch Zeugnisse der letzten großen Vereisungen im Quartär (Abb. 2).

Die älteste geologische Formation bildet die Leipziger Grauwacke, die im Hinterland eines Inselbogens – dem cadomischen Orogen – am Rande eines großen Ur-Ozeans abgelagert wurde (Linnemann et al., 2000; 2014). In dieser Gebirgsbildungsphase (vor ca. 650 bis 540 Ma) entstanden auch die Granitmassive von Schildau, Dahlen-Laas und Leipzig-Eilenburg. Im südlichen Teil des Geoparks trifft man auf Gesteine, die während einer zweiten Gebirgsbildung, der sogenannten variszischen Orogenese (vor 400 bis 300 Ma), verfaltet wurden (Kroner & Romer, 2013). Aus diesem cadomischen und variszischen Grundgebirge ragen heute nur noch vereinzelt Härtlinge, wie der Collberg zwischen Wernsdorf und Oschatz, aus der sonst eher flachen Landschaft empor.

Vor 300 bis 275 Ma, im Zeitalter des Perms, entwickelte sich die damalige Senke im nordwestsächsischen Raum zu einem der größten Vulkankomplexe dieser Zeit (Hoffmann et al., 2013;

Repstock et al., 2018; Hübner et al., 2021). Dabei hinterließen Lavaergüsse, vulkanische Aschen (Tuffe) und mächtige Glutwolkeneruptionen eine vielfältige vulkanische Gesteinslandschaft (Röllig, 1969; Eigenfeld, 1978; Gläßer, 1983). Der hochexplosive und großflächige Supervulkanismus (Breitkreuz, 2016; Repstock et al., 2018; Hübner et al., 2021) brachte die für den Geopark weitverbreiteten und namensgebenden Porphyrgesteine, insbesondere Ignimbrite, hervor. Mindestens zwei Phasen von Supervulkanausbrüchen, die Rochlitz-Eruption (vor ca. 294 Ma) und die Wurzener-Eruption (vor 287 Ma) (Hoffmann et al., 2013), waren hauptverantwortlich für das heute so diverse Gesteinsvorkommen in der Region. Eine Vielzahl unterirdischer, tiefreichender Störungssysteme durchzog das damals äquatornahe Gebiet. Gas- und fluidreiches Magma drang durch Spalten nach oben und wölbte die Erdkruste auf. Durch die hochexplosive Druckentlastung riss das auflagernde Gestein an Schwächezonen auf und es kam zur Supereruption. In der durch diese Eruption gebildete weiträumige schüsselartige Einsturzsenke (Caldera) wurde das eruptierte volumenreiche, pyroklastische Material abgelagert. Dabei entstanden markante Gesteine wie der Rochlitzer Porphyrtuff oder der Pyroxenquarzporphyr, die als Werksteine, Baumaterial oder Edelsplitt weltweit eingesetzt werden (Abb. 3, 4, 5). Noch heute zeugt unter anderem das Nationale Geotop Rochlitzer Berg von der Mächtigkeit der Ignimbrit-Ablagerungen (Abb. 3). In der Ruhephase zwischen dem ersten und zweiten vulkanischen Großereignis füllte sich die Caldera teilweise mit Wasser und es kam zur Bildung mehrerer Seen (Walter, 1983; 2006). Dort entwickelte sich neues Leben, welches bis zur nächsten großen Ausbruchphase überdauern konnte. Die Wurzener-Eruptionen führten erneut zur Ablagerung mächtiger Ignimbrit-Decken (Röllig, 1969; Repstock et al., 2018), die alles Leben unter sich begruben. Zahlreiche Überreste der vielfältigen Flora und Fauna sind so als Fossilien am „Versteinerten See“ in Börtewitz für die Nachwelt erhalten geblieben. Darunter zählen Pflanzenreste, Ostracoden (Muschelkrebse), Conchostraken (Muschelschaler), Insekten, Myriapoden (Tausendfüßer), Fische und Amphibien (Walter, 1983; 2006).

Während der Kreidezeit (vor 145 bis 66 Ma) und dem nachfolgenden Tertiär befand sich das Gebiet des heutigen Geoparks Porphyryland in subtropischen Gefilden. Die vulkanischen Gesteine erfuhren eine intensive chemische Verwitterung, was zu Umwandlungen von Feldspat- in Tonminerale führte (Schwerdtner et al., 2007). Die daraus entstandenen Kaolin-Vorkommen in der östlich gelegenen Mügeln Senke brachten wirtschaftlichen Reichtum in die Region. Für die Herstellung von Keramik sind sie bis heute von großer Bedeutung.

Erst mit der starken Abkühlung im Eiszeitalter, dem Quartär vor 2,6 Ma, wurde die ehemalige Supervulkanlandschaft erneut einer intensiven Überformung unterzogen (Eissmann, 2002). Gletscherschrammen auf den vulkanischen Gesteinen zeugen von der Überfahung gigantischer Inlandseismassen während der Elster- und Saale-Kaltzeiten (Naumann, 1874; Eissmann,

2002). In den wärmeren, eisfreien Phasen prägten Permafrost und kalt-trockene Steppenbedingungen das Klima. Scharfe Winde streiften die Porphyrfelsen und die mitgeführten Sandkörner hinterließen markante Furchen im Gestein (Abb. 4). Für die im 19. Jahrhundert noch heiß diskutierte Eiszeittheorie lieferten die auf dem Kleinen Berg in Hohburg gefundenen Gletscher- und Windschliffe wichtige Beweise zur Auflösung des geologischen „Wissenschaftskrimis“ (Abb. 4). Diese Befunde sind ebenfalls Geotope von nationalem Rang. Neben Sand wurden auch mächtige Lössablagerungen aus den Schwemmfächern und Urstromtälern der Gletschervorfront angeweht (Eissmann, 2002). Auf ihnen bildeten sich in den letzten 10.000 Jahren im Holozän, der heutigen Warmzeit, besonders fruchtbare Böden aus.

Die Nutzung der geologischen Gesteinsvielfalt durch den Menschen ist ein wichtiger Baustein der Industriekultur. Die jahrhundertelange Tradition des Steinarbeiter-Handwerks prägt die Geschichte der Region. So wurde der Beuchaer Granitporphyr aus dem Nationalen Geotop Kirchbruch Beucha für den Bau des Leipziger Völkerschlachtdenkmals, dem größten Denkmal Europas, verwendet. Der besonders harte, wetterbeständige Subvulkanit besitzt beeindruckende Mineraleinschlüsse, die beim Erstarren des Magmas nahe der Erdoberfläche entstanden.

Viele regionale Gesteine lassen sich heute noch an Bauwerken und Fassaden wiederfinden. Es lohnt sich also, sich auf die Spur der Steine zu begeben.



Abb. 3: Gleisbergbruch am Rochlitzer Berg (Bastian Rakow).



Abb. 4: Gleisbergbruch am Rochlitzer Berg (Bastian Rakow).



Abb. 5: Pyroxenquarzporphyr im Steinbruch Steinberg bei Lüptitz (Alexander Repstock)

2.2 GEOPARK Sachsens Mitte – Werte, Wissen, Wandel

Der GEOPARK Sachsens Mitte im Herzen des Freistaates hat sich vor allem das Bewahren des geologischen und bergbaulichen Erbes, den Geotopschutz und die Wissensvermittlung als Ziele gesetzt. Grundlage für diese Ziele bildet die bewegte geologische Entwicklungsgeschichte der Region, die sich in den Alleinstellungsmerkmalen des GEOPARKs Sachsens Mitte widerspiegelt. Der Vulkanismus im Tharandter Wald, der Steinkohle- und Uranbergbau im Döhlener Becken und der hochmittelalterliche Bergbau im Osterzgebirge sind die Säulen, auf denen der Geopark steht.

Die geologischen Besonderheiten werden in 28 Geotopen in der Gebietskulisse deutlich. An diesen Schlüsselstellen werden erdgeschichtliche und landschaftliche Besonderheiten sichtbar und können nachhaltig erschlossen, vermarktet und vermittelt werden.

Das Herz des Geoparks ist der Tharandter Wald. Dieser gilt schon lange als "klassische Quadratmeile der sächsischen Geologie", da sich hier fußläufig Aufschlüsse verschiedener Erdzeitalter erreichen lassen und so ein bedeutender Teil der geologischen Entstehungsgeschichte Sachsens nachvollzogen werden kann. Das Grundgebirge wird in diesem Bereich neben den typischen Erzgebirgsgneisen auch durch ordovizische bis devonische Gesteine des Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirges gebildet (Sebastian, 2013). Während der variszischen Gebirgsbildung intrudierte südwestlich des Tharandter Waldes bereits vor 320 bis 318 Ma der Naundorf-Niederbobritzscher Granit (Tichomirowa, 1997; Breikreuz et al., 2021), der als Monzogranit klassifiziert wird und dem Freiburger Gangrevier konforme Erzforma-

tionen enthält (Rösler et al., 1990). Entlang einer Tiefenstörung erstreckt sich auf einer Linie von Meißen über den Tharandter Wald nach Altenberg/Teplice eine Zone, in welcher der Vulkanismus besonders markant war (Ernst et al., 2011). Neben der Tharandter Wald Caldera ist auch die Caldera von Altenberg-Teplice mit ihren umgebenden ringförmigen Gangstrukturen Zeugnis dieses spätkarbonen Vulkanismus.

Die Tharandter Wald Caldera hat eine Größe von rund 52 km². Die Hauptphase der Eruptionen wurde auf ein Alter von 314 bis 312 Ma datiert (Breikreuz et al., 2021). Es kam zur Bildung saurer Ergussgesteine, die in den älteren quarzarmen, rhyolithischen Ignimbrit (Lokalname: quarzarmer Porphyry), der den größeren Teil der flächenmäßigen Verbreitung ausmacht, und den jüngeren einsprenglingsreichen, dazitischen Ignimbrit (quarzreicher Porphyry) unterschieden werden (Sebastian, 2013; Breikreuz et al., 2021). Die Rhyodazite treten mit einer erhaltenen Maximalmächtigkeit von 550 m auf (Breikreuz et al., 2021) und erstrecken sich über 40% der Gesamtfläche des Tharandter Waldes. Eine besondere Varietät ist der „Kugelpechstein“ von Spechtshausen (Ernst et al., 2011). Am Nationalen Geotop „Porphyrfächer“ (Abb. 6) tritt der Rhyolith in fein- bis dicksäuliger Absonderung und fächerartiger Ausbildung auf, was auf Isothermschleppung während der Abkühlung und Entgasung des Gesteinskörpers zurückzuführen ist (Sebastian, 2013).

Im Tharandter Wald finden sich zudem Erosionsreste oberkreidezeitlicher (cenomaner bis turoner) Sandsteine der Niederschöna-, Oberhäslich- und Dölzchen-Formationen (Abb. 7; Janetschke & Wilmsen, 2014). Während des Oligozäns und



Abb. 6: Porphyrfächer bei Mohorn, Relikt der Abkühlung des Vulkanitkörpers (Alexander Repstock).

Miozäns kam es in der Region zu einer weiteren Vulkanismusphase. Die am Ascherhübel, Landberg und Buchberg vorkommenden basaltoiden Olivin-Nephelinite gelten regional und zeitlich als letzte Ausläufer des nordböhmisches Vulkanismus (Ernst et al., 2011) mit einem Alter von rund 10 Ma (Pälchen & Walter, 2008).

Im nordöstlichen Teil des GEOPARKs Sachsens Mitte befindet sich das Döhlener Becken. Es handelt sich um ein vulkanotektonisch beeinflusstes, jungpaläozoisches Molassebecken mit einer maximalen Mächtigkeit der Beckenfüllung von 700-800 m (Reichel et al., 2007), dessen Entstehung eng an die Tektonik der NW-SO verlaufenden Elbezone gebunden ist. Im Döhlener Becken machen Pyroklastite etwa die Hälfte der Beckenfüllung aus, deren Liefergebiete die ausgedehnten Vulkankomplexe der Umgebung waren. Eines der bedeutendsten Geotope hier ist der sogenannte Backofenfelsen bei Freital (Abb. 8). Die Beckenfüllung gliedert sich in vier Formationen, wobei die Döhlen-Formation mit ihren bis zu sieben abbauwürdigen Steinkohleflözen hervorzuheben ist (Janetz & Stute, 2006). Diese wurden vor allem im 19. und 20. Jahrhundert intensiv abgebaut. Neben der Steinkohle wurden im Döhlener Becken von 1542-1989 auch weitere Bodenschätze gewonnen: Kupfererze im Mittelalter, Kalkstein bis etwa 1900, Pyrit-reiche Kohlen zur Alaunproduktion von 1947 bis 1954 sowie uranförende Kohlen und Brandschiefer von 1963 bis 1989 (Reichel et al., 2007). Die wirtschaftlich große Bedeutung des Bergbaus war ein Motor für den schnellen industriellen Aufschwung der Freitaler Region. Nachgewiesen sind 504 Schächte, davon 24 Großschächte mit über 250 m Teufe und 962 Tiefbohrungen (Reichel et al., 2007).

Neben dem Bergbau im Döhlener Becken ist auch der mittelalterliche Bergbau im gesamten GEOPARK-Gebiet, vor allem nach den begehrten Silbererzen, zu nennen. Als Grundfeste der damaligen Gesellschaft prägte er die Region stark. Deutlich wird dies an den unzähligen noch heute auffindbaren Bergbauzeugnissen, wie auch an den tief verwurzelten erzgebirgischen Traditionen in der Region. In besonderer Weise ist hier der hochmittelalterliche Bergbau in Dippoldiswalde zu nennen. Bei Bergsicherungsarbeiten im Jahr 2008 wurde im Stadtgebiet ein komplexes System aus Grubenbauen entdeckt. Das Landesamt für Archäologie Sachsen konnte feststellen, dass die Bergbauanlagen im Norden und Osten der Stadt auf die erste Hälfte des 13. Jahrhunderts zurückgehen. Der Abbau erfolgte bis in eine Tiefe von über 26 Metern. Das Bergbaurevier von Dippoldiswalde gehört zum östlichen Randgebiet des Freiburger Lagerstättenbezirks. Ziel der bergmännischen Aktivitäten waren vor allem an Gangstrukturen gebundene silberhaltige Bleierze (Lange & Kadon, 2010). Nach Freiberg handelt es sich um den ältesten mittelalterlichen Bergbau im ostdeutschen Raum, der jedoch im Unterschied zur Bergstadt Freiberg deutlich besser archäologisch dokumentiert und damit ein Unikat ist.



Abb. 7: Kinder erkunden das Geotop „Sandsteinbruch Niederschöna“ (Robert Michael).



Abb. 8: Backofenfelsen als größter Rotliegend-Aufschluss des Döhlener Beckens (Gerold Pöhler).

2.3 Geo-Umweltpark Vogtland – Sagenhafte Vielfalt

Der Geo-Umweltpark Sagenhaftes Vogtland erstreckt sich über weite Teile des Oberen Vogtlandes auf einer Fläche von 289 km² (Abb. 1). Damit ist er der kleinste Geopark Deutschlands, jedoch aus geologischer Sicht einer der Vielfältigsten seiner Art (Abb. 2). Im Osten wird der Park durch das Eibenstocker Granitmassiv mit seinen Zinn- und Wolfram-Lagerstätten abgegrenzt, während im Süden des Geo-Umweltparks die Altbergbaureviere um Klingenthal mit den historischen Kupfer-, Gold- und Schwespat-Lagerstätten die Grenze bilden. Im Nordwesten erstreckt sich der Bergener Granit, in dessen Kontaktbereich der weltbekannte Theumaer Fruchtschiefer (Abb. 9) gebildet wurde und bis heute als Naturstein gern Verwendung findet.

Auch im Bereich der Hydrologie bietet der Geo-Umweltpark Vogtland eine reiche Palette an Besonderheiten. Einmalig ist die Talsperren-Landschaft: Die Gebrauchtwassertalsperre Falkenstein lädt zur kleinen Erfrischung an heißen Tagen ein. Besonders sehenswert ist das Stauwerk der 1910 erbauten Trinkwassertalsperre in Werda mit der Verkleidung aus Theumaer Fruchtschiefer. Als Wassereinzugsgebiet ist der Geo-Umweltpark Quellgebiet der Grötzsch und der Zwickauer Mulde und bietet neben diesen Gesprengen auch Radonquellen und sogar eine Eisenquelle in Zwota. Auch die Moore der Region sind als Klimagedächtnisspeicher wichtige Geopunkte im Park – ein Moorlehrpfad lädt hier zur Erkundung ein.

Kulturell finden Sie reichhaltige und vielfältige Angebote. Besonders eindrucksvoll sind die Zeugnisse der Flößerei, das historische Floßgrabensystem. Viele von Menschenhand angelegte Wasserwege bis hin zu den künstlichen geschaffenen Rissfällen, den größten Wasserfall des Vogtlandes (Abb. 9), belegen diesen historischen Wirtschaftszweig. Das Zentrum bildet das Flößerdorf Muldenberg mit seinen regelmäßig stattfindenden Schauflößen. Auch der historische Bergbau und das Montanwesen der Region ist noch heute spürbar. Das Schaubergwerk Grube Tannenberg, die Hammerherrenhäuser in Tannenbergsthal und Ellefeld, den historischen Hochofen in Morgenröthe-Rautenkrantz oder die vielen Halden und Pingen dokumentieren den historischen Bergbau. Besonders reizvoll ist der Geo-Umweltpark Vogtland in der Weihnachtszeit. Ob zu besinnlichen Mettenschichten, den beschaulichen kleinen Weihnachtsmärkten, leckeren Zuckermänneln aus Werda und den vielen Weihnachtslichtern in den Fenstern erspürt man die jahrhundertealten bergmännischen Traditionen der Region.

Das herausragende Geotop des Geo-Umweltparks ist der zwischen Klingenthal und Falkenstein gelegene Topas-führende Schneckenstein (Abb. 10). Er markiert einen isolierten Felsen im sonst felsfreien Waldgebiet. Seine Entstehung wird mit der Intrusion des Eibenstocker Granits vor 330 Ma in Verbindung gebracht (z.B. Tichomirowa et al., 2019), dessen Fluide im

pneumatolytisch-hydrothermalen Stadium das Wirtsgestein brekziiert hat und es zur Kristallisation des Topases kam (Baumann & Gorni, 1964; Zeug et al., 2021). Dieser zeichnet sich durch seine bemerkenswerte Edelsteinqualität aus und findet sich weltweit in zahlreichen mineralogischen Sammlungen wieder (z.B. Charpentier, 1975). So zierte seit März 2007 ein 1,20 m hoher und 350 kg schwerer Brocken der Schneckenstein-Brekzie den Eingangsbereich des Instituts für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien (Pristacz & Gerisch, 2007). Der deutsch-österreichische Mineraloge Carl-Friedrich Mohs (1773-1839) nahm 1820 den Topas vom Schneckenstein als Referenzmaterial für die Entwicklung seiner neuen Härtegradskala. Mit einer Mohshärte von 8 ist dieses Mineral härter als Quarz. Lediglich Korund und Diamant sind in der besitzen höhere Härtegrade in dieser Skala. Auch montanhistorisch ist der Schneckenstein von hoher Bedeutung. Im Jahr 1737 wurde am Schneckenstein die Zeche Königskrone aufgefahren und war damit auch die erste erbliche Vermessung eines Edelsteinvorkommens weltweit. Die abgebauten Edelsteine wurde nach Dresden gebracht und veredelt. Viele fanden als „Sächsische Diamanten“ Einzug in die Wunderkammer – dem „Grünen Gewölbe“ – in Dresden. Da es regionale Kostbarkeiten sind, wurde der Topas gern an verwandte Herrscherhäuser verscheckt. So erhielt im Jahr 1761 das englische Königshaus einen Kronschatz für den 485 vogtländische Topase verarbeitet worden sind. Schon zu Ende des 18. Jahrhundert wurde der Abbau eingestellt. Seit jener Zeit ist der Topasfelsen ein beliebtes Ausflugsziel. Er wurde 1937 unter Naturschutz gestellt.

Die Geoportale im sagenhaften Vogtland bieten für seine Gäste viele Informationen und Kompetenzen zu den Besonderheiten der Region. So qualifiziert sich z. B. das „Geoportal Natur- und Umweltzentrum Vogtland“ in Oberlauterbach im Bereich der Umweltbildung und hält für den interessierten Besucher viele naturnahe Angebote und Erlebnisse bereit. Auch das Geoportal „Topaswelt Schneckenstein“ mit seinem Besucherbergwerk und seinem Topaszimmer bewahrt die mineralogischen und geologischen Kostbarkeiten und die bergmännischen Traditionen der Region und lädt zum Besuch und Verweilen ein.

Lernen Sie den Geo-Umweltpark über die eigens angelegten Felsenwege kennen. Sie führen an den wichtigsten und interessanten Orten und Geotopen vorbei. Sechs neu Felsenwege mit Rastmöglichkeiten entstanden in den letzten Jahren im Gebiet des Geo-Umweltparks Vogtland. Gut erreichbar und beschildert bieten diese hochwertigen Wege verschiedene Informationen zur Geschichte, Sagenwelt – samt Moosmann und Moosweibel, zum Thema Wasser, Moore und zur Geologie. Ob mystisch, romantisch, wild, abwechslungsreich oder besinnlich für jeden Gast ist etwas dabei.



Abb. 9: Steinbruch Theuma, Aufschluss eines Cordierit-Knotenschiefers im Kontaktbereich des Bergener Granits, Lokalname: Theumaer Fruchtschiefer (Denis Loos).

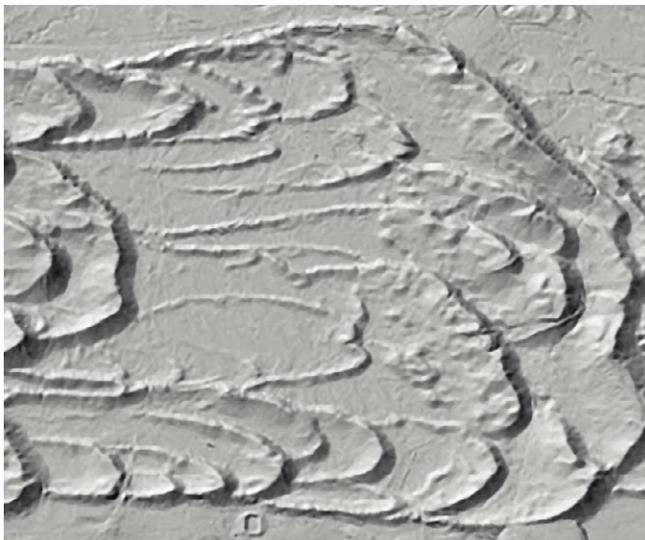


Abb. 10: Topasfelsen Schneckenstein in der Gemeinde Muldenhammer (Silke Stark).

2.4 Geopark Muskauer Faltenbogen/ Łuk Mużakowa

Im Länderdreieck Sachsen – Brandenburg – Polen (Abb. 1) liegt der Muskauer Faltenbogen aus der Luft gesehen wie ein großes Hufeisen in der Landschaft. In der Eiszeit „zerdrückte“ der Muskauer Gletscher den Untergrund und türmte die Erdmassen vor sich auf. Der Faltenbogen ist eine Stauchendmoräne, sozusagen der Fußabdruck eines großen Gletschers. Umgeben ist er von einer Vielzahl von weiteren eiszeitlichen Landschaftsformen, wie zum Beispiel ausgedehnten Dünenfeldern (Abb. 11). Er gilt heute als eines der weltweit besten großflächigen Beispiele für die Verformung des Untergrunds durch Gletscher. Aus 130 Jahren Bergbauentwicklung ist hier eine Kulturlandschaft entstanden, die eine Vielzahl schützenswerter Denkmäler der belebten und der unbelebten Natur beherbergt.

Der Muskauer Faltenbogen entstand in der Elstereiszeit vor 350.000 Jahren. Damals lag Mitteleuropa bis zur Linie Hamburg – Berlin – Krakau unter einer rund 3.000 Meter mächtigen Eisdecke, ähnlich wie heute Grönland. Aus dieser Eismasse brach in der Gegend von Bad Muskau plötzlich ein „kleiner“ Gletscher (20 Kilometer breit und lang und bis zu 500 Meter dick) hervor, dessen Druck auf den Untergrund bis in eine Tiefe von 300 Metern reichte und die Erdmassen vor sich auftürmte. Durch diese Stauchung gelangten die tieferliegenden Rohstoffe Braunkohle, Glassande, hochwertige Tone für Buntgeschirr, Ziegel und Industriekeramik sowie Alaun-Tone, aus denen zahlreiche Mineralquellen hervorsprudeln, an die Erdoberfläche. Daraus entwickelte sich zwischen 1840 und 1970 eine standortgebundene rohstoffgewinnende und -verarbeitende Industrie. Dazu gehören unter anderem etwa 80 Braunkohlengruben im Unter- und Übertagebergbau, mehr als 30 Glashütten und eine deutschlandweit bedeutende keramische Industrie. Heute ist der Faltenbogen eine Altbergbaulandschaft voller Gewässer und ein waldreicher Naturraum mit bedeutender ökologischer



Vielfalt. Über ein gut ausgebautes Wegenetz bietet die Faltenbogenlandschaft beim Wandern oder Radfahren Einblicke in den Formenreichtum einer eiszeitlichen Landschaft. Diese zeigt sich in Niederungen mit Mooren, getrennt durch trockene Hochflächen, Trockentäler, die auf die Neiße zulaufen, Sölle, Findlinge, und eine Vielzahl von Quellen. Die eisenreichen Babina-Quellen in Łęknica sind in Europa eine Besonderheit. Im Badepark der UNESCO-Weltkulturerbestätte Fürst-Pückler-Park in Bad Muskau werden die Mineralquellen noch heute zu Kurzwecken genutzt. Besonders attraktiv für Besucherinnen und Besucher sind auch der Findlingspark Nochten (Abb. 12), der Kromlauer Rhododendronpark, die historische Waldeisenbahn Muskau sowie zwei Aussichtstürme am Felixsee in Bohsdorf und der historischen Braunkohlengrube Babina bei Łęknica.

Im Gebiet des UNESCO-Geoparks Muskauer Faltenbogen leben rund 50.000 Einwohner. Der Süden gehört zum Siedlungsgebiet der Lausitzer Sorben, einer anerkannten traditionellen Minderheit mit eigener Sprache und Kultur. Der Geopark hat es sich zur Aufgabe gemacht, natürliche Ressourcen zu erhalten, Kulturgüter zu bewahren und die Bergbaufolgelandschaft in ihrer Entwicklung zu unterstützen – Hand in Hand mit der Entwicklung des Tourismus in der Region. Der Geopark ist somit eine wichtige Plattform, um die Identität der Region zu stärken und Zukunftsperspektiven aufzuzeigen.

Der Muskauer Faltenbogen ist der einzige grenzüberschreitende UNESCO-Geopark Deutschlands und einer von derzeit weltweit nur vier transnationalen UNESCO-Geoparks. Angesichts der wechselvollen Geschichte der beiden Nachbarländer ist dies ein besonderer Beitrag für Frieden und Völkerverständigung. Ein deutsch-polnisches Team koordiniert die Aktivitäten des Geoparks von der gemeinsamen Geschäftsstelle aus. Beim deutsch-polnischen Schulprojekt und beim internationalen Geoparkcamp lernen schon Kinder und Jugendliche, wie aus Nachbarn Freunde werden.

Abb. 11: Im Süden des Geoparks liegt das morphologisch sehr reizvolle Dünenfeld von Nochten-Reichwalde. (Hochauflösendes DGM, Bearbeitung Milan Geoservice GmbH, Spremberg).



Abb. 12: Der Lausitzer Findlingspark Nochten ist ein ausgezeichnetes Beispiel für die bergbauliche Rekultivierung im Geoparkgebiet. Hier werden ca. 7.000 Findlinge, Europas größte Sammlung, landschaftsgestalterisch und geologisch weiterbildend, präsentiert (Geopark Muskauer Faltenbogen).

2.5 Geoparkinitiative Neißeland – drei Länder eine Landschaft

Die Initiative zu einem grenzüberschreitenden Sächsisch-Böhmisch-Niederschlesischen Geopark „Neißeland“ in der Mitte Europas gibt es seit dem Jahr 2013. Vorangetrieben durch Initiatoren in den drei Ländern Polen, Tschechien und Deutschland (z.B. Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz, Geopark Ralsko, Ökologiezentrum Luban) wird beabsichtigt eine Träger-schaft durch die Landkreise Görlitz, Bautzen, Luban, Lwówek Śląski und Zgorzelec sowie die Regionsregierungen in Liberec und Usti nad Labem zu erreichen. Das Gebiet des potentiellen Geoparks ist eine politisch geteilte Region, in der im besonderen Maße dem Besucher die Bedeutung und die enge Beziehung zwischen den geologischen und landschaftlichen Gegebenheiten, der früheren und heutigen Landnutzung sowie der Wirtschafts- und Kulturgeschichte des Raumes bewusst und erlebbar gemacht werden kann. Die hier umgrenzte Region stellt eine in Europa einmalige Landschaft mit einem vielseitigen geologischen Untergrund dar. In der historisch definierten Region Lausitz, die sich über die Ländergrenzen nach Polen und Tschechien erstreckt, findet sich das größte zusammenhängende Granitgebiet Mitteleuropas. Im Lausitzer Bergland und im Gebiet um Šluknov treten diese magmatischen Tiefengesteine ein-

drucksvoll zutage. Das prägte über Jahrhunderte die Land- und Rohstoffnutzung der Region. Flankiert wird dieses Areal im Süden von den Sandsteinfelsen des Zittauer (tschechisch: Žitavské hory) und des Lausitzer Gebirges (tschechisch: Lužické hory). Nach Osten schließen sich das Jeschkengebirge (tschechisch: Ještědský hřbet), das Isergebirge (tschechisch: Jizerské hory, polnisch: Góry Izerskie) sowie das Isergebirgsvorland (polnisch: Pogórze Izerskie) als Teil der Westsudeten an, die im Wesentlichen aus Schiefen und Gneisen aus dem Erdaltertum (Paläozoikum) bestehen. Überlagert werden alle Einheiten von den Bildungen tertiärer Vulkane des sogenannten Lausitzer Vulkanfeldes. Kuppen und Berge aus Basalt und Phonolith zeugen v.a. im Zentrum eines Geoparks Neißeland von einem intensiven Vulkanismus zu dieser Zeit und geben der Region durch kegelige Kuppen ein besonderes Gepräge. Lavaströme der abgetragenen Vulkane überdecken weite Teile des zentralen Bereichs und bilden langgestreckte Höhenrücken und Plateaus. In postvulkanischer Zeit kam es zur Anlage lokaler Becken bei Görlitz-Zgorzelec und Zittau-Bogatynia mit bis 100 m mächtigen Braunkohleablagerungen. Während des Eiszeitalters wurde der Raum bis an den Fuß des Zittauer Gebirges bis zu 3-mal vom

Skandinavischen Inlandeis überfahren und dadurch Lockersedimente abgelagert, die heute wichtige Böden bilden (z.B. Löss der Bautzener Gefildelandschaft). Die Landschaft eines möglichen Geoparks NeiBeland ist demnach durch den geologischen Untergrund sehr vielseitig und gegensätzlich. So endet beispielsweise die flachwellige Granitlandschaft, die typisch für große Teile der Oberlausitz ist, abrupt an der Lausitzer Überschiebung. Südlich dieser bedeutenden geologischen Verwerfung überragen die schroffen Felsen des Zittauer Gebirges ihre Umgebung. Weiter südlich schließen sich die kegeligen Bergkuppen des Lausitzer Gebirges und die mauer- und rippenartigen Hügel der „Teufelsmauern“ (Nationales Naturdenkmal, tschechisch: Čertova zed') bei Český Dub an. Im Jeschkengebirge und im Isergebirge werden Geländehöhen über 1.000 m erreicht, die hier subalpine Landschaften bedingen. Auf engstem Raum kann der Besucher des Gebietes also über eine Entfernung von 50 km den Übergang vom Hochgebirge im Südosten zur Mitteleuropäischen Tiefebene im Norden erleben.

3. Geoparks: Strukturwandel, Rohstoffbewusstsein und Umweltschutz

Geologische Strukturen und landschaftliche Gebilde sind wichtige Bestandteile des Welterbes (z.B. Štrba et al., 2015). An ihnen lassen sich die sensiblen Ereignisse der Erdgeschichte ablesen, wie extreme Klimaveränderungen und andere katastrophale Einschnitte. Gerade hier setzt die Umweltbildung auf eine Sensibilisierung der Bevölkerung für unseren einzigartigen Planeten.

Umweltbildungsaktivitäten finden stets hohe Akzeptanz in unseren sächsischen Geoparks (z.B. Sauer & Bouhaka, 2016; Krüger & Gerber, 2018). Vor allem die junge Generation ist nicht zuletzt mit der Fridays for Future-Bewegung für Umweltthematiken stark sensibilisiert und stellt sich kritisch gegen eine verschwenderische Gesellschaft. Der Freistaat Sachsen ist ein Bundesland, dessen Geschichte und Reichtum eng mit der geologischen Beschaffenheit verknüpft sind. Dies führt oft zu kontroversen Ansichten. Zeugnisse des Rohstoffabbaus, wie Tagebaue und Bergwerke, finden sich in jeder Region und somit auch in jedem der sächsischen Geoparks. Besonders im heutigen Zeitalter der Energiewende und des immer weiterwachsenden Umweltbewusstseins in unserer Gesellschaft werden die sächsischen Lagerstätten kritisch beäugt, erneut erkundet und bewertet. Dieser sensible Prozess führt auch im Freistaat Sachsen zu erheblichen wirtschaftlichen Veränderungen und hat einen enormen Einfluss auf soziale Strukturen. Auf der anderen Seite bietet dieser strukturelle Wandel immense Chancen in den sächsischen Regionen, denn der Umstieg auf Erneuerbare Energien benötigt wiederum mineralische Rohstoffe (z.B. Aroras et al., 2017). Im sächsischen Untergrund schlummern die Rohstoffe der Zukunft, denkt man an das Lithium für das

Elektromobil (z.B. Rieder, 1970), kritische Metalle für unsere Computer und Smartphones (z.B. Seifert & Sandmann, 2006), aber auch das Trinkwasser ist ein wichtiger Rohstoff (z.B. Pälchen & Walter, 2008). Gerade die öffentlichkeitswirksamen Geoparks sind wichtige Protagonisten, um das zukunftsorientierte Rohstoffbewusstsein und die sozioökonomischen Vorteile bürgernah zu vermitteln. In öffentlichen Fachvorträgen und verschiedenen Veranstaltungen können sich dabei interessierte BürgerInnen an Diskussionen beteiligen und sich für ihre Region in den Geoparks aktiv engagieren.

4. Geoparks als Tourismusmagneten

Das Deutsche Wirtschaftswissenschaftliche Institut für Fremdenverkehr e.V. (DWIF) hat für 2018 140 Mio. private Tagesausflüge nach Sachsen erfasst. Mit Sicherheit haben die ortsansässigen Geoparks einen achtsamen Anteil an diesen Zahlen. Gerade für den/die GroßstädterInnen aus Dresden, Leipzig, Chemnitz und Zwickau, aber auch den/die TagestouristenInnen aus Berlin, Bayreuth, Prag und Wrocław sind unsere Geoparks attraktive Naherholungsgebiete und Outdoor-Paradiese. Neben der erdgeschichtlichen und industriekulturellen Bedeutung finden sich viele Freizeitangebote um die geologischen Besonderheiten zu ergünden, sei es mit dem Fahrrad, bei einer Trekking-Wanderung oder gar beim Bergsport. Wie wichtig Geoparks für den Tourismus sind, zeigen die Besucherzahlen am Beispiel des Geo-Umweltparks Sagenhaftes Vogtland (Abb. 13). Mit der Gründung der damaligen Geoparkinitiative kam es im Jahr 2016 zu einer sprunghaften Verdoppelung der Gesamtbesucherzahlen an den heutigen Geoportalen (z.B. Mineralienzentrum, Topasfelsen Schneckenstein). Die Korrelationen der jährlichen Besucherzahlen mit den Wetterverhältnissen zeigen eindeutig, wie wichtig besonders ausgewiesene Gebiete – wie unsere Geoparks – sind (Abb. 13).

5. Blicke in die Zukunft

Die vier sächsischen Geoparks und die Abteilung Geologie im LfULG sind weiterhin engagiert, Großes für die Region zu leisten. Dabei werden insbesondere weitere Aufwertungen und Bestrebungen der Geoparks auf internationalem und nationalem Niveau von den sächsischen Behörden und Forschungsinstitutionen in besonderem Maße unterstützt. Unser Globus geht uns alle an, weshalb wir das vielfältige geologische Erbe erhalten müssen – welches mit dem Wohlstand unseres Bundeslandes eng verknüpft ist. Bestrebungen nach Höherem fordert ein gemeinsames Vorgehen. So werden Arbeitsgruppen zum Erhalt und Schutz von Geotopen in Sachsen gebildet, Forschungsvorhaben gemeinsam konzipiert, Beteiligung in der Aus- und Weiterbildung von zertifizierten Naturführern und Geo-Rangern

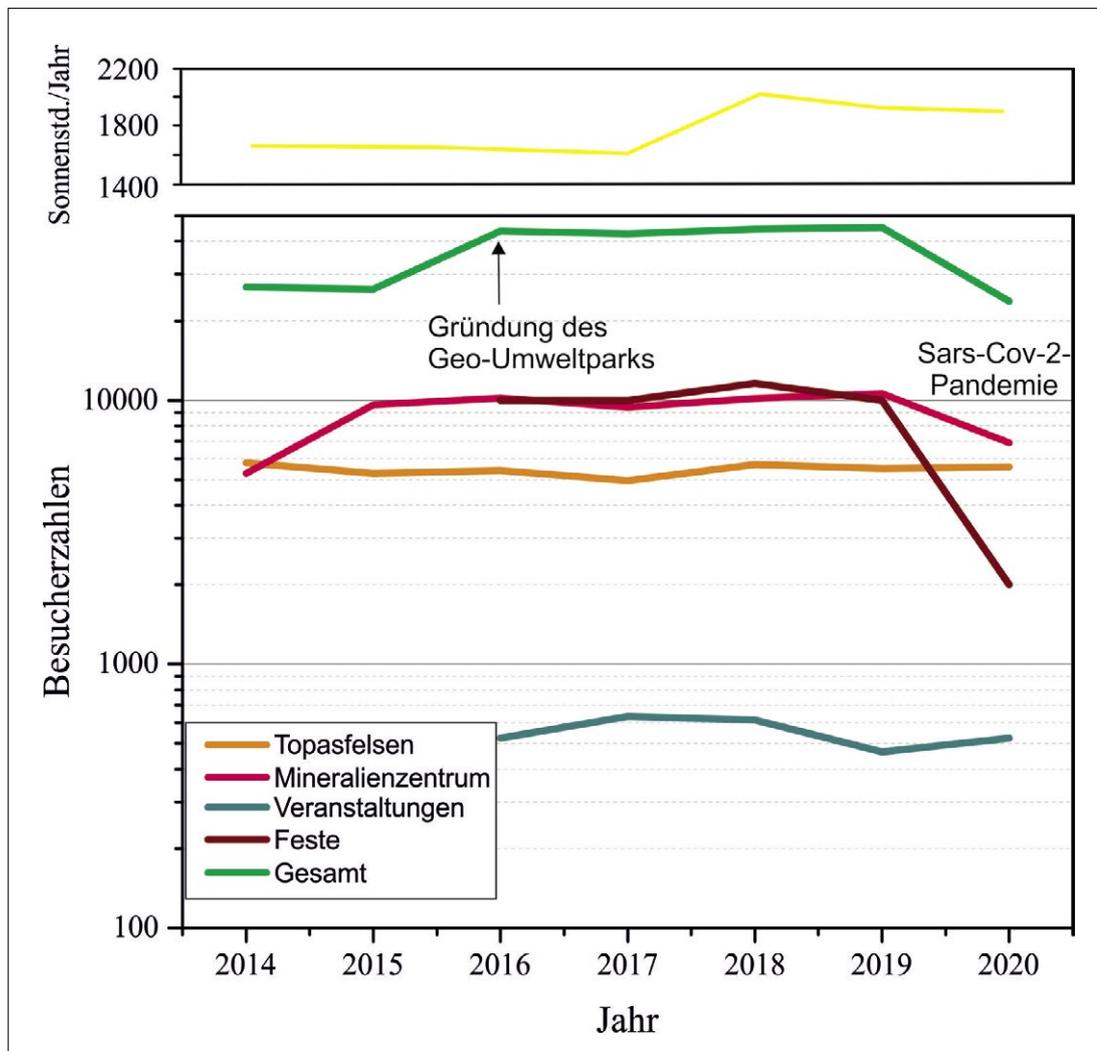


Abb. 13: Statistische Erhebung über Besucherzahlen der Geoportale im Geo-Umweltpark Sagenhaftes Vogtland (Daten der Besucherzahlen: Geo-Umweltpark Vogtland, Sonnenstunden: Deutscher Wetterdienst).

vorangetrieben und die breite Öffentlichkeit zum Mitmachen animiert. Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein sind ein zu förderndes Gut, lebensnotwendige Rohstoffe - wie etwa Wasser - aber auch die Rohstoffe, die das Ziel der Klimaneutralität beflügeln, ebenso.

Das Bewusstsein für die Einzigartigkeit unserer Erde beginnt schon im Kleinen. So engagieren sich die Geoparks in Zusammenarbeit mit verschiedenen Geokompetenzzentren (z.B. TU Bergakademie Freiberg, Universität Leipzig, TU Dresden) für schulische Projekte aller Klassenstufen, Nachwuchsförderung durch studentische Qualifikationsarbeiten (Betreuung von Doktor-, Master- und Bachelorarbeiten) und auch bei Kinderfreizeitangeboten. Wo, wenn nicht in Sachsen, ist die geologische Geschichte so präsent?

Eine der herausforderndsten aber auch interessantesten Gegebenheiten des Freistaates sind die sprachlichen und politischen Barrieren zu unseren tschechischen und polnischen Nachbarn. Die Geoparks lassen so den europäischen Grundgedanken eines einheitlichen und friedlichen Kontinents hochleben.

Danksagung

Die Autorinnen und Autoren möchten sich an dieser Stelle bei Dr. Manuela Zeug (Universität Wien) und Dr. Sebastian Weber (LfULG, Freiberg) für fachliche Auskünfte und Beiträge bedanken. Weiterhin gilt ein besonderer Dank den UnterstützerInnen dieses Manuskriptes Dr. Kurt Goth (Dresden), Annett Steinert, Rebecca Heinze (Geopark Porphyryland, Grimma), Eva Pretzsch (Geopark Sachsens Mitte, Dorfain), Silke Stark (Geo-Umweltpark Vogtland, Falkenstein), Steffen Gerisch (Mineralienzentrum Schneckenstein), Nancy Sauer (Muskauer Faltenbogen, Neiße-Marxetal) und Daniel Korb (LfULG, Freiberg).

Literatur

- Arrobas, D.L.P., Hund, K.L., McCormick, M.S., Ningthoujam, J. & Drexhage, J.R. (2017): The growing role of minerals and metals for a low carbon future. Report No. 117581, World Bank Group Washington D.C., 92 S.
- Baumann, L. & Gorny, S. (1964): Neue tektonische und petrographische Untersuchungsergebnisse in der Zinnerzlagertätte Tannenbergr-Mühleithen. Freiburger Forschungshefte C181, 11-19.
- Breitkreuz, C. (2016): Die Vulkanite und Subvulkanite im Geopark Porphyryland: Ein spätpaläozoischer Supervulkankomplex!. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 67-72.
- Charpentier, J.-F. (1975): Eine Beschreibung des Schneckensteins aus dem 18. Jhd. (auszugsw. Nachdruck). Fundgrube 1+2, 13-15.
- Eigenfeld, F. (1978): Zur geologischen Entwicklung der vulkanischen Gesteine im Süd- und Ostteil des NW-Sächsischen Vulkanitkomplexes. Unveröff. Dissertation, Martin Luther Universität Halle, 236 S.
- Eissmann, L. (2002): Quaternary geology of eastern Germany (Saxony, Saxony-Anhalt, south Brandenburg, Thüringia), type area of the Elsterian and Saalian stages in Europe. Quaternary Science Reviews 21 (11), 1275-1346.
- Ernst, W., Weber, J. & Wendel, D. (2011): Tharandter Wald. In: Naturführer Osterzgebirge Bd.3; Grüne Liga Osterzgebirge e.V., Sandstein-Verlag Dresden.
- Farsani, N.T., Coelho, C., Costa, C. & Rodrigues, J. (2011a): Sustainable development model in Geoparks. In: Farsani, N.T., Coelho, C., Costa, C. (Hrsg.) Geoparks and geotourism: New approaches to sustainability for the 21st century. Universal-Publishers, 61-102.
- Farsani, N.T., Coelho, C. & Costa, C. (2011b): Geotourism and geoparks as novel strategies for socio-economic development in rural areas. International Journal of Tourism Research 13 (1), 68-81.
- Frey, M.-L. (2021): Geotourism—Examining Tools for Sustainable Development. Geosciences 2021, 11, 30. <https://doi.org/10.3390/geosciences11010030>.
- Gläßer, W. (1983): Beitrag zur Petrologie und Vulkanologie der andesitoiden Vulkanite Nordwestsachsens. Hall. Jahrb. Geowiss. Gotha, 1-30.
- Hoffmann, U., Breitkreuz, C., Breiter, K., Sergeev, S., Stanek, K. & Tichomirowa, M. (2013): Carboniferous–Permian volcanic evolution in Central Europe—U/Pb ages of volcanic rocks in Saxony (Germany) and northern Bohemia (Czech Republic). International Journal of Earth Sciences, 102 (1), 73-99.
- Janetschke, N. & Wilmsen, M. (2014): Sequence stratigraphy of the lower Upper Cretaceous Elbtal Group (Cenomanian–Turonian of Saxony, Germany). Z. Dt. Ges. Geowiss., 165, 179-208.
- Janetz, S. & Stute, S. (2006): Das Döhlener Becken – Geschichte einer Landschaft. Geschichte einer Landschaft. BGTW Beiträge zur Geologie des Tharandter Waldes – Kreide, 33S, Online: <https://www.kreidgeologie.de/files/Diverses-Downloads/doehlenbecken.pdf>.
- Jones, C. (2008): History of Geoparks. Geological Society London, Special Publications 300, 273-277.
- Kroner, U. & Romer, R.L. (2013): Two plates—many subduction zones: the Variscan orogeny reconsidered. Gondwana Research 24(1), 298-329.
- Krüger, A. & Gerber, W. (2018): Zur geodidaktischen Konzeption von Umweltbildungsangeboten—Erfahrungen und Methodik im Geopark Porphyryland. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 59-73.
- Kupetz, M. (2019): 2.3 Geoparks. In: Rein, H., Schuler, A. (Hrsg.). Naturtourismus – UVK Verlag München, 75-82.
- Lange, J.-M. & Kaden, M. (2010): Zur Geologie und Mineralogie des Bergbaureviere von Dippoldiswalde. In: Aufbruch unter Tage – Stand und Aufgaben der montanarchäologischen Forschung in Sachsen (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege), Beih. 22, 90-94.
- Linnemann, U., Gehmlich, M., Tichomirowa, M., Buschmann, B., Nasdala, L., Jonas, P., Lütznert, H. & Bombach, K. (2000): From Cadomian subduction to Early Palaeozoic rifting: the evolution of Saxo-Thuringia at the margin of Gondwana in the light of single zircon geochronology and basin development (Central European Variscides, Germany). Geological Society, London, Special Publications 179 (1), 131-153.
- Linnemann, U., Gerdes, A., Hofmann, M. & Marko, L. (2014): The Cadomian Orogen: Neoproterozoic to Early Cambrian crustal growth and orogenic zoning along the periphery of the West African Craton—Constraints from U–Pb zircon ages and Hf isotopes (Schwarzburg Antiform, Germany). Precambrian Research, 244, 236-278.
- Naumann, C. F. (1874): Ueber die Hohburger Porphyryberge in Sachsen: Mit 1 Holzschnitte u. 1 Karte. Schweizerbart.
- Nikolova, V. & Sinnyovsky, D. (2019): Geoparks in the legal framework of the EU countries. Tourism management perspectives 29, 141-147.
- Pälchen, W. & Walter, H. (2008): Geologie von Sachsen I – Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 537 S.
- Pietzsch, K. (1956): Die Elbtalzone. – Berichte der Geologischen Gesellschaft der Deutschen Demokratischen Republik 1, 117-135.
- Pristacz, H. & Gerisch, S. (2007): Der Topas vom Schneckenstein. Mitt. Österr. Miner. Ges. 153, 301-305.
- Reichel, W., Schauer, M., Alder, F., Barthel, M., Beyer, C., Göldner, P., Gräfe, H., Gürtler, E., Hartkopf-Fröder, C., Müller, F., Neumann, E., Puls, J., Reinisch, A., Schneider, J.W., Thalheim, K., Vogel, W., Walter, H., Wedekind, C., Weiss, J. & Werneburg, R. (2007): Das Döhlener Becken bei Dresden – Geologie und Bergbau. Bergbau in Sachsen 12, Bergbaumonographie Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 382S.
- Repstock, A., Breitkreuz, C., Lapp, M. & Schulz, B. (2018): Voluminous and crystal-rich igneous rocks of the Permian Wurzen volcanic system, northern Saxony, Germany: physical volcanology and geochemical characterization. International Journal of Earth Sciences 107 (4), 1485-1513.
- Rieder, M. (1970): Lithium-iron micas from the Krušné hory Mountains (Erzgebirge): Twins, epitaxial overgrowths and polytypes. Zeitschrift für Kristallographie–Crystalline Materials 132(1-6), 161-184.
- Röllig, G. (1969): Beiträge zur Petrogenese und Vulkanotektonik der Pyroxenquarzporphyre Nordwestsachsens. Unveröff. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle, 183 S.
- Rösler, H.J., Pilot, J., Starke, R. & Schreiber, E. (1990): Die Vererzungen im Granit von Niederböhmisches bei Freiberg. Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden 37, 103 – 123.
- Sauer, N. & Bouhaka, T. (2016): Stein auf Stein – Umweltbildung im Geopark Muskauer Faltenbogen/Luk Mu akowa. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 88, 117-123.
- Schwerdtner, G., Anger, H. & Störr, M. (2007): Die Kaolinlagerstätten des Kemmlitzer Reviere. Bergbau in Sachsen 13, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 116 S.
- Sebastian, U. (2013): Die Geologie des Erzgebirges. Springer Spektrum, 270 S.
- Seifert, T. & Sandmann, D. (2006): Mineralogy and geochemistry of indium-bearing polymetallic vein-type deposits: implications for host minerals from the Freiberg district, eastern Erzgebirge, Germany. Ore Geol Rev 28(1), 1-31.
- Stille, H. (1949): Uralte Anlagen in der Tektonik Europas. – Z. deutsch. Geol. Ges. 99, 150-174.
- Štrba, Ľ., Kršák, B., Molokáč, M., Adamkovic, J. (2015): Geotourism and geoparks – A sustainable form of environmental protection. In: Milan, M., Daneshjo, N., Bosák, M. (Hrsg.). Production Management and Engineering Sciences: Proceedings of the International Conference on Engineering Science and Production Management (ESPM 2015), Tatranské Matiare, High Tatras Mountains, Slovak Republic, 16th-17th April 2015, 279 – 284.
- Tichomirowa, M. (1997): ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb-Einzelzircondatierungen zur Bestimmung des Intrusionsalters des Niederböhmischeser Granites. Terra Nostra 8, 183-184.
- Tröger, K.-A., Behr, H.-J. & Reichel, W. (1968): Die tektonisch-fazielle Entwicklung des Elbelineaments im Bereich der Elbtalzone. Freib. Forsch. H. C 241, 71-85.
- Walter, H. (1983): Zur Taxonomie, Ökologie und Biostratigraphie der Ichnia limnisch-terrestrischer Arthropoden des mitteleuropäischen Jungpaläozoikums. Freiburger Forschungshefte C 382, 146-193.
- Walter, H. (2006): Das Rotliegend der Nordwestsächsischen Senke. Veröff. Museum Naturk. Chemnitz Chemnitz 29, 157-176.
- Zeug, M., Nasdala, L., Chanmuang, N., & Hauzenberger, C. (2021): Luminescence of gem topaz from the Schneckenstein Crag, Saxony, Germany. Gems and Gemology, under review.
- Zouros, N. & Mc Keever, P. (2004): The European Geoparks Network. Episodes 27 (3), 165-171.

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: +49 351 2612-0

Telefax: +49 351 2612-1099

E-Mail: lfulg@smekul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Das LfULG ist eine nachgeordnete Behörde des Sächsischen Staatsministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL). Diese Veröffentlichung wird finanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushalts.

Redaktion:

Dr. Manuel Lapp

Abteilung Geologie

Telefon: +49 3731 294-1211

E-Mail: manuel.lapp@smekul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Autoren:

Jörg Büchner, Sabine Dietel, Peter Dommaschk, Ines Döring, Tobias Duteloff, Petra Fischer, Daniel Franke-Laske, Anna Gahlert, Sascha Görne, Ines Görz, Friedemann Grafe, Karina Hofmann, Mathias Hübschmann, Katrin Kleeberg, Daniel Korb, Sabine Kulikov, Manfred Kupetz, Manuel Lapp, Uwe Lehmann, Denis Loos, Katrin Reinhardt, Silke Reinhardt, Alexander Repstock, Marcus Richter, Axel Rommel, Sandra Schneider, Andrea Schreiber, Carsten Schulz, Susann Sentek, Lisa Thiele, Maria Ussath, Harald Walter

Fotos Umschlag:

oben links: Präsentation des 3D-Modells der Diatremstruktur Börnersdorf, L. Thiele

oben rechts: Porphyrfächer, Tharandter Wald (2015), H. Kaufmann

unten links: Kiessandabbau bei Brockwitz (östlich Großenhain), U. Lehmann

unten rechts: C. Starke

Gestaltung und Satz:

Serviceplan Solutions 1 GmbH & Co. KG

Druck:

Löbnitz Druck GmbH

Redaktionsschluss:

30.11.2021

Auflage:

2.000 Exemplare

Papier:

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier

Bezug:

Diese Druckschrift kann kostenfrei bezogen werden bei:

Zentraler Broschürenversand der Sächsischen Staatsregierung

Hammerweg 30, 01127 Dresden

Telefon: +49 351 2103-671 oder -672

Telefax: +49 351 2103-681

E-Mail: publikationen@sachsen.de

www.publikationen.sachsen.de

ISSN:

0863-2200

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeitung des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

*Täglich für
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de