

Von Au bis Zn – das neue Interesse an sächsischen Rohstoffen

Uwe Lehmann

Kurzfassung

Sachsen – insbesondere das sächsische Erzgebirge - gehört weltweit zu den bekanntesten Lagerstättenregionen. In Folge stark gestiegener Rohstoffpreise wurden seit etwa 2006 beim Sächsischen Oberbergamt (SOBA) zahlreiche Anträge auf Erteilung bergrechtlicher Genehmigungen (Erlaubnis zur Erkundung, Bewilligung zur Gewinnung) gestellt, die auf eine Nutzung der (Rest-) Vorräte von Erzen & Spaten abzielen. Zu den wichtigsten fachlichen Grundlagen gehört der umfangreiche Bestand an geologischen Daten und Bohrkerne, der durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) vorgehalten und laufend aktualisiert wird. Im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit (SMWA) erfolgte im Rahmen eines ROHSA genannten Projektes durch den Geokompetenzzentrum e.V. (GKZ) kurzfristig die Erfassung der wichtigsten etwa 140 Erz & Spat – Vorkommen Sachsens. Zu den Ergebnissen dieser Arbeiten gehört ein Steckbriefkatalog, der im Internet für jedermann abrufbar ist.

Durch das LfULG wurde eine halbquantitative Bewertung der genannten Vorkommen insbesondere anhand deren Vorräte sowie des dazugehörigen Kenntnisstandes vorgenommen. Demgemäß existieren etwa 40 Vorkommen, für die zukünftig eine wirtschaftliche Nutzbarkeit möglich erscheint. Einen besonders hohen Stellenwert haben derzeit Vorkommen von Zinn, Seltenen Erden (SEE), Kupfer, Wolfram, Lithium und Flussspat. Bei etwa 20 Vorkommen erreicht der in situ – Wert der nachgewiesenen und/oder prognostischen Vorräte (im Sinne der früheren DDR-Klassifikation) über 500 Mio. Euro. Die Höhe der gegenzurechnenden Aufwendungen beispielsweise für weitere Erkundung, Gewinnung, Aufbereitung etc. ist derzeit unbekannt bzw. in wenigen Fällen Betriebsgeheimnis der aktiven Unternehmen.

Anschrift des Verfassers

Dr. Uwe Lehmann, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

E-mail: uwe.lehmann2@smul.sachsen.de

Dem Anreiz zur Nutzung dieser Erz & Spät – Vorkommen stehen Schwierigkeiten insbesondere bei der Gewinnung (z.B. aus kompliziert gebauten Erzkörpern) sowie der Aufbereitung (z.B. wegen geringer Wertstoffgehalte, geringer Korngrößen, komplizierter Verwachsungen etc.) gegenüber. Da jedoch weltweit mit einer zunehmenden Anzahl „schwieriger“ Lagerstätten zu rechnen ist, könnten Fortschritte bei der Bewältigung der genannten Probleme auch über Sachsen hinaus wirtschaftlich verwertet werden.

Das LfULG bereitet derzeit mit weiteren Akteuren ein ROHSA 3 genanntes Projekt vor, zu dessen Zielen die Software-gestützte Prognose bisher unbekannter Lagerstätten gehört. Damit soll die Attraktivität des Freistaates Sachsen für Bergbau-Investoren weiter erhöht werden.

Stichwörter

Bergbau, Erze, Vorräte, Bewertung, Sachsen

From Au to Zn – the New Interest in Saxon Raw Materials

Abstract

Saxony, especially the Saxon Ore Mountains, belong to the best known deposit regions worldwide. As a consequence of strongly risen prices for raw materials, a lot of applications for getting different mining licences concerning (rest-) reserves/resources of ores and spares have been made at the Saxon Chief Mines Inspectorate (SOBA). The huge amount of data and drill-cores actualized continuously in the Saxon State Office for Environment, Agriculture and Geology (LfULG) belongs to the most important professional database. On behalf of the Saxon State Ministry for Economic Affairs and Labour (SMWA) the most important 140 occurrences of ores and spares became picked up by the Centre of Geokompetence e.V. (GKZ) during a project called ROHSA. As a result of the work a so called “Steckbrief”-catalogue was created which is downloadable from the internet.

A semi-quantitative assessment of the occurrences has been done by the LfULG, basing especially on the reserves/resources and the geological knowledge. As a result, there are about 40 occurrences which could be of economic value in the future. At present, tin, rare earths, copper, tungsten, lithium and fluorspar have a notably high importance. The in situ – value of the reserves/resources (definition according to the former G.D.R. classification) of about 20 occurrences exceeds 500 million Euros. The amount of expenditures (for instance for further exploration, mining, processing etc.) which needs to be contra-accounted, is unknown at present (excluding a few active projects with a company secret).

The stimulation to mine these occurrences is accompanied by the difficulties especially by the mining process (for instance by complicated ore bodies) and the processing (for instance by low scrap content, low grain size, complicated intergrowths etc.). Advances in this field could be used worldwide because of the general tendency of deposits, to become more and more “difficult”.

The LfULG is preparing a project called ROHSA 3 with further partners with the target of software-created prediction-maps of unknown deposits. This should enhance the attractiveness of Saxony for mine-investors.

Key words

Mining, ores, reserves, assessment, Saxony

1. Einleitung

In den vergangenen Jahren seit etwa 2006 fanden sich in zahlreichen Medien (Presse, Rundfunk, Fernsehen, Internet) häufig Schlagzeilen über ein „Neues Bergeschrey“ in Sachsen. Von einem Ansturm vieler Investoren auf sächsische Erz- und Spatlagerstätten wurde berichtet. Ebenso über Milliarden-Schätze, die zu heben sich die frühere DDR nicht leisten konnte; über geheimgehaltene Dokumente, die „durch Zufall entdeckt“ wurden; über Tausende Stollen, in denen Kumpel wieder Arbeit finden sollten; über weltgrößte Lagerstätten von Molybdän und Zinn, selbst über Goldfunde und viele weitere phantastisch klingende Dinge. Nachfolgend werden einige Hintergründe beschrieben.

Bergbau hat in Sachsen eine lange Tradition. Kassiterit-Seifen im oberen Westergebirge wurden möglicherweise schon in der Bronzezeit abgebaut (BARTELHEIM & NIEDERSCHLAG 1998). Oberflächennahe Eisen- und Kupfererze sowie Seifengold könnten ebenfalls bereits lange vor den ersten urkundlich belegten Bergbauaktivitäten gewonnen worden sein. Mit der Entdeckung der Freiburger Erze im Jahr 1168 begann jedoch endgültig das große Kapitel sächsischer Bergbaugeschichte, welches mit wechselnden Intensitäten bis heute anhält.

Noch vor wenig mehr als einem Jahrzehnt schien allerdings Erzbergbau nach dem Zusammenbruch der DDR auch in Ostdeutschland auf absehbare Zeit außerhalb jeglicher ernsthafter Relevanz. Zum einen hatte die politische Wende schlagartig die Unrentabilität des bis dahin in Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen betriebenen Erz- und Spatbergbaus unter (welt-) marktwirtschaftlichen Verhältnissen demonstriert. Hinzu kam die in Westeuropa schon seit längerer Zeit wachsende Einkaufsmentalität in Bezug auf geologische Rohstoffe; befördert durch zunehmende Umweltauflagen, konkurrierende Konflikte sowie damit einhergehend immer langwierigere und kostenaufwendigere Genehmigungsverfahren.

Nach einer längeren Phase relativ konstanter Weltmarktpreise für viele mineralische und Energierohstoffe war ab etwa 2004 ein starker Anstieg zu verzeichnen. Als wesentliche primäre Ursachen dafür gelten die wirtschaftliche Entwicklung Chinas und anderer Schwellenländer sowie Monopolstellungen bei bestimmten Rohstoffen (z.B. Seltene Erden).

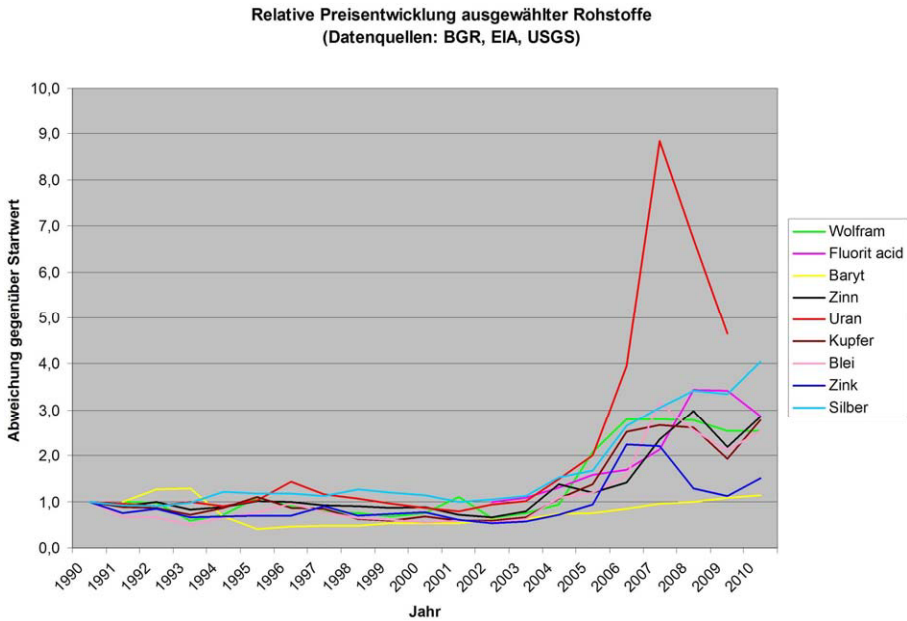


Abb. 1: Relative Preisentwicklung einiger in Sachsen vorkommender Rohstoffe (Preis zum Ausgangszeitpunkt = 1,0).

Fig. 1: Relative development of prices of some raw materials occurring in Saxony (price at starting point = 1.0).

Sekundäre Effekte, wie ungenügende Aufbereitungs- und Transportkapazitäten, Börsenspekulationen, die Entwicklung der Weltwirtschaft insgesamt, Streiks, Naturereignisse („Fukushima“), prognostizierte Technologieentwicklungen (z.B. bei erneuerbaren Energien) etc. haben sich diesen Grundtrends überlagert und im Resultat dazu geführt, dass sich die Weltmarktpreise im Detail sehr spezifisch entwickelten. In Abb. 1 ist dies für einige Rohstoffe dargestellt, von denen in Sachsen relativ große (Rest-) Vorräte existieren.

2. Rohstoffdaten in Sachsen

Die häufig kolportierte Aussage, dass Ostdeutschland das geologisch am besten erkundete Land der Welt war, soll hier nicht bewertet werden. Tatsache ist, dass im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) derzeit über 500.000 abgeteufte Bohrungen mit ihren Grund- und Stammdaten digital erfasst sind (Abb. 2). Hinzu kommen noch weitere geschätzte 200.000 – 300.000 Bohrungen, deren Ergebnisse (Schichtenverzeichnisse, Analysen etc.) bisher nur in Papierform in diversen Akten vorliegen.

Vom erbohrten Kernmaterial werden derzeit etwa 125.000 Meter in zwei Lagern (Rothenfurt, Freiberg) vorgehalten und bei Bedarf für Untersuchungen zur Verfügung gestellt. Wenn auch viele Bohrungen „verkürzt“ wurden (das heißt, es wurden nur ausgewählte Abschnitte aufbewahrt), so existieren dennoch zahlreiche für aktuelle Fragestellungen unikat Proben (z.B. Seltene Erden Storkwitz; Cu-Schiefer Lausitz), deren erneute Gewinnung in vielen Fällen Millionenaufwendungen erfordern würde (Abb. 3).

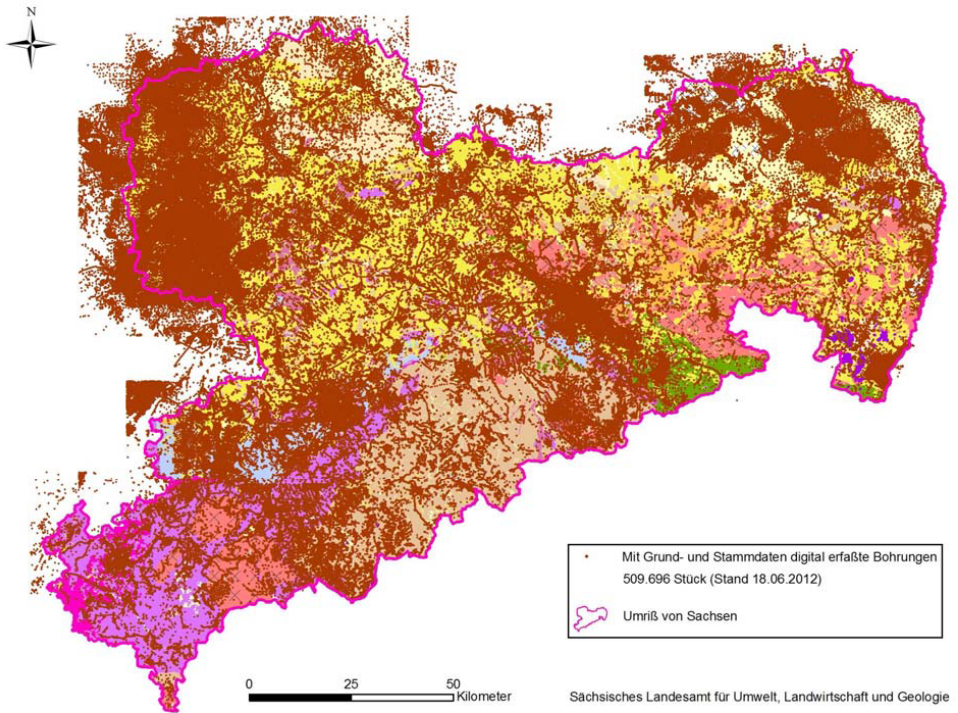


Abb. 2: Digital beim LfULG erfasste Bohrungen; zur Information ist eine vereinfachte geologische Karte hinterlegt (gelbe Farben im nördlichen Sachsen: Bereiche mit mächtigeren tertiären und quartären Lockergesteinen; rötliche Farben im südlichen Sachsen: diverse Festgesteine).

Fig. 2: *Drillings digitally stored at the LfULG; for information is given a simplified geological sketch map (yellow colours in northern Saxony: thick tertiary and quaternary soft rocks; reddish colours in southern Saxony: different hard rocks).*

Die Ergebnisse der zu DDR-Zeiten durchgeführten oft mehrphasigen Explorationsarbeiten sind in zahlreichen Berichten niedergelegt, von denen Sachsen betreffend die meisten im Geologischen Archiv des LfULG aufbewahrt werden. Weitere umfangreiche Datenbestände befinden sich darüber hinaus vor allem im Geologischen Archiv der WISMUT GmbH.

Um die oftmals in vielen Einzelberichten fixierten Ergebnisse der Rohstofferkundung kompakt darzustellen und möglichst auch noch das Wissen der „alten“ Erfahrungsträger zu erhalten, wurde bereits kurz nach der Gründung des LfULG begonnen, mit der Publikationsreihe „Bergbau in Sachsen“ einzelne ehemalige Lagerstätten – teilweise auch ganze Reviere – in übersichtlicher Form („Bergbaumonographien“) zu beschreiben. War die Zielstellung dieser Arbeiten anfänglich ausschließlich auf Wissenserhalt und praktische Nutzung bestenfalls für Sanierungszwecke ausgerichtet, so stellen aus heutiger Sicht diese Publikationen eine hervorragende Literaturquelle für potentielle Investoren dar. Bisher wurden 16 Lagerstätten bzw. Lagerstättengebiete behandelt; ein siebzehntes Gebiet ist in Bearbeitung.



Abb. 3: 1982 erbohrter Kern mit Karbonatitbreccie aus dem Selten-Erden-Element - Erzkörper Storkwitz bei Delitzsch.

Fig. 3: Core of carbonatite breccia from the rare earth element ore body Storkwitz near Delitzsch drilled in 1982.

Der ausdrückliche Verweis durch einen der ersten neueren Investoren auf die Bergbaumonographie Pöhla-Globenstein als wesentliche Grundlage für einen beim Sächsischen Oberbergamt gestellten Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis zur Aufsuchung von Bodenschätzen war ein klares Signal, diese Arbeiten fortzusetzen. Aufgrund der jeweils erforderlichen Bearbeitungsdauer (ca. 1-2 Jahre) war jedoch eine kurzfristige und möglichst umfassende Darstellung der für einen wiederauflebenden Erz & Spat - Bergbau relevanten Lagerstätten und Vorkommen Sachsens mittels derartiger Monographien nicht zu leisten.

3. Das Projekt ROHSA

Dies gab Anlaß für das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, das Geo-kompetenzzentrum Freiberg e.V. mit der kurzfristigen Realisierung eines ROHSA (Rohstoffe in Sachsen; gemeint sind hiermit aber nur Erze und Spate) genannten Projektes zu beauftragen. Zielstellung war die Erfassung der wichtigsten bis dato bekannten früheren Lagerstätten Sachsens und deren Darstellung in gedrängter Form, um damit potentiellen Investoren einen Überblick der Erz & Spat – Vorkommen Sachsens zu geben sowie um Anreize für wirtschaftsgetragene Erkundungsaktivitäten zu schaffen.

Im Ergebnis der bis 2008 andauernden Arbeiten entstand unter anderem ein sogenannter Steckbriefkatalog, der im Internet unter http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/geologie/Katalog_Neubewertung_Erze_Spate.pdf heruntergeladen werden kann.

Detailliertere Informationen zu den insgesamt 139 beschriebenen Lokalitäten sind in einer Datenbank enthalten, die nach Übergabe an das LfULG dort erheblich erweitert und fortgeschrieben wurde. Aufgrund zahlreicher sensibler Informationen (u.a. zu Vorräten) ist die genannte Datenbank nicht öffentlich, stellt aber eine wichtige Grundlage unter anderem zur Beantwortung verschiedenster Anfragen sowie zur Beurteilung der Rohstoffsituation Sachsens dar. Ein Grundsatz der Arbeiten bestand darin, auch – nach derzeitigem Kenntnisstand offensichtlich vollkommen ausgeerzte – frühere Lagerstätten zu erfassen. Damit soll sichergestellt werden, dass tatsächlich das gesamte (frühere und soweit bekannt: zukünftige) Rohstoffpotential erfasst ist.

Folgt man der weit verbreiteten Übereinkunft, als Lagerstätten nur solche Rohstoffkonzentrationen zu kennzeichnen, die nachgewiesenermaßen derzeit oder in naher Zukunft bauwürdig sind, sollte man korrekterweise bei den sächsischen Erz & Spat - Lokalitäten (mit Ausnahme der Fluorit-Lagerstätte Niederschlag, die derzeit bergmännisch aufgefahren wird) eher von Vorkommen sprechen. Ansonsten sind keine aktuellen Feasibility-Studien bekannt, die mit harten Fakten die wirtschaftlich sinnvolle Machbarkeit eines Projektes belegen. Dessen ungeachtet besteht für einige Vorkommen eine gute Aussicht, in absehbarer Zeit diesen Status zu erlangen.

Die meisten recherchierten Vorkommen befinden sich im südlichen Sachsen, wo das variszisch konsolidierte Grundgebirge unmittelbar an der Erdoberfläche ausstreicht. Letzteres Kriterium trifft auch für die Oberlausitz zu; dort besteht aber nur eine vergleichsweise geringe metallogenetische Potenz. Demgegenüber ist der Raum Erzgebirge – Vogtland durch zahlreiche Vorkommen gekennzeichnet, die sich nach Hauptrohstoff-Inhalt und geographischer Konzentration in einzelne Gebiete unterteilen lassen (Abb. 4). Im nördlichen Sachsen überdecken vorwiegend quartäre und tertiäre Sedimente den älteren Festgesteinsuntergrund. Bekannte Erzvorkommen konzentrieren sich dort nach derzeitigem Kenntnisstand nordwestlich Leipzig sowie in der Lausitz an der sächsisch-brandenburgischen Grenze.

4. Halbquantitative Bewertung der bekannten Erz & Spat - Vorkommen

Die verlässliche Bewertung eines Vorkommens im Sinne seiner wirtschaftlichen Nutzbarkeit erfordert aufwändige Machbarkeitsuntersuchungen (feasibility-study), die Jahre dauern und sechs- bis siebenstelligen Summen verschlingen können. Dabei sind notwendige weitere Kosten – z.B. für nähere Detailexplorationen und Entwicklungsleistungen z.B. für Aufbereitungstechnologien - nicht eingerechnet. Derartige Arbeiten können im erforderlichen Umfang nur durch einen interessierten Investor erbracht bzw. in Auftrag gegeben werden.

Um aber wenigstens orientierende Aussagen hinsichtlich der aktuellen wirtschaftlichen Relevanz der betrachteten Vorkommen zu erlangen, können ausgewählte Parameter geprüft und halbquantitativ bewertet werden. Zu den wichtigsten gehören die (Rest-) Vorratsmengen sowie deren zugrunde gelegte Grenzwerte und Gewissheiten (Grad der geologischen Erkundung). In der DDR hatte sich diesbezüglich ein eigenständiges System der Vorratsklassifikation samt zugehörigen rohstoffspezifischen Instruktionen entwickelt, welches auch heute noch konkret nachvollzogen werden kann (BOCHMANN 1979).

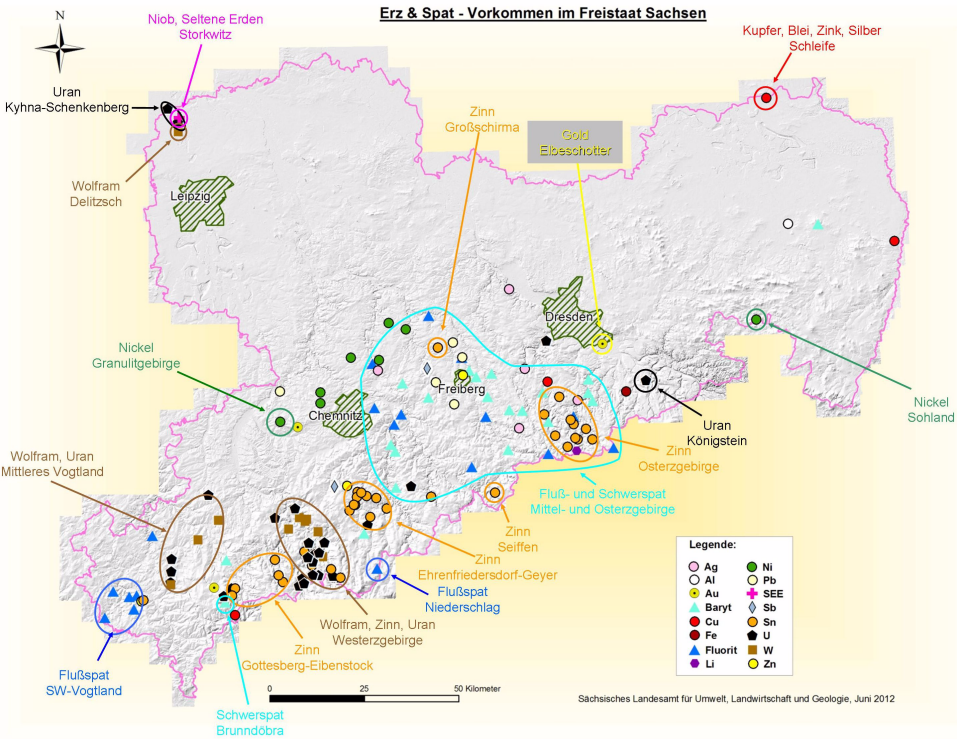


Abb. 4: Im Rahmen des ROHSA-Projektes bearbeitete Erz & Spat - Vorkommen.

Fig. 4: Occurrences of ores & spares handled during the ROHSA project.

Demgemäß wurde grob zwischen „nachgewiesenen“ (A, B oder C) Vorräten und noch nicht nachgewiesenen „prognostischen“ (D) Vorräten unterschieden. Im günstigen Fall führte eine stufenweise intensiviertere Erkundung zum Nachweis volkswirtschaftlich nutzbarer „Bilanz-,“ Vorräte. Konnten trotz guter Erkundung die volkswirtschaftlich geforderten Konditionen jedoch nicht erreicht werden, handelte es sich um „Außerbilanzvorräte“, die gegebenenfalls später einmal nutzbar sein könnten (LEHMANN 2010).

Für eine orientierende halbquantitative Bewertung der sächsischen Erz & Spat - Vorkommen auf Grundlage der bekannten Vorräte wurden durch das LfULG zwei Ansätze erprobt. Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass hierbei sehr starke Generalisierungen zur Anwendung kommen. Beispielsweise werden sämtliche Begleitkosten z.B. für Gewinnung, Aufbereitung, Transport, Schaffung von Infrastruktur etc. ignoriert bzw. für alle Vorkommen sowie alle darin enthaltenen Rohstoffe als gleich groß angenommen. Für Wertbetrachtungen wird jedem Rohstoff ein „Weltmarkt“-Preis zugeordnet, der aber in der Realität häufig nicht weltweit gilt, mehr oder weniger starken zeitlichen Schwankungen unterworfen ist, für manche Rohstoffe überhaupt nicht existiert (z.B. für metallisches Lithium → in den DDR-Vorratsberechnungen wird aber der Lithium-Inhalt in Tonnen Metall angegeben) etc..

4.1 Variante A

Für die Bewertungsvariante A wurde als erster Schritt für jedes der 139 betrachteten Vorkommen ein Hauptrohstoff festgelegt, dem das Ziel einer eventuellen Gewinnung hauptsächlich gelten würde (maximaler in situ – Wert = maximales Produkt aus Vorrat und Preis der einzelnen Rohstoffe eines Vorkommens). Das funktioniert für viele Vorkommen recht gut. Problematisch wird es allerdings dann, wenn der in situ – Wert mehrerer in einem Vorkommen auftretenden Rohstoffe ähnlich ist oder sich in den letzten Jahren relative Wertänderungen ergeben haben. Letzteres gilt beispielsweise für Pöhla-Globenstein, das vor einigen Jahren noch vorwiegend als Wolfram-Vorkommen betrachtet wurde, jetzt aber im Hinblick auf den wertmäßig bedeutendsten Rohstoff eher als Zinn-relevant anzusehen ist.

Im zweiten Schritt erfolgte die verbale Kennzeichnung der Größe der vorhandenen Vorräte durch einen Vergleich mit der jeweiligen Welt-Jahresproduktion (Daten dazu überwiegend aus WEBER et al. 2011). Als „klein“ wurden Vorräte charakterisiert, deren Anteil an der Weltjahresproduktion zwischen 0 und 20 % liegt. Bis 50 % folgen „mittlere“ Vorräte und darüber schließlich „große“ Vorräte. Diese subjektive Grenzwertfestlegung hatte das Ziel, eine ausreichende Diversifizierung zu schaffen.

In einem dritten Arbeitsschritt erfolgte eine Beschränkung der weiter zu behandelnden Vorkommen auf (im Sinne der oben genannten DDR-Klassifikation) nachgewiesene Vorräte – unabhängig von deren verbaler Menge – sowie auf prognostische Vorräte mit mindestens „mittlerer“ oder „großer“ Größe.

Die bei diesem Arbeitsschritt ausgewählten, aber auch ausgeschlossenen Vorkommen wurden trotzdem noch einmal einer gesonderten Einzelfallbetrachtung unterzogen und letztlich endgültig einbezogen oder ausgeschlossen. Beispielsweise hat ein Vorkommen keine wirtschaftliche Relevanz, wenn dort zwar Vorräte „nachgewiesen“ – vielleicht sogar detailliert erkundet – wurden, aber deren Umfang letztlich so gering ist, dass sich eine weitere Betrachtung erübrigt (Beispiel: Frühere Wolfram-Lagerstätte Pechtelsgrün: 274 t Bilanz- und Außerbilanz(rest)vorräte mit dem Erkundungsgrad C₂). Andererseits könnte es möglich sein, mehrere relativ kleine Vorkommen eines Rohstoffs, die räumlich nahe beieinander liegen, sequentiell abzubauen. Letztere Konstellation wurde mit dem Stichwort „Clusterbildung“ beschrieben und führte in einigen Fällen dazu, daß derartige Vorkommen doch weiter betrachtet wurden (z.B. zahlreiche Spatvorkommen im Mittel- und Osterzgebirge).

Im Ergebnis der Auswahl verbleiben 23 Vorkommen mit nachgewiesenen sowie 19 Vorkommen mit prognostischen Vorräten. Als Sonderfall wurden Kiessand-Ablagerungen der Elbe aufgenommen, die in zahlreichen unterschiedlich dimensionierten Tagebauen gewonnen werden und für die ein gewisses (quantitativ aber derzeit nicht genauer bezifferbares) Potential einer Nebengewinnung von Seifengold besteht.

In Abb. 5 sind die resultierenden 42 Vorkommen eingetragen, die nach der beschriebenen simplen Methodik eine wirtschaftliche Relevanz aufweisen könnten.

Die dazugehörigen Vorräte, getrennt in nachgewiesene und prognostische, enthält Abb. 6. Demgemäß ist vor allem bei den mittel- und osterzgebirgischen Spatvorkommen der Erkundungsgrad trotz relativ großer (aber eben noch vergleichsweise unsicherer) Vorräte gering. Für viele Zinnvorkommen existieren relativ gut erkundete Vorräte (z.B. Gottesberg). Nachholbedarf besteht demgegenüber beispielsweise bei den derzeit explorierten Erzvorkommen Zinnwald (Lithium) und Storkwitz (Seltene Erden).

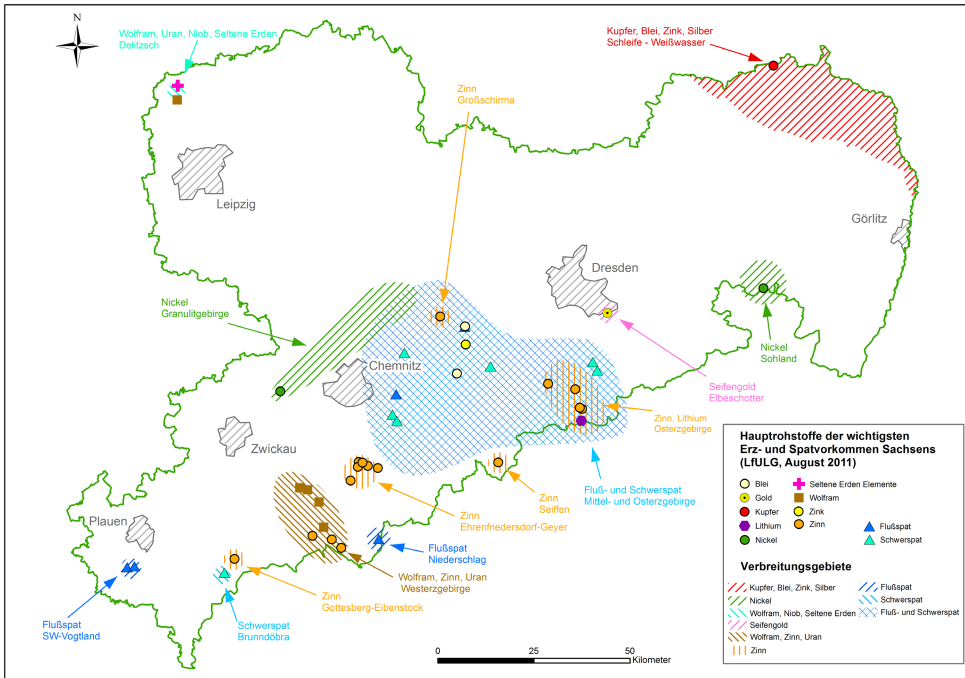


Abb. 5: Verbreitung potentiell nutzbarer Erz & Spat - Vorkommen.
Fig. 5: *Distribution of potentially viable ore & spare occurrences.*

Vorräte und weitere Angaben der einzelnen Vorkommen sind in Abb. 7 aufgelistet. Nachgewiesene Vorräte sind darin grün unterlegt. Gelb wurde für prognostische Vorräte verwendet, die auf dem genannten formalen Weg in die Betrachtung gelangten und verblieben. Sonderfälle, die zur Aufnahme weiterer Kandidaten führten, sind schließlich rot gekennzeichnet.

Addiert man die Vorräte der genannten 42 Vorkommen je Rohstoff zusammen und bezieht sie auf die jeweilige Weltjahresproduktion 2009, ergibt sich das in Abb. 8 dargestellte Bild. Darin wurden die nachgewiesenen Vorräte als Reserven und die prognostischen Vorräte als Ressourcen bezeichnet. So könnten beispielsweise die derzeit nachgewiesenen Zinnvorräte Sachsens etwas mehr als 1,5 Weltjahresproduktionen abdecken. Sollten sich die darüber hinaus prognostizierten Zinnvorräte bestätigen, reichte es noch einmal für eine weitere Weltjahresproduktion (gemäß dem Wert für 2009). Daher sollte eine eventuelle spätere bergmännische Gewinnung der aufgezeigten Vorräte je Vorkommen über größenordnungsmäßig 15 – 25 Jahre hinweg nur einen geringen Einfluss auf die Weltproduktion und damit auf den Weltmarktpreis ausüben.

Bei einer Reduktion dieser Betrachtung auf einzelne Vorkommen sinkt der genannte Einfluß noch weiter (Abb. 9). Bezüglich des Ausreißers Scandium ist anzumerken, dass dieser Rohstoff aller Voraussicht nach nicht autonom rentabel gewinnbar ist, sondern nur als Nebenprodukt einer Zinn-/Wolfram-Gewinnung im Osterzgebirge anfallen würde.

Von Au bis Zn – das neue Interesse an sächsischen Rohstoffen

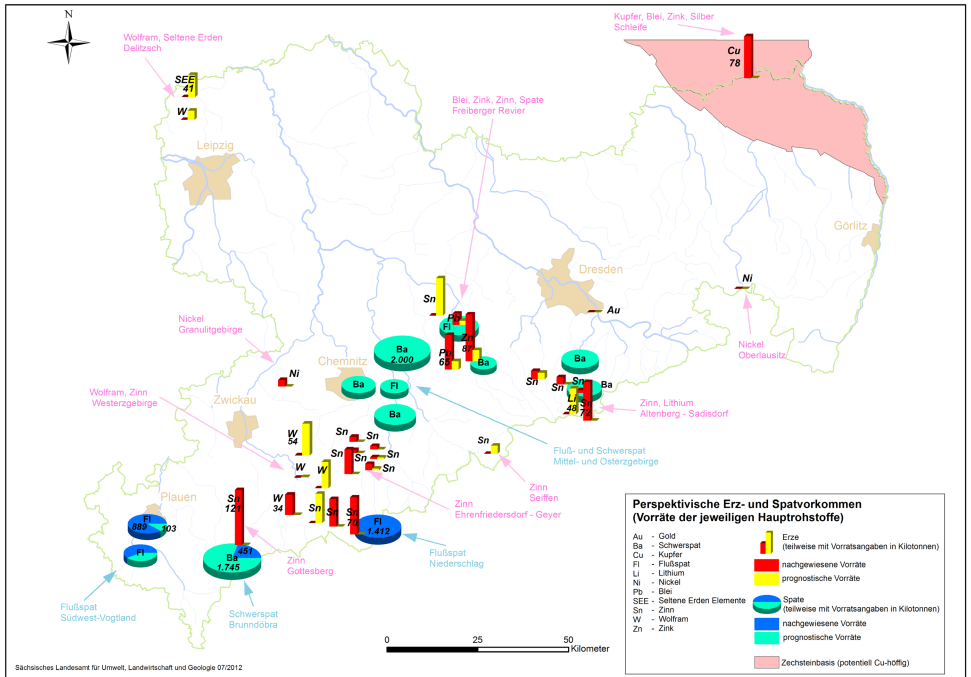


Abb. 6: Nachgewiesene und prognostische Vorräte potentiell nutzbarer Erz & Spat - Vorkommen.
Fig. 6: Measured and undiscovered reserves/resources of potentially viable ore & spare occurrences.

Abb. 10 enthält eine stark simplifizierte Betrachtung des über Gesamt-Sachsen aufsummierten in situ – Wertes ausgewählter Rohstoffe. Die Problematik beispielsweise bei der Auswahl eines Preises je Tonne Rohstoff wurde bereits erläutert. So wurde unter anderem für die Vorräte der Seltenen Erden des Vorkommens Storkwitz ein mittlerer Preis von 100.000 \$/t angenommen, der unter anderem die kompositionelle Vielfalt (Hauptbestandteile der dort auftretenden SEE: Ce, La, Nd, Pr) abbilden muss. Ergebnis eines derartigen Überschlages kann daher bestenfalls nur ein halbquantitativer Vergleich sein, welcher ungefähre Anhaltspunkte liefert, wo die wertmäßigen Schwerpunkte des sächsischen Rohstoffpotentials anzusetzen sind.

Die grafische Darstellung dazu enthält Abb. 11. Trotz der genannten Unsicherheiten bei der Wahl geeigneter Rechenansätze stehen die sächsischen Zinnvorkommen wertmäßig deutlich an erster Stelle, dies insbesondere bei guten Erkundungsgraden. An zweiter Stelle folgen Seltene Erden, wobei es sich hierbei jedoch nur um ein einzelnes Vorkommen handelt (Storkwitz), bei dem der Erkundungsgrad noch gering ist und wichtige Fragen beispielsweise der Gewinn- und Aufbereitbarkeit zu DDR-Zeiten noch nicht befriedigend gelöst wurden. Letzteres trifft auch für einige Wolfram- und Lithiumvorkommen zu, für die der mögliche Wertumfang Anreiz für nähere Explorationsarbeiten sein kann.

Nummer	Name	Hauptrohstoff	Hauptrohstoff verbal	Vorratsklasse verbal	Nebenerstoff verbal	Cluster-bildend	mögliche Bauwürdigkeit wegen	Vorräte	Mengensumme
5	Brunndöbra	Ba	klein	nachgewiesen	Null	nein		451500 Bs: 451500	
51	Schleife	Cu	klein	nachgewiesen	Null	nein		78300 Cu: 78300	
11	Niederschlag	Fl	mittel	nachgewiesen	Null	ja		1412000	
50	Schönbrunn	Fl	klein	nachgewiesen	Null	ja		889000	
40	Bosenbrunn-Grüne Tanne	Fl	klein	nachgewiesen	unbekannt	ja		425000 Fl: 2726000	
120	Callenberg - Kuhschmappel	Ni	klein	nachgewiesen	klein	ja		12435 Ni: 12435	
34	Brand	Pb	klein	nachgewiesen	klein	ja		64656	
7	Halbbrücke PlvZh	Pb	klein	nachgewiesen	klein	ja		21493 Pb: 86349	
3	Gottesberg	Sn	mittel	nachgewiesen	klein	nein		121000	
35	Allenberg	Sn	mittel	nachgewiesen	groß	ja		72400	
87	Tellerhäuser Sn	Sn	mittel	nachgewiesen	klein	ja		69635	
88	Hammerlein	Sn	klein	nachgewiesen	klein	ja		51600	
90	Geyer-Süd	Sn	klein	nachgewiesen	klein	ja		46380	
48	Siedlsdorf	Sn	klein	nachgewiesen	groß	ja		15700	
49	Schenkenshöhe	Sn	klein	nachgewiesen	klein	ja		13500	
41	Gräfenleite	Sn	klein	nachgewiesen	klein	ja		12160	
66	Ehrenfriedersdorf/NW	Sn	klein	nachgewiesen	mittel	ja		9400	
37	Ehrenfriedersdorf	Sn	klein	nachgewiesen	unbekannt	ja		6400	
67	Röhrenboher	Sn	klein	nachgewiesen	klein	ja		5900	
61	Allenberg-Zinnkluff	Sn	klein	nachgewiesen	klein	ja		5233	
45	Naundorf	W	klein	nachgewiesen	klein	ja		3680 Sh: 433388	
86	Pöhlar-Göbenstein	W	groß	nachgewiesen	mittel	ja		34446 W: 34446	
6	Freiberg, Zentraltell	Zn	klein	nachgewiesen	mittel	ja		87582 Zn: 87582	
19	Zinnwald	Li	groß	prognostisch	groß	ja		48300 Li: 48300	
84	Storkwitz	SEE	mittel	prognostisch	klein	nein		41610 SEE: 41610	
38	Großschirma	Sn	mittel	prognostisch	klein	nein		70000 Sn: 70000	
123	Bernsbach-Nordwest	W	groß	prognostisch	klein	ja		53900	
121	Bernsbach-Südost	W	groß	prognostisch	klein	ja		49300	
85	Deitzsch-SW	W	mittel	prognostisch	groß	nein		17130 W: 120330	
127	Eibesboller	Au	unbekannt	ohne	unbekannt	ja	Nebengewinnung	Au: ?	
15	Schlotwitz	Ba	klein	prognostisch	klein	ja	Clusterbildung	900 kt D	
2	Berthelsdorf	Ba	klein	prognostisch	Null	ja	Clusterbildung	800 kt D	
18	Weißentorn-Süßenbach	Ba	klein	ohne	Null	ja	Clusterbildung	450 kt Baryt sonstige	
119	Waldkirchen (Börnichen)	Ba	klein	ohne	unbekannt	ja	Clusterbildung	380 kt pM Ba/Fl	
22	Langenshügels	Ba	klein	prognostisch	klein	ja	Clusterbildung	2.080 kt D+pM	
1	Zschopau	Ba	klein	prognostisch	klein	ja	Clusterbildung	1.136 kt D+pM	Ba: 5740000
20	Augustsburg-Kunnewitz	Fl	klein	prognostisch	klein	ja	Clusterbildung	520 kt D+pM	
33	Halbbrücke ba/Fl	Fl	klein	prognostisch	klein	ja	Fluorvorräte betragen 17 % der Weltproduktion	1.009 kt D	Fl: 1520000
139	Schland	Ni	klein	ohne	unbekannt	nein	Ni-Höflichkeit in Umgebung		Ni: ?
89	Breitenbrunn	Sn	klein	prognostisch	klein	ja	Clusterbildung: Grenze zu "milderen" Vorräten	55 kt D	
16	Steffen	Sn	klein	prognostisch	klein	nein	Wolfram-Höflichkeit	15,3 kt D	Sn: 70300
133	Aue-Bärengrund	W	klein	ohne	Null	ja	Wolfram-Höflichkeit in Umgebung (Barnsbach)	1,2 kt sonstige	W: 1200

Abb. 7: Vorräte potentiell nutzbarer Erz & Spat – Vorkommen (Angaben in Tonnen, sofern nicht anders angegeben); D – prognostische Vorräte, pM – „perspektive Massen“.

Fig. 7: Reserves/resources of potentially viable ore & spare occurrences (data in tons if not noted otherwise); D – undiscovered resources, pM – „perspective masses“.

Von Au bis Zn – das neue Interesse an sächsischen Rohstoffen

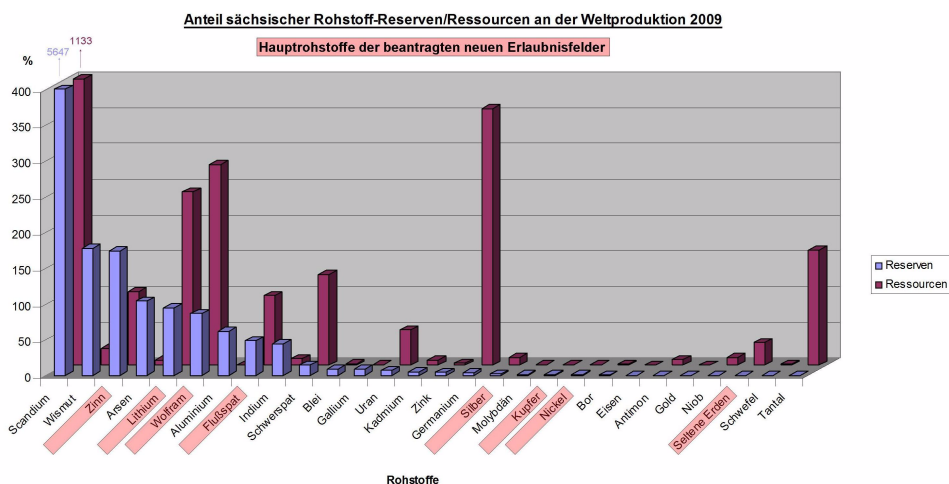


Abb. 8: Anteile der für Gesamt-Sachsen aufsummierten Vorräte ausgewählter Rohstoffe an der Welt-Jahresproduktion 2009 (nach WEBER et al. 2011).

„Reserven“: hier im Sinne von „nachgewiesenen Vorräten“ der früheren DDR-Klassifikation
 „Ressourcen“: hier im Sinne von „prognostischen Vorräten“ der früheren DDR-Klassifikation

Fig. 8: Shares of the reserves/resources of selected raw materials (summarized for whole Saxony) in the world's annual production 2009 (after WEBER et al. 2011).

“reserves”: corresponds here to the former G.D.R. classification of “nachgewiesene Vorräte”
 “resources”: corresponds here to the former G.D.R. classification of “prognostische Vorräte”

4.2 Variante B

In einer Bewertungsvariante B wurde versucht, auch den Wertinhalt der Nebenrohstoffe zu erfassen und zu testen, inwieweit sich die aus Variante A ergebende - dort nur auf der Menge der Hauptrohstoffe beruhende - Prioritätenliste verändert.

Die Bewertungsvariante B ist insofern noch etwas konsequenter, als hierbei ohne Vorbedingungen all jene Vorkommen einbezogen wurden, für die Vorratsangaben vorliegen. Beispiel Gutttau: Trotz seit jeher ausschließlicher Produktion hochwertiger Tone für keramische Einsatzzwecke wurde dieses Vorkommen aufgrund seiner hohen Al_2O_3 -Gehalte jahrelang als mögliche Al-Lagerstätte erkundet und entsprechende Al-Vorräte ausgewiesen. Aus zahlreichen Gründen (insbesondere wahrscheinlich wegen des hohen erforderlichen Energieverbrauchs für die Herstellung metallischen Aluminiums) kam es nicht zu einer derartigen Nutzung und aller Voraussicht nach wird dies auch zukünftig so bleiben. Dessen ungeachtet weist die weiterhin in Abbau stehende Tonlagerstätte Gutttau einen in situ – Wert bezogen auf das enthaltene Aluminium von über 50 Mrd. € auf und ist damit Spitzenreiter unter den sächsischen Erz & Spatvorkommen (Abb. 12). Dieses Beispiel verdeutlicht die eingeschränkte Nutzbarkeit berechneter in situ – Wertinhalte. Nachfolgend rangieren jedoch mit Pöhla-Globenstein, Altenberg, Gottesberg etc. jene Vorkommen ganz vorn, die auch zu DDR-Zeiten einen hohen Stellenwert bei der Erkundung von Erzen & Spaten einnahmen und heute wieder Gegenstand des „Neuen Bergeschreys“ sind.

Bei einer gleichartigen Behandlung der Vorkommen mit prognostischen Vorräten liegt der jeweilige in situ – Wertinhalt in ähnlichen Größenordnungen (Abb. 13). Von diesen Vorkommen sind erwartungsgemäß deutlich weniger in den unternehmerischen Fokus gerückt;

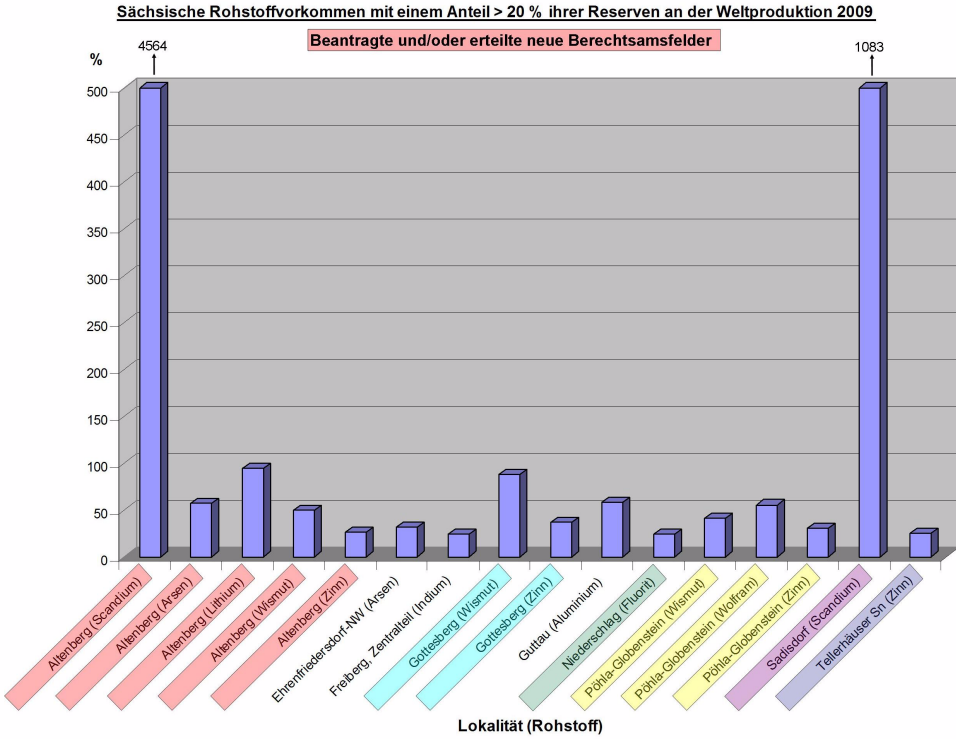


Abb. 9: Anteile der nachgewiesenen Rohstoffvorräte (Reserven) ausgewählter Erz & Spat - Vorkommen an der Welt-Jahresproduktion 2009 (nach WEBER et al. 2011).

„Reserven“: hier im Sinne von „nachgewiesenen Vorräten“ der früheren DDR-Klassifikation

Fig. 9: Shares of the measured reserves/resources of selected ore & spare occurrences in the world's annual production 2009 (after WEBER et al. 2011).

“reserves”: corresponds here to the former G.D.R. classification of “nachgewiesene Vorräte”

Rohstoff	Preis \$/t (USGS, 2011; außer Fluorid acid grade, Li, SEE)	Menge nachgewiesen (t)	Wert (\$) = Menge x Preis	Menge prognostisch 1 (t)	Wert (\$) = Menge x Preis	Menge prognostisch 2 (t)	Wert (\$) = Menge x Preis	
Baryt		54	451.500	24.381.000		5.740.000	309.960.000	
Cu		7.386	78.300	578.323.800				
Fluorid metallurgical grade		101	2.726.000	275.326.000		1.520.000	153.520.000	
Fluorid acid grade		450	2.726.000	1.226.700.000		1.520.000	684.000.000	
Ni		21.710	12.435	269.963.850		?		
Pb		2.072	86.349	178.915.128				
Sn		17.659	433.388	7.653.198.692	70.000	1.236.130.000	70.300	1.241.427.700
W		18.915	34.446	651.546.090	120.330	2.276.041.950	1.200	22.698.000
Zn		2.204	87.582	193.030.728				
Li		22.995			48.300	1.110.658.500		
SEE		100.000			41.610	4.161.000.000		

Abb. 10: Überschlägige Wertberechnung ausgewählter Rohstoffe für Gesamt-Sachsen.

Fig. 10: Rough value calculation of selected raw materials for whole Saxony.

Von Au bis Zn – das neue Interesse an sächsischen Rohstoffen

**In - situ - Wertinhalte ausgewählter sächsischer Rohstoffe
(drei Perspektivitätsklassen; jeweils Summe über alle Vorkommen)**

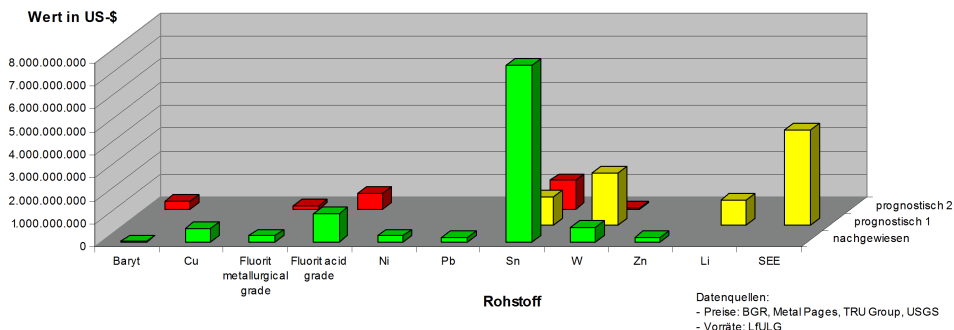


Abb. 11: Grafische Darstellung der überschlägigen Wertberechnung ausgewählter Rohstoffe für Gesamt-Sachsen.

Fig. 11: Diagram of the rough value calculation of selected raw materials for whole Saxony.

**Gesamtwerte sächsischer Erz- und Spatvorkommen
(nachgewiesene (meist C-Vorräte) Rohstoffe in situ; grober Überschlag !)**

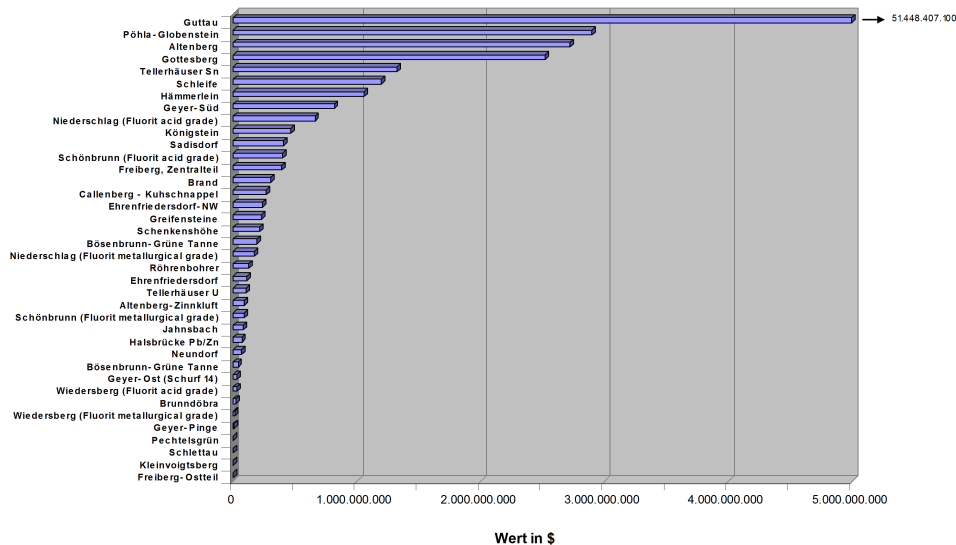


Abb. 12: Überschlägige Gesamt – in situ – Werte sächsischer Erz & Spat - Vorkommen mit nachgewiesenen Vorräten.

Fig. 12: Rough whole in situ – values of saxon ore & spar occurrences with measured reserves/ resources.

**Gesamtwerte sächsischer Erz- und Spatvorkommen
(prognostische Rohstoffe in situ; grober Überschlag !)**

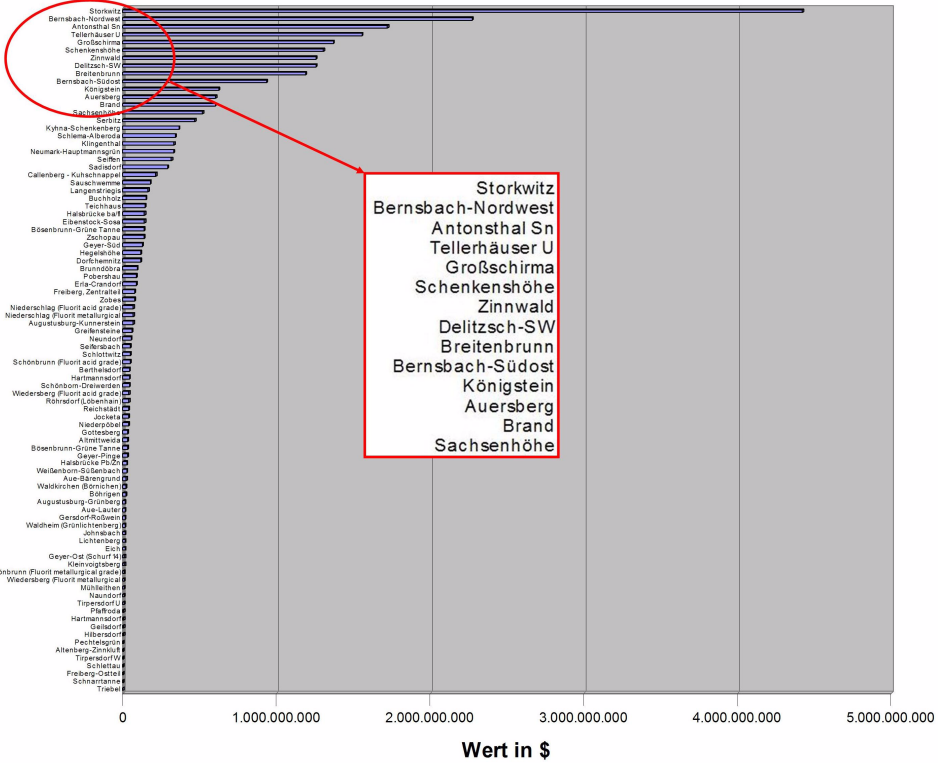


Abb. 13: Überschlägige Gesamt – in situ – Werte sächsischer Erz & Spat - Vorkommen mit prognostischen Vorräten.

Fig. 13: Rough whole in situ – values of saxon ore & spar occurrences with undiscovered reserves/ resources.

Storkwitz und Zinnwald dürften dabei am bekanntesten sein. Erwähnenswert erscheinen die Lokalitäten Bernsbach-Nordwest sowie Bernsbach-Südost, die zumindest nach den seinerzeit von der SDAG WISMUT dargestellten Vorräten eine nähere Untersuchung verdienen.

Bei detaillierter Betrachtung der wertmäßig bedeutendsten Lokalitäten nachgewiesener Vorräte (ohne Gutttau) zeigt sich erneut, dass trotz viel diskutierter Nebenrohstoffe (wie beispielsweise Indium: siehe Pöhl-Globenstein) der Fokus in den meisten Fällen weiterhin vorrangig auf dem Hauptrohstoff liegt (Abb. 14). Zu den Ausnahmen gehören unter anderem Altenberg (neben Zinn ist Lithium bedeutsam) sowie weniger deutlich Gottesberg (Zinn und Kupfer).

Ähnliches gilt für Vorkommen mit prognostischen Vorräten (Abb. 15).

Bei einem Vergleich beider Bewertungsansätze ergibt sich insgesamt ein relativ klares Bild: Die sächsischen Zinnvorkommen stellen beim derzeitigen Kenntnisstand offensichtlich das bedeutendste Wertpotential an Erzen dar. Das SEE-Vorkommen Storkwitz sowie einige Wolf-ram-, Lithium-, Kupfer- und Fluoritvorkommen rangieren dahinter auf vergleichbaren Plätzen.

Von Au bis Zn – das neue Interesse an sächsischen Rohstoffen

Erz- und Spatvorkommen Sachsens mit einem (fiktiven in-situ) Wert > 500 Mio. \$
Anteil der einzelnen nachgewiesenen Rohstoffe

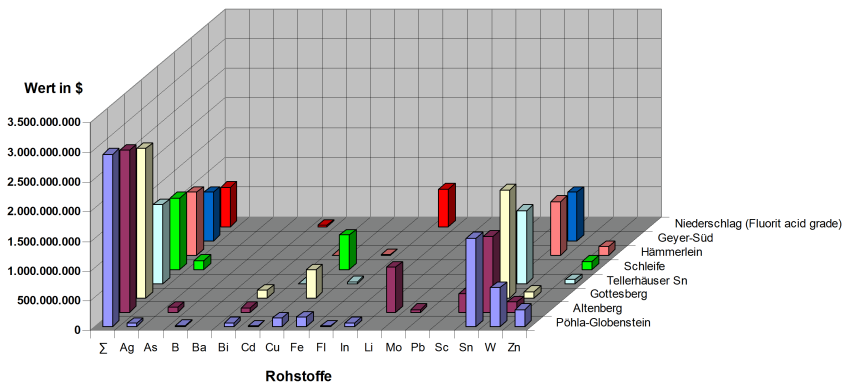


Abb. 14: Überschlägige Gesamt – in situ – Werte ausgewählter (> 500 Mio. \$ Wertinhalt) Erz & Spat - Vorkommen mit nachgewiesenen Vorräten.

Fig. 14: Rough whole in situ – values of selected (> 500 million \$ value content) ore & spar occurrences with measured reserves/resources.

Erz- und Spatvorkommen Sachsens mit einem (fiktiven in-situ) Wert > 500 Mio. \$
Anteil der einzelnen prognostischen Rohstoffe

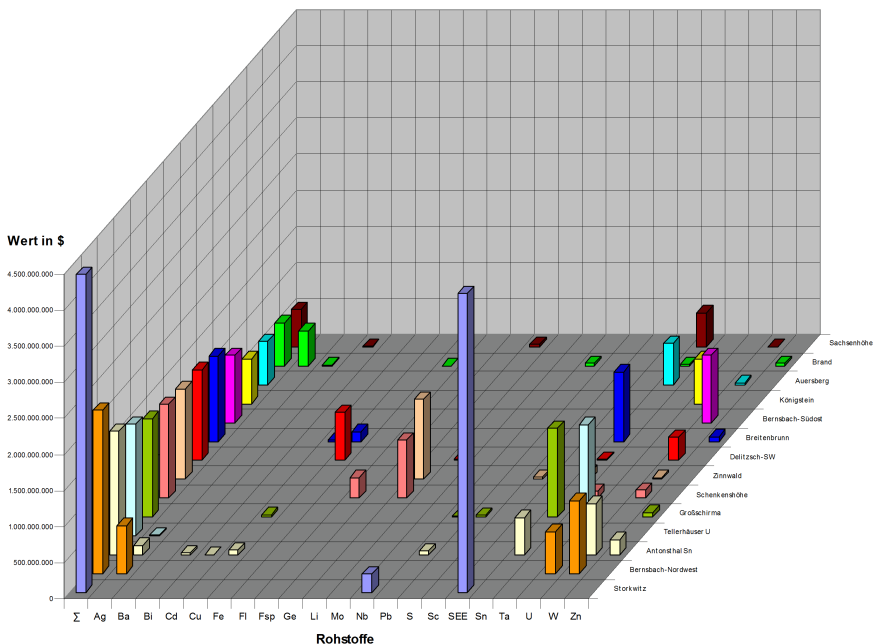


Abb. 15: Gesamt – in situ – Werte ausgewählter (> 500 Mio. \$ Wertinhalt) Erz & Spat - Vorkommen mit prognostischen Vorräten.

Fig. 15: Rough whole in situ – values of selected (> 500 million \$ value content) ore & spar occurrences with undiscovered reserves/resources.

**Im Sächsischen Oberbergamt beantragte Erlaubnisse/Bewilligungen auf Erz & Spat
im Zeitraum 2006 - 2011**

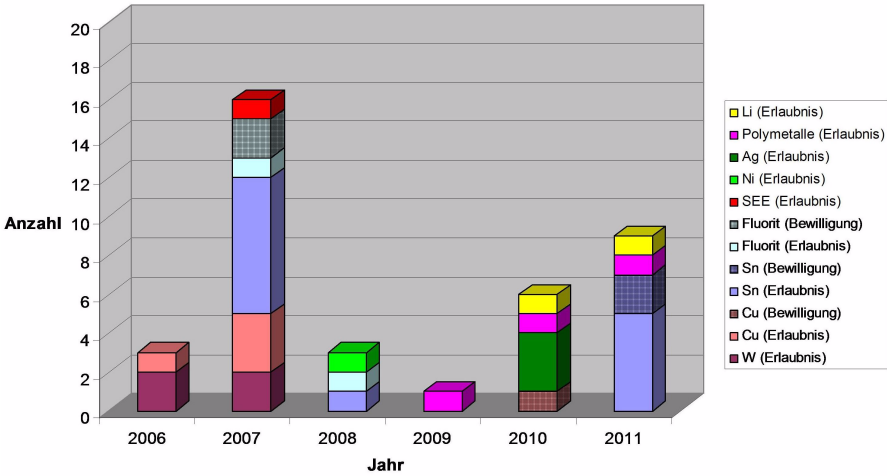


Abb. 16: Zeitliche Entwicklung von Anzahl und Hauptrohstoff der beim Sächsischen Oberbergamt gestellten Berechtsamsanträge (Quelle: SOBA, LfULG).

Fig. 16: Temporal development of the number and main raw material of requested mining licences at the Saxon Chief Mines Inspectorate (source: SOBA, LfULG).

**Zur Erkundung/Gewinnung vorgesehene Hauptrohstoffe
(Zeitraum 2006 - 2011)**

Zahl der Anträge

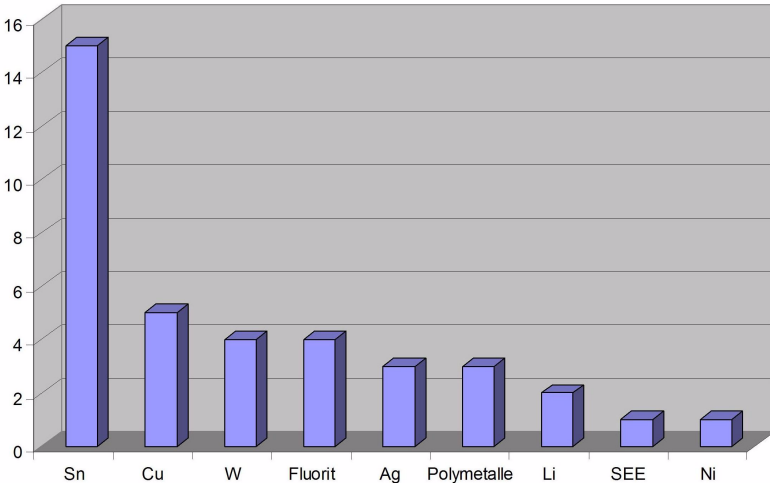


Abb. 17: Histogramm der Hauptrohstoffe der beim Sächsischen Oberbergamt gestellten Berechtsamsanträge (Quelle: SOBA, LfULG).

Fig. 17: Histogram of the main raw materials of requested mining licences at the Saxon Chief Mines Inspectorate (source: SOBA, LfULG).

5. Aktuelle Erkundungsaktivitäten und einige Hemmnisse

Diese Ergebnisse widerspiegeln sich in den beim Sächsischen Oberbergamt (SOBA) gestellten bergrechtlichen Anträgen (Abb. 16 und 17).

Die Lage der seit 2006 mit Fokus auf Erze & Spate beantragten Berechtsamsfelder ist in Abb. 18 dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen statischen Ausschnitt aus einem ansonsten sehr dynamischen Prozess.

Offensichtlich haben sich die Erwartungen mancher Investoren nach gründlicher Befassung mit den Sachständen nicht erfüllt, wie dies beispielsweise die Rückgabe von Erlaubnissen im Granulitgebirge (Ni) und Osterzgebirge (Sn) belegt.

Zu den wahrscheinlichen Gründen für derartige Rückzüge gehört die teilweise komplizierte Ausbildung der Erze. Zu nennen sind hierbei vor allem relativ geringe Gehalte, geringe Korngrößen und ungünstige Verwachsungen mit – die Aufbereitarbeit störenden – Mineralen. Teilweise ist anzunehmen, dass ein bedeutender Anteil des Wertstoffes submikroskopisch bis eventuell sogar isomorph in anderen Mineralen eingebaut ist und sich daher einer üblichen physikalischen Aufbereitung entzieht (Abb. 19).

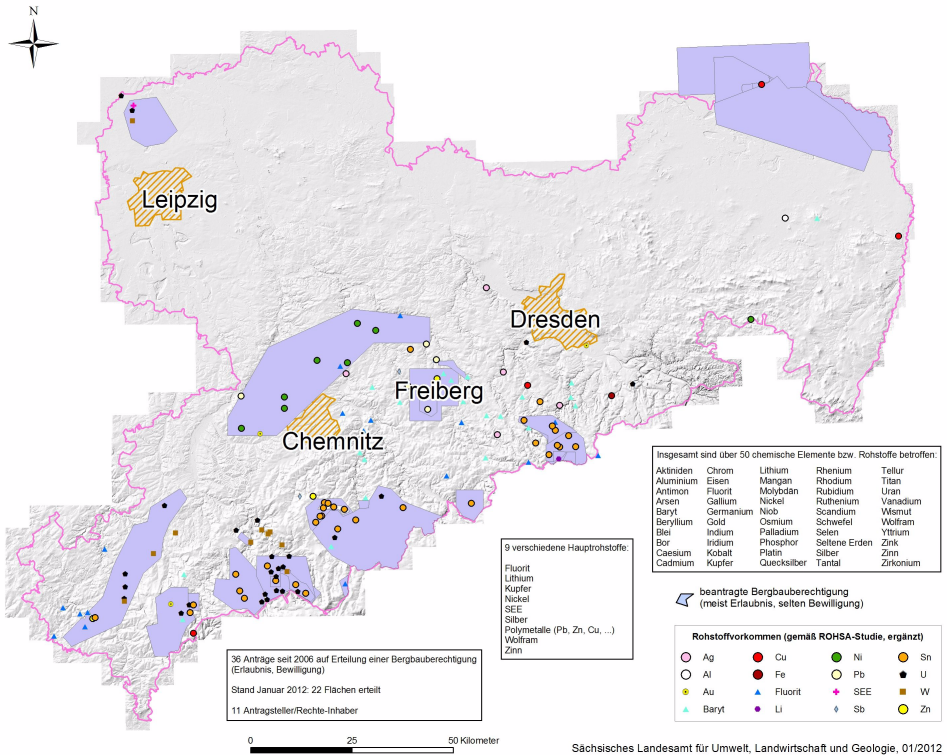
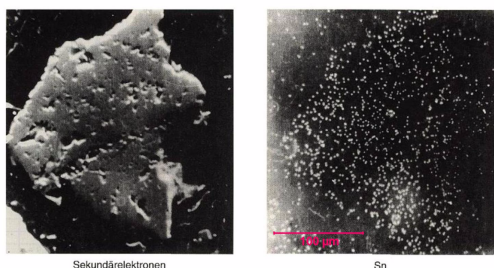
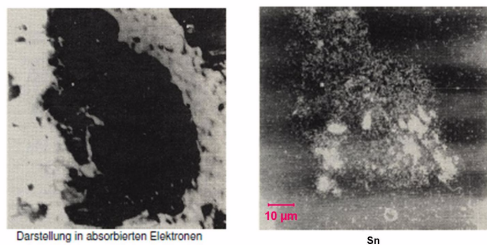


Abb. 18: Flächen der zwischen 2006 und Januar 2012 beantragten Bergbauberechtigungen auf Erze & Spate (Quelle: SOBA, LfULG).

Fig. 18: Areas of the licences for ores & spates applied for between 2006 and January 2012 (source: SOBA, LfULG).



Zinnverteilung in Granat von Pöhla-Globenstein (Ø 0,22 % Sn)



Zinnverteilung in Magnetit von Pöhla-Globenstein (Ø 0,27 % Sn)

Tab. 20: Zinngehalte in Mineralen von Pöhla-Globenstein KAUFMANN, SCHUPPAN, LINKERT u. a. (1988)

Mineral	Anzahl	Mittelwert (Gew.-%)	Streubreite
Pyroxen	3	0,017	n. n. – 0,05
Granat	8	0,22	n. n. – 0,4
Magnetit	5	0,27	n. n. – 0,5
Amphibol	10	0,27	n. n. – 1,1
Chlorit	1	0,12	
Hämatit	1	0,18	
Sphalerit	2	0,05	n. n. – 0,1
Pyrit	1	0,05	
Arsenopyrit	1	0,02	
Muskovit	2	n. n.	
Fluorit	1	n. n.	
Tonminerale	1	0,03	
Epidot	1	n. n.	

n. n. = nicht nachgewiesen

Aus HÖSEL, G. et al. (2003): Die polymetallische Skarnlagerstätte Pöhla-Globenstein

Abb. 19: Zinnverteilung in Granat und Magnetit des Vorkommens Pöhla-Globenstein (Rasterbilder der Elementverteilung).

Fig. 19: Distribution of tin in garnet and magnetite of the occurrence Pöhla-Globenstein (raster pictures of the elemental distribution).

Fortschritte bei der Erarbeitung einer entsprechenden Aufbereitungstechnologie könnten dann auch über Sachsen hinaus Anwendung finden. Mögliche Ansätze ergeben sich beispielsweise bei einer erweiterten Anwendung gravitativer Verfahren bis in einen Bereich weniger Zehner Mikrometer Partikelgröße.

Weitere Fortschritte bedürfen auch die Gewinnungsverfahren kompliziert gebauter Lagerstätten. Beispielsweise sollten tiefreichende schlotförmige Erzkörper wie beim SEE-Projekt Storkwitz (Abb. 20) oder Gottesberg (Abb. 21) möglichst selektiv gewonnen werden.

6. Ausblick

Insgesamt sind noch erhebliche Anstrengungen erforderlich, um einen künftigen erneuten Erz & Spat – Bergbau in Sachsen wieder auf gesunde Füße zu stellen.

Einen weiteren Baustein auf dem Weg dorthin wird ein verbessertes Datenangebot darstellen. Mit einem ROHSA 3 genannten Projekt sollen sämtliche Erz & Spat – relevanten Daten Sachsens recherchiert, erfasst, qualifiziert und digital verfügbar gemacht werden. Letzteres beispielsweise, um mittels neuester Software Prognosekarten zu erstellen, von denen man sich Hinweise auf bisher noch unentdeckte Lagerstätten erhofft. Dabei sollen die

Von Au bis Zn – das neue Interesse an sächsischen Rohstoffen

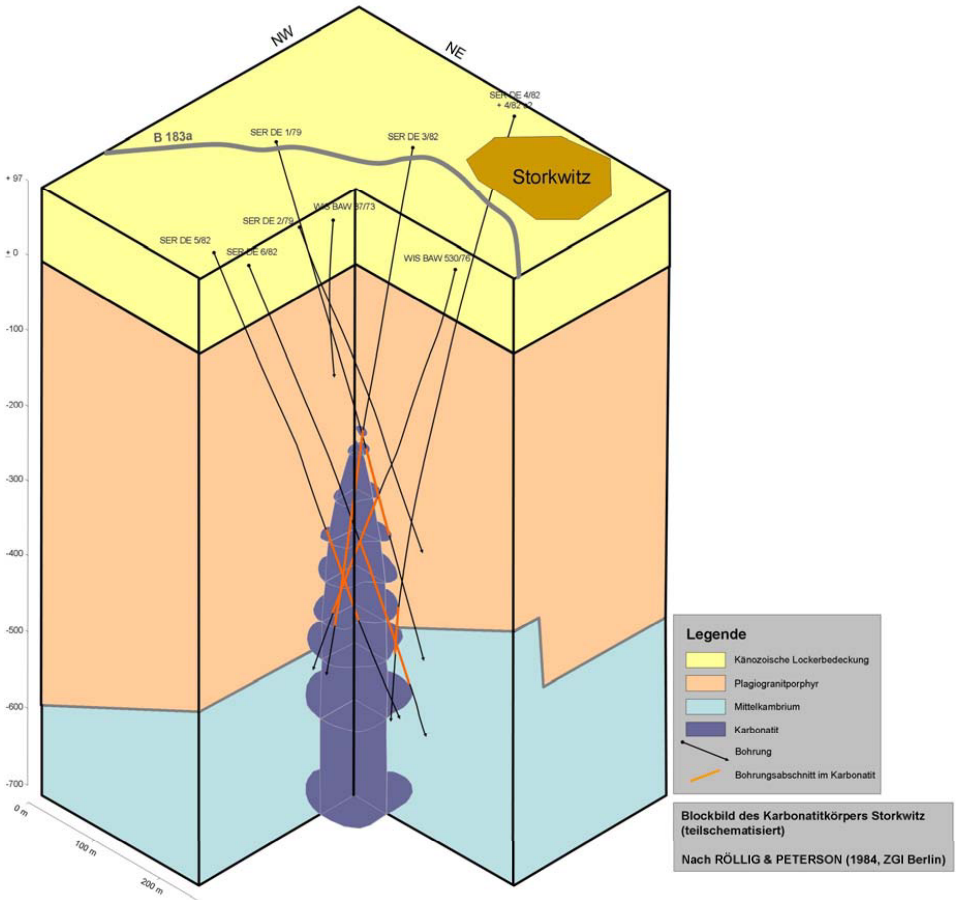


Abb. 20: Vereinfachte Blockbilddarstellung des Karbonatitkörpers Storkwitz.

Fig. 20: Simplified spatial illustration of the carbonatite body Storkwitz.

Verfahren Künstliche Neuronale Netze, Weights of Evidence, Logistische Regression und Fuzzy-Logik angewendet und miteinander verglichen werden. Mit der heute zur Verfügung stehenden PC-Technik können wesentlich mehr Daten verarbeitet und auf Zusammenhänge untersucht werden, als das früher möglich war. Darüber hinaus gab es während der jahrzehntelangen intensiven Lagerstättensucharbeiten der DDR immer wieder überraschende Einzelindikationen, die aus den verschiedensten Gründen nicht weiter verfolgt wurden. Schließlich ist davon auszugehen, dass während der Recherchen noch zahlreiche Datensätze „entdeckt“ werden, die den früheren DDR-Bearbeitern aus Geheimhaltungsgründen nicht in vollem Umfang zur Verfügung standen.

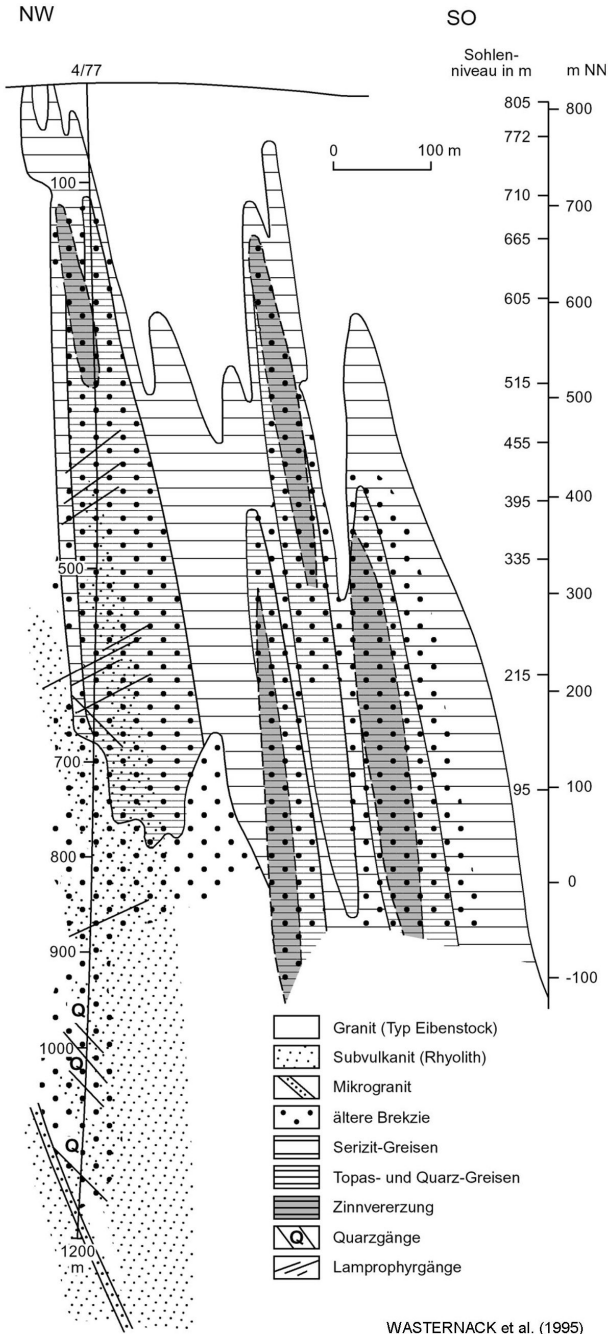


Abb. 21: Querschnitt durch das Zinnvorkommen Gottesberg.
Fig. 21: Profile through the tin occurrence Gottesberg.

Details dieses Projektes werden derzeit zwischen verschiedenen Akteuren, zu denen insbesondere neben dem LfULG der Geokompetenzzentrum Freiberg e.V. gehört, abgestimmt. Erste Kalkulationen führten zu einem siebenstelligen Budget. Daher ist ein gestuftes Herangehen erforderlich, insbesondere auch um Erfahrungen mit der dabei zu bewältigenden Logistik zu sammeln. In einem Modellgebiet sollen die Herangehensweise getestet und die dabei entwickelte Methodik sukzessive auf den relevanten Teil des sächsischen Territoriums ausgedehnt werden. Abgesehen von den damit erhofften direkten Hinweisen auf weitere lagerstättenhoffige Gebiete werden die dann in weitaus größerem Umfang und qualifizierterem Zustand als bisher vorliegenden Geodaten die Attraktivität des Freistaates Sachsen für Bergbauinvestoren weiter erhöhen.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wäre ohne die finanzielle Unterstützung des Projektes ROHSA durch das SMWA nicht möglich gewesen. Das GKZ mit seinen Sub-Auftragnehmern hat in mühevoller Detail-Arbeit zahlreiche Daten zusammengetragen. Die Mitarbeiter im geologischen Archiv des LfULG sowie der WISMUT GmbH unterstützten kurzfristig den erheblich gesteigerten und oft aufwändigen Recherche- und Ausgabebedarf. Ihnen allen gebührt großer Dank und das Verdienst, wesentliche Inhalte dieses Aufsatzes ermöglicht zu haben.

Eingang des Manuskripts: 30. August 2012

Angeführte Schriften

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.

BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe): Rohstoffpreise, abrufbar aus dem Internet unter http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Produkte/produkte_node.html#rohstoffpreise.

Bochmann, M. (1979): Anordnung über die Klassifikation der Lagerstättenvorräte an Erdöl und Erdgas, die Klassifikation der Lagerstättenvorräte fester mineralischer Rohstoffe und die Klassifikation der Grundwasservorräte – Vorratsklassifikationsanordnung – vom 28. August 1979. - Gesetzblatt der Deutschen Demokratischen Republik, Sonderdruck Nr. 1019, 9. November 1979.

EIA (U.S. Energy Information Administration): Uranpreise, abrufbar aus dem Internet unter <http://www.eia.gov/uranium/marketing/>.

- Geokompetenzzentrum Freiberg e.V. (2006): Neubewertung von Spat- und Erzvorkommen in Sachsen (ROHSA). – unveröffentlichter Bericht; Archiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- Hösel, G. (2002): Die polymetallische Skarnlagerstätte Pöhla-Globenstein. - Freiberg; Bergbau in Sachsen/Bergbaumonographie / hrsg. vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie und Sächsischem Oberbergamt, Band 8.
- Hösel, G., Tischendorf, G., Wasternack, J., Breiter, K., Kuschka, E., Pälchen, W., Rank, G. & Stempok, M. (1997): Erläuterungen zur Karte "Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/Krušné hory 1:100 000", Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt - Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. - Dresden: Sächs. Druck- u. Verlagshaus; Bergbau in Sachsen/Bergbaumonographie / hrsg. vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie und Sächsischem Oberbergamt, Band 3.
- Lehmann, U. (2010): Erz- und Spatvorräte in Sachsen. – World of Mining – Surface & Underground, **62**, 1/2010, 38-47, GDMB Informationsgesellschaft mbH.
- Pohl, W. (2005): Mineralische und Energie-Rohstoffe – Eine Einführung zur Entstehung und nachhaltigen Nutzung von Lagerstätten. – W. und W.E. Petraschek's Lagerstättenlehre, 5. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller), 527 S.
- Röllig, G., Reuter, N., Karbardin, B., Peterson, M., Merker, G., Schramm, U. (1984): Bewertung Karbonatite Delitzsch. - Berlin, unveröffentlichter Bericht; Archiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 188 S.
- USGS (United States Geological Survey): Rohstoffpreise, abrufbar aus dem Internet unter <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>.
- Wasternack, J., Märtens, S., Gottesmann, B. (1995): Field and petrographic study of brecciation and greisenization in the Gottesberg tin deposit. - Z. geol. Wiss., 23, 5/6, 619-642.
- Weber, L., Szak, G., Reichl, C. & Schatz, M. (2011): World-Mining-Data / Welt-Bergbau-Daten. - Volume/Heft 26, Minerals Production/Rohstoffproduktion, Vienna/Wien 2011, 327 S.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: [102](#)

Autor(en)/Author(s): Lehmann Uwe

Artikel/Article: [Von Au bis Zn-das neue Interesse an sächsischen Rohstoffen 111-134](#)