

Big Data - Die Digitalisierung von Steinbrüchen und Kiesgruben

Im Rahmen der öffentlichen Diskussion über die Einführung von Industrie 4.0 in die Bergbauindustrie steht am Anfang zunächst die Frage nach dem in der Praxis vorhandenen digitalen Datenbestand in den Betrieben. Dieser Datenbestand ist Grundlage für viele nachgeschaltete Prozesse und Steuerungsoptionen.

Dabei umfasst die Datendigitalisierung nicht nur Daten für die unmittelbare Prozesssteuerung von Brech-, Klassier- und Bandanlagen in der Aufbereitung oder Steuerung eines Gewinnungsgerätes, sondern beginnt bereits mit dem Lagerstättenmodell, der Tagebaugeometrie, Grundstücks- und Genehmigungsinformationen sowie Betriebsdaten. Auch auf den ersten Blick für den operativen Bereich weniger interessante Daten wie Grundstücke, Verträge und Buchhaltungsinformationen sind heute wichtige Bestandteile im Betriebsalltag zur langfristigen Sicherung und täglichen Durchführung des Rohstoffabbaus.

Bedingt durch die sehr heterogenen Dateninhalte und -formate stellt neben der Datendigitalisierung und -modellierung eine möglichst zentrale bzw. integrierte Datenverwaltung viele Unternehmen bereits vor große Herausforderungen. Im Vordergrund stehen dabei in den Steinbrüchen und Kiesgruben derzeit noch nicht komplexe Vernetzungen von Mensch, Maschine und Anlagen, sondern eine schnelle Bereitstellung und Kombination der unterschiedlichen alphanumerischen und graphischen Informationen.

Die nachfolgenden Ausführungen erläutern anhand von praktischen Beispielen den derzeitigen Stand und die Möglichkeiten moderner Digitalisierung in den Bereichen Lagerstätte, Vermessung, Informationssysteme und Betriebsdatenerfassung. Die gezeigten Beispiele wurden mit der speziell für die Rohstoffindustrie entwickelten Planungs- und Informationssoftware AutoPLAN (siehe www.dhp-gmbh.de) erstellt.

Lagerstätte

Die Lagerstätte als wichtigste Grundlage des Rohstoffabbaus und der Planung wird in Explorationskampagnen meist im Vorfeld des eigentlichen Abbaubetriebes bzw. durch Analysen während der Gewinnung erkundet. Die hierbei anfallenden Informationen und Beschreibungen werden heute in zentralen SQL-Datenbanken sowie die geometrischen räumlichen Abgrenzungen in einem CAD-Modell gespeichert. Dabei reicht die Komplexität von einfachen Lagerstättenmodellen mit Abraum und Wertmineralkörper hin bis zu komplexen stratigraphischen Blockmodellen mit unterschiedlichen chemischen Qualitätsparametern, wie sie u. a. in der Kalk- und Zementindustrie benötigt werden.

Zusätzlich zu den Explorationsbohrungen können auch Qualitätsdaten, z. B. aus Sprengbohrlöchern, Haufwerksanalysen oder Cross Belt Analysen in das Lagerstättenmodell einfließen. Ein stetiges Update des Modells mit Detailinformationen zu aktuellen Abbau-/Ladepunkten im Steinbruch sichern die Qualitätssteuerung bereits in der Gewinnung.

Kombiniert mit Vermessungsdaten und Grundstücksinformationen können ebenfalls z. B. Substanzwerte der Grundstücke sowie Restabbaumengen und jährliche Substanzabschreibungen ermittelt und über Schnittstellen an die Buchhaltungssysteme weitergegeben werden.

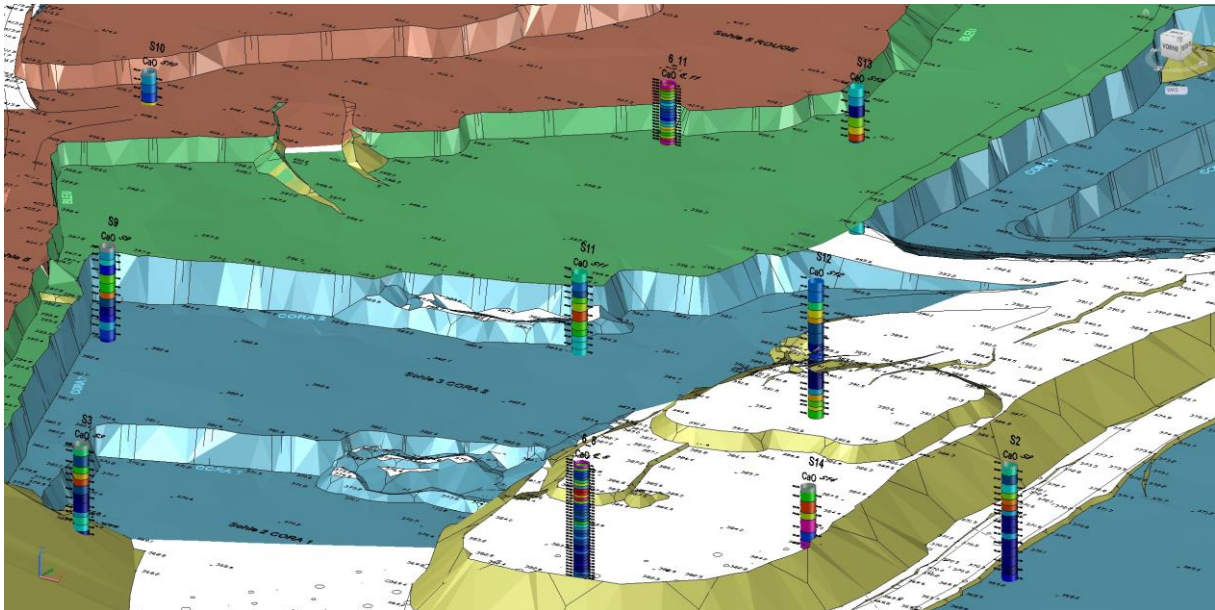


Bild 1 Digitale Lagerstättendaten

Topographie

Die Digitalisierung der Tagebauoberfläche erfolgt heute zunehmend mittels Photogrammetrie. Durch die rasante Entwicklung von Unmanned Aerial Vehicles (UAV) bzw. Drohnen gewinnt die Geländeüberfliegung zunehmend für die Rohstoffindustrie an Bedeutung. Die DOHMEN, HERZOG & Partner GmbH (DH&P) und ihre Kooperationspartner aus der Vermessungstechnik absolvierten in den letzten Jahren zahlreiche Projekte in Steinbrüchen und Kiesgruben. Die Einsätze zeigen wesentliche Vorteile aber auch neue Schwierigkeiten gegenüber klassischen Vermessungsverfahren auf.

Mit einer Bodenauflösung bis zu 3 cm Punktabstand und einer Flugzeit von maximal einer Stunde ist es möglich, auch großflächige Tagebaue schnell und präzise zu vermessen. Hierbei können ebenso unzugängliche Bereiche des Steinbruchs einfach erfasst werden. Auch ist eine gute bildhafte Betriebsdokumentation mittels entzerrtem und georeferenziertem Luftbild (Orthofoto) möglich. Eine detailgetreue Berechnung eines digitalen Geländemodells (DGM) erfolgt auf Basis der durch die Photogrammetrische Auswertung berechneten dichten 3D-Punktwolke.

Neben den großen entstehenden Datenmengen bildet die Photogrammetrische Auswertung nur die Oberfläche der bildhaft erfassten Bereiche ab. Somit sind berechnete Punkte in Bereichen von hohem und dichten Pflanzenbewuchs (z. B. Wald) sowie Gebäuden und Anlagen nicht für die Geländemodellierung zu verwenden und müssen manuell oder über spezielle Punktfiler entfernt werden.

Die momentan größte Herausforderung ist die Darstellung der Vermessungsdaten in einem Kartenwerk bzw. in einem Bergmännischen Risswerk nach DIN 21901. Die Ergebnisse der Photogrammetrischen Auswertung bestehen neben dem Luftbild aus einer dreidimensionalen Punktwolke. Diese Punktwolke ist für die kartographische Darstellung in Böschungsober- und -unterkanten einschließlich Böschungssignatur und anderen Geländekanten wie Straßen, Wege, Gewässerbereiche sowie ausgedünnten Geländepunkten zu überführen. Eine schnelle automatisierte Kantenerkennung von Böschungsober- und -unterkante einschließlich Signaturberechnung ist in vielen Softwareprodukten nicht enthalten und erfordert aufwendige manuelle Nachbearbeitung am PC. DH&P hat hierzu ein neues Punktwolken Modul PW mit speziellen

Kantenerkennungsalgorithmen entwickelt, das eine weitgehend automatisierte Böschungsgenerierung ermöglicht.

Neben der Geländemodellierung kann die Punktwolke aufgrund ihrer hohen Auflösung auch für die dreidimensionale Digitalisierung von geologischen Strukturen und Besonderheiten verwendet werden, soweit diese in den Wand/Sohlenbereichen aufgeschlossen und erkennbar sind.



Bild 2 Punktwolke

Grundstücke und Genehmigungen

Das Grundstücks- und Genehmigungsmanagement ist heute in der Bergbauindustrie ein wichtiger zentraler Bestandteil der langfristigen Rohstoffsicherung. Zur Verwaltung und Visualisierung der Daten stehen webbasierte Datenbanklösungen wie z. B. AutoPLAN FIS zur Verfügung. Alle relevanten Daten aus Grundbuch, Vertrags-, Gestattungs- und Pachtunterlagen, steuerliche Informationen wie Einheitswerte und Abschreibungen sowie Bürgschaften können in einem System verwaltet werden. Wichtig hierbei sind Schnittstellen zu Buchhaltungs- und Dokumentmanagement-Systemen, damit die Daten untereinander synchronisiert, ausgetauscht und nicht mehrfach erfasst werden.

Neben den eigentlichen Grundstücksdaten sind Erfassung und Verwaltung von weiteren Flächendaten, die vom Flurstück abgeleitet werden, notwendig z. B. für Forsteinrichtungswerke, Betriebsinterne Flächenklassifizierungen oder Ökokontosysteme. Hierbei ist besonders die individuelle Konfigurierbarkeit der jeweiligen Informationsinhalte wichtig, da es z. B. für Ökokontosysteme keine einheitlichen Standards in Deutschland gibt.

Managementsysteme für Genehmigungen mit der Erfassung von Genehmigungsgegenstand, rechtlichen Grundlagen, Nebenbestimmungen und wichtigen Terminen wie Befristung und Vorlage sind heute bei der Komplexität und den zahlreichen Nebenbestimmungen unabdingbar in der Rohstoffindustrie

Das Genehmigungsmanagementsystem unterstützt dabei das Unternehmen in der Verwaltung und Kontrolle genehmigungspflichtiger Anlagen einschließlich der Einhaltung

von Nebenbestimmungen und vereinfacht das Einhalten behördlicher Auflagen wesentlich. Alle zur Genehmigung gehörenden Informationen, Bescheide, Pläne und Schriftverkehr werden an einem Ort zentral vorgehalten und sind hierarchisch sortiert abrufbar. Die Auflagen können systematisch, zügig und pünktlich abgearbeitet werden und an Termine wird rechtzeitig vor Fälligkeit erinnert. Auch kann sich die Unternehmensleitung jederzeit über den aktuellen Genehmigungsstand informieren.

Weiterhin bieten moderne Informationssysteme die Möglichkeit der Einbindung externer Geodaten über WMS- und WFS-Dienste (Web Map und Web Feature Service). Hierbei stellt der webbasierte Kartendienst z. B. wichtige aktuelle Informationen zu Schutzgebieten, Grundstücken und Regional- und Raumordnungsplanungen sowie Luftbilder zur Verfügung.

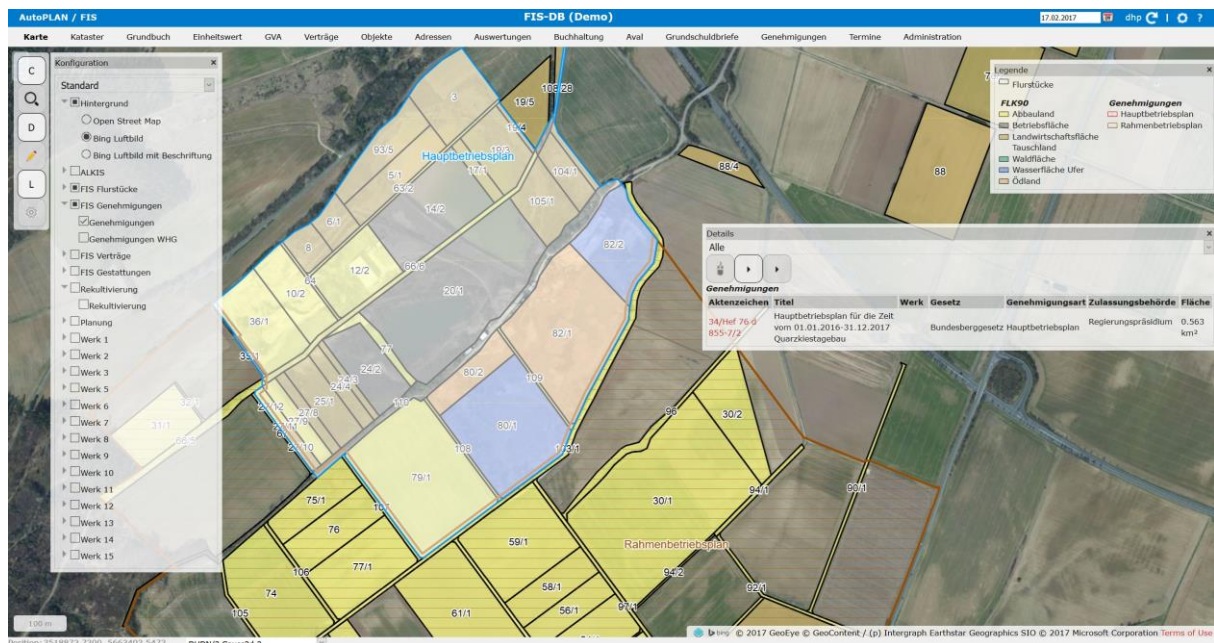


Bild 3 Web basiertes Informationssystem AutoPLAN

Betriebsdaten

Die technische Betriebsdatenerfassung (BDE) in der Rohstoffgewinnung umfasst ein effektives Erfassen, Analysieren und Managen der eingesetzten Geräte, Anlagen und Betriebsmittel im Abbau- und Aufbereitungsprozess. Während in großen Bergbaubetrieben bereits häufig ein intensives Betriebsdatenmanagement stattfindet, findet man in kleineren Steinbrüchen und Kieswerken der Baustoffindustrie oftmals noch keinen durchgehenden digitalen Datenfluss. Gründe hierfür liegen zum Teil im Einsatz älterer Geräte ohne entsprechende Sensorik und Datenübertragungshardware sowie fehlender Systeme, mit deren Hilfe der Gesamtprozess von der Gewinnung über die Aufbereitung bis zum Versand abgebildet werden kann.

Lösungen für einzelne Prozessteilbereiche sind am Markt erhältlich, scheitern aber häufig in der Praxis an einer zu komplexen Programmbedienung, fehlenden Schnittstellen und standardisierten Datenformaten zum Datenaustausch bei unterschiedlichen Herstellern.

Beispielhaft wird die Betriebsdatenerfassung bei mobilen Gewinnungs- und Transportgeräten betrachtet. Moderne Geräte wie Radlader, Bagger und SKW verfügen heute über entsprechende Maschinenhardware zur Erfassung und Übertragung von Standort- und Maschinendaten.

Wichtige Geräte-Parameter wie Betriebsstunden, Stillstandszeiten, Leerlaufzeiten, Kraftstoffverbrauch, sowie Lade- und Transportmengen werden erfasst und an einen zentralen Datenbankserver übertragen. Über Webapplikationen können die Daten sowie zahlreiche Auswertungen abgerufen werden. Problematisch gestaltet sich der Datenvergleich zwischen unterschiedlichen Geräteherstellern, da standardisierte Datenformate fehlen und Schnittstellen zur Integration anderer Hersteller oft nicht vorhanden sind.

Herstellerunabhängige Systeme bieten hierbei Vorteile, da Gerätevergleiche sowie zusätzliche Informationen wie z. B. Wartungs- und Instandhaltungsdaten sowie ein Termin- und Aufgabenmanagement integriert sind. Zukünftig wird eine verstärkte Nutzung und Auswertung dieser Daten in den Betrieben erfolgen, da hierdurch betriebliche Schwachstellen schnell erkannt und Betriebsabläufe optimiert werden können.

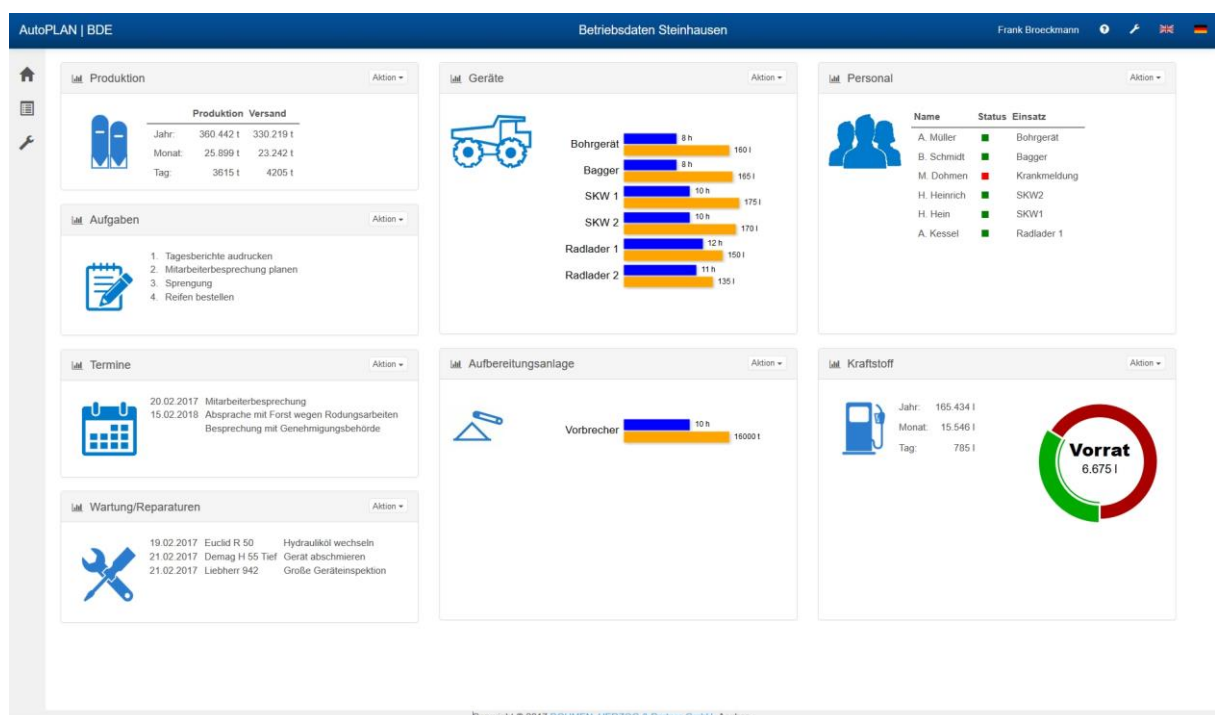


Bild 4 Betriebsdatenerfassung

Fazit

Die Digitalisierung hat auch in die Rohstoffgewinnungsindustrie Einzug gehalten. Es gilt die immer komplexer werden Daten eines Gewinnungsbetriebes zukünftig möglichst zentral zu verwalten und alle betriebsrelevanten Informationen aus den Bereichen Geologie, Gewinnung, Genehmigung, Kataster, Verträgen, Betriebsmittel und Aufbereitungsanlage zusammenzuführen. Dabei ist auf eine weitgehend automatisierte Datenerfassung sowie einfache Bedienung und Handhabung der Systeme zu achten.