

Konstruktionsprinzipien und Abteufverfahren von Rohkohlebunkern

Mit der heutigen hohen Betriebskonzentration auf immer weniger Gewinnbetriebe und dem Zusammenschluss einzelner Steinkohlebergwerke zu Verbundbergwerken, ist die Forderung nach hohem Ausnutzungsgrad der Abbaubetriebe mit der verfügbaren Kapazität der Schachtförderanlagen zwingend verbunden. Bunkeranlagen sind dabei ein unverzichtbarer Bestandteil der Infrastruktur eines Bergwerkes.

Bunker werden als Freifallbunker oder auch als Wendelbunker gebaut.

Im nachfolgenden werden diese Bunker vorgestellt in Bezug auf ihre unterschiedlichen Funktions- und Herstellungsweisen.

■ BUNKERTYPEN

In der Art der Beschickung der Bunker unterscheidet man hier den Freifallbunker vom Wendelbunker.

■ Beim *Freifallbunker* wird der Kohlenstrom vom zuführenden Förderband direkt im freien Fall in den Bunker gestürzt. Daher müssen Bunkereinbauten und der Bunkerauslauf gegen Beschädigungen geschützt werden. Der Bunker darf nicht leer gefahren werden. Im unteren Bereich verbleibt dadurch immer ein Polster, das die Bunkereinbauten und Ausrüstungen im Auslaufbereich bedeckt und gegen den Aufprall des einströmenden Materials schützt.

■ Beim *Wendelbunker* wird der Kohlenstrom auf eine in den Ausbau des Bunkers integrierte Wendelrutsche aufgegeben und korn- und materialschonend in den Bunkerschacht gefördert. Der Auslaufbereich kann daher bis in die Abzugstrichter plan-

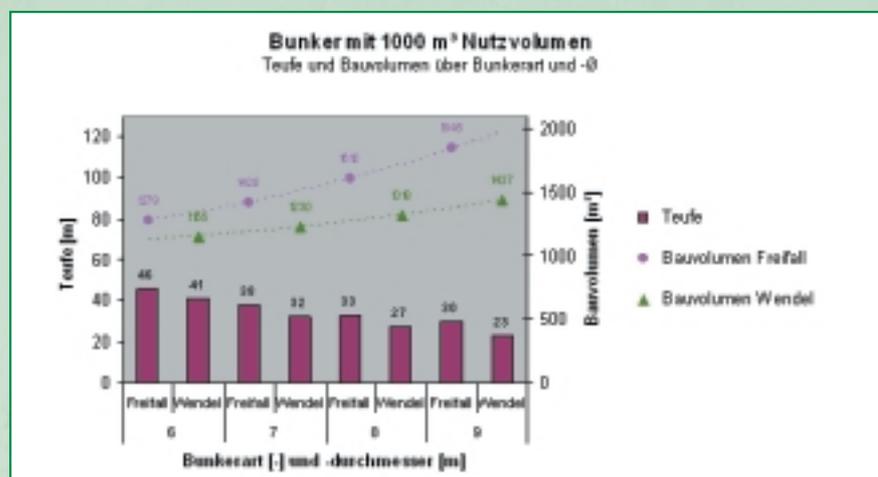
mäßig leer gezogen werden, ohne Beschädigungen befürchten zu müssen. Der Ausnutzungsgrad des Bunkers in Bezug auf das aktive Bunkervolumen ist daher beim Wendelbunker erheblich höher.

Aktives Bunkervolumen

Ein wichtiger Parameter für einen hohen Ausnutzungsgrad, d.h. aktives Bunkervolumen, ist das Verhältnis Bunkerdurchmesser zu Bunkerteufe. Im nebenstehenden Bild ist für einen Bunker mit 1000 m³ Nutzinhalt das Verhältnis von Teufe und Bauvolumen der Bunkerart und dem Durchmesser gegenübergestellt. Es zeigt sich ein deutlicher Vorteil des Wendelbunkers gegenüber einem Freifallbunker. Die Aufgabe der Planung ist es, ein gutes Kosten / Nutzenverhältnis für einen Bunker zu finden.

Kornschonung

Für die Auslegung der Bunkertechnik ist die Betrachtung des Effektes der Kornschonung wichtig. Die Investition in eine Bunkerwendel, bestehend aus der





Reusenbagger vor dem Einsatz

Wendelkonstruktion und der erforderlichen Schleißauskleidung, die aufgrund der hohen Standzeiten aus keramischen Materialien hergestellt ist, rechnet sich. Eine Untersuchung in den 80-iger Jahren auf dem Bergwerk Lohberg zeigte, dass durch eine Vermeidung von 3% Feinstanteil in der Rohkohle unter 10 mm die Aufbereitungskosten von 750 000 Euro innerhalb eines Jahres eingespart werden konnten.

■ BUNKER TEUFEN

Zwei verschiedene Teufverfahren sind in der Vergangenheit zur Anwendung gekommen, zum einen das konventionelle Teufen mit Bohr- und Sprengarbeit, zum anderen das maschinelle Bohren mit einer Schachtbohrmaschine SBVI bei großen Teufen.

Beide Verfahren nutzen sinnvollerweise das Teufen auf Vorb Bohrloch. Das gelöste Haufwerk wird über das Vorb Bohrloch in die Unterfahrung verstrützt, und dort in der Regel mit Hilfe eines Schrapppers in die Förderung des Bergwerks aufgegeben.

Aus gebirgsmechanischen Gründen sollte ein Bunker immer vor dem Ausbauen zunächst durchgeteuft werden, um even-

tuelle Auffahrkonvergenzen abklingen zu lassen.

Beim konventionellen Teufen ist entscheidend, die einzelnen Arbeitsvorgänge soweit wie möglich zu mechanisieren und somit leistungsfähiger zu gestalten. Dies gilt insbesondere für die kostenintensive Bohrarbeit beim Herstellen der Spreng- und Ankerlöcher und die Ladearbeit des gesprengten Haufwerks. Für das Herstellen der Bohr Löcher stehen Schachtbohrgeräte unterschiedlichster Art zur Verfügung. Für das Wegladen des gesprengten Haufwerks werden am Stoß verlagerte Bagger, sowie auf der Bohrlochreue montierte Schrapperanlagen eingesetzt. Am besten bewährt haben sich kombinierte Geräte wie der Reusenbagger, mit dem es möglich ist, die Bohr- und die Ladearbeit mit einem Gerät zu bewältigen.

Aber auch seitens der Planung sind Voraussetzungen für einen Hochleistungsbetrieb zu schaffen:

- die Räumlichkeiten am Bunkerkopf sind ausreichend groß zu bemessen, um die Teufeinrichtung und eine eventuell vorhandene logistische Streckenvortriebsversorgung ohne gegenseitige Behinderung im Querschnitt der Überführung unterzubringen.

- Die Teufeinrichtung, bestehend aus Teufwinden, Seilscheibenverlagerung und Abdeckungen, ist so zu konstruieren, dass ein Einsatz auf mehreren Projekten möglich ist.
- der Bunkerkopf ist über dem Bunker schacht so anzuordnen, dass ein freier Teufquerschnitt zur Verfügung steht. Dies ist wichtig im Hinblick auf die Konstruktion des Bunkerkragens, da der Bunkerkragen sonst erheblich schwieriger herzustellen ist und statisch aufwendiger gebaut werden muss. Mit diesen Planungsparametern wird ein noch leistungsfähigerer Teuf- und Ausbaubetrieb gewährleistet.

Das Teufen eines Bunkers mit Hilfe der Schachtbohrmaschine SBVI ist ein Sonderfall, insofern, als dass die Teufe des Bunkers min. 100 m und mehr betragen muss. Die Auf- und Abrüstzeiten für die Maschine heben dann den Vorteil ihrer Teufgeschwindigkeit wieder auf. Zeitlich gesehen ist dann das konventionelle Teufen wieder von Vorteil.

Schachtbohrmaschine SB VI





Betonfertigteileinbau



Umsetzschalung

■ BUNKER AUSBAUEN

Im Bunkerausbau haben sich während der letzten Jahre drei Material-Varianten bewährt und durchgesetzt. Jede der folgenden Ausbauarten macht ein spezielles Einbauverfahren notwendig:

- Betonfertigteilausbau
- Schalbeton
- Spritzbeton

– *Betonfertigteile* werden als großformatige Elemente über Tage in größeren Mengen vorgefertigt und Qualitätsüberwacht. Dadurch wird die Logistik des Bergwerkes entzerrt und entlastet. Der Einbau der Fertigteilelemente erfolgt mit einer Rundlaufleinrichtung am Bunkerkopf. Die Hinterfüllung der Fertigteile kann über die zentrale Baustoffversorgung oder eine Plempenleitung erfolgen, dadurch werden Transporteinheiten eingespart.

– Der *Schalbeton* wird über Tage produziert und nach dem Transport nach unter Tage mit einer Umsetzschalung eingebaut. Die Anlieferung des Betons „just in time“ ist zwingend erforderlich, um Abbinden im Fördermittel und Bauverzögerungen zu vermeiden. Dies macht eine reibungslose Koordination notwendig. Der alternative Einsatz von Trockenbaustoff würde einen noch höheren

Transportaufwand und höheren Arbeitsaufwand vor Ort nötig machen.

– Bei der Ausbauvariante „*Spritzbeton*“ wird der Baustoff mit einer Spritzbetonmaschine vor Ort verarbeitet. Die große bereitzustellende Anliefermenge für einen kontinuierlichen Betriebsablauf bedeutet eine erhebliche Belastung der Bergwerkslogistik.

und 8,5 m Durchmesser, wie viele Transporteinheiten für das Ausbaumaterial benötigt werden. Bei der Variante Fertigteilausbau ist die Anzahl der Transporteinheiten am geringsten. Zusätzlich wird die Förderung dadurch entlastet, dass die Bauelemente vorgefertigt werden und auf Vorrat in die Grube transportiert werden können.

■ LOGISTIK AUF DEM BERGWERK

Der Bau eines Rohkohlenbunkers bedeutet für die Logistikabteilung eines Bergwerkes eine besondere Herausforderung, da hierbei eine große Anzahl von Sondertransporten nötig sind.

Die untenstehende Aufstellung zeigt anhand eines Bunker von 30 m Teufe

■ BUNKER AUSTRÜSTEN

Bunkeranlagen werden für den endgültigen Betriebszustand mit folgenden Einrichtungen ausgerüstet:

- Bunkereinlaufkonstruktionen
- Bunkerauslaufkonstruktionen
- Befahrungsanlagen

Logistischer Aufwand für das Ausbaumaterial

Bunker Durchmesser 8.5 m Materialmengen für den Ausbau		
Transporteinheiten		
Betonfertigteile	289 Einh.	Hinterfüllung als Dammbaustoff aus Grubenleitung
	397 Einh.	Hinterfüllung als Trockenbaustoff in BigBags
Schalbeton	308 Einh.	Fertigbeton in Förderwagenjust in time!
	377 Einh.	Trockenbaustoff in BigBags
Spritzbeton	429 Einh.	Trockenbaustoff in BigBags



Bunkereinlaufkonstruktion

Bunkereinlaufkonstruktionen müssen die unterschiedlichen Betriebsweisen bei Freifall- und Wendelbunkern berücksichtigen.

Bei Wendelbunkern wird das Fördergut in der Regel direkt vom Abwurfkopf der Förderbandanlage auf die Wendelrutsche aufgegeben.

In Freifallbunkern wird das Fördergut ebenfalls kontrolliert in den Bunker eingefüllt, um Beschädigungen an der Bunkerwand und an Bunkereinbauten zu vermeiden. Mit Hilfe einer speziellen Konstruktion wird das Fördergut senkrecht fallend in den Bunkerschacht eingefüllt. Bewährt haben sich hierfür große, langsam laufende Kettenförderer oder Auffangkästen auf der Bunkerabdeckung.

Bunkerauslaufkonstruktionen bestehen aus dem Bunkerauslaufbauwerk und den Abzugseinrichtungen. Beachtet werden muss auch die immer ungünstige gebirgsmechanische Lage eines Auslaufes im Übergang Schacht/Strecke. Es bietet sich daher an, den geschwächten Bereich mit einem massiven Betonbauwerk zu unterstützen. Dieses Bauwerk sollte in optimaler Weise als Bogentragwerk ausgeführt werden, welches sich im Gebirge auflegt und die Kräfte ins Gebirge

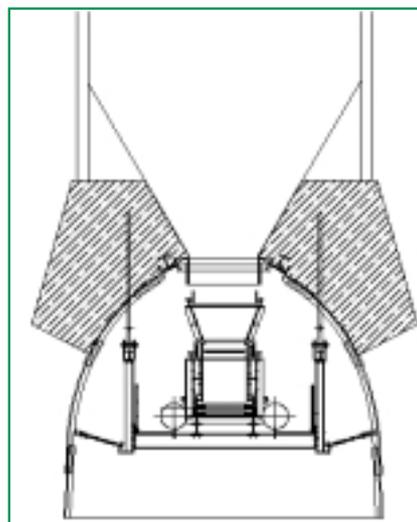
ableitet. Der Bunkerauslauf sollte symmetrisch und mittig über die Unterfahung gebaut werden. Alle Abzugseinrichtungen sollten an das Auslaufbauwerk angehängt werden, um Beschädigungen oder Funktionsbeeinträchtigungen bei Sohlenhebungen auszuschließen.

Befahrungsanlagen dienen der Inspektion und Wartung des Bunkers. Sie bestehen in der Regel aus einer Befahrungsbühne, die an einem Seil hängend, mit einer druckluftbetriebenen Winde verfahren werden kann. Je nach Art der Bunkereinlaufkonstruktion und der Örtlichkeit in der Bunkerüberfahung wird die Bühne als Rechteck- oder Ringbühne ausgeführt. Sie sind für Inspektionen und Reparaturen sofort verfügbar und bieten eine sichere Stand- und Arbeitsfläche.

■ HOHER LEISTUNGSSTANDARD UND INNOVATIONSSTAND

In der Vergangenheit ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Bunkerkonstruktionen geplant und gebaut worden. Stets standen die Bemühungen im Vordergrund, die Teuf- und Ausbauleistung durch effiziente Konstruktionen und Verfahren zu optimieren.

Bunkerauslaufkonstruktion



Spiralbunker

Hierzu zählen unter Anderem:

- Für die zeit- und kostenintensivste Bohr- und Ladearbeit wurden leistungsstarke kombinierte Arbeitsgeräte entwickelt, die sich in der Praxis bewährt haben.
- Für den Ausbau wurde ein Fertigteil-system entwickelt, welches auf die logistischen, geologischen und die besonderen Einsatzbedingungen in Bunkern zugeschnitten ist. Es sind hier die schon mehrfach bewährten Betonfertigteile zu nennen, die bei unterschiedlichen Bunkerteufen effektiv eingesetzt wurden. Sie lassen sich wie ein Baukastensystem zusammensetzen und mit einem Baustoff geringerer Qualität hinterfüllen. Da sich dieser Hinterfüllbaustoff aus der zentralen Baustoffanlage entnehmen lässt, ergeben sich nicht nur über die schnellere Montage der Fertigteile, sondern auch logistisch, erhebliche Kostenvorteile.
- Befahrungsanlagen wurden soweit möglich nach den gleichen Konstruktionsprinzipien gestaltet, um eine weitestgehende Vereinheitlichung für die Ersatzteilhaltung zu erreichen.

Die Entscheidung, ob Freifall- oder Wendelbunker, muss in erster Linie durch den Auftraggeber getroffen werden. Dabei ist die geplante Lebensdauer des Bunkers wegen der höheren Investitionskosten für eine Wendelkonstruktion zu berücksichtigen. In eine Gesamtbeurteilung sind auch die Kornschonung sowie die dadurch eingesparten Aufbereitungskosten mit einzubeziehen.

Dipl.-Ing. Tim van Heyden,
Dipl.-Ing. Siegfried Temming