

Steinkohlenaufbereitung

Beschreibung und Beurteilung von Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung

DIN
23 005

Preparation of hard coal; description and estimation of raw coal properties in view of preparation

Ersatz für die im Januar 1986
zurückgezogene Norm
DIN 23 011/09.54,
Abschnitt 4.32

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	3.8 Zerfallsneigung	4
2 Begriffe und Kenngrößen	2	3.9 Gleichmäßigkeit	5
3 Beschreibung der Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung	3	3.10 Sonstige Rohstoffeigenschaften	5
3.1 Korngrößenverteilung und spezifische Oberfläche	3	4 Beurteilung der Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung	5
3.2 Kornform und Kornformverteilung	3	Anhang A Formblätter für Verwachsungskurven, Beispiele	7
3.3 Wassergehalt	3	Zitierte Normen und andere Unterlagen	13
3.4 Aschegehalt und Korndichteverteilung	3	Weitere Normen und andere Unterlagen	13
3.5 Gehalte an Schwefel und anderen Elementen ..	4	Änderungen	13
3.6 Verwachsungsart und -grad	4	Erläuterungen	14
3.7 Flotationsverhalten	4		

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm ist in der Steinkohlenaufbereitung auf Rohkohlen und alle für die Weiterverarbeitung vorgesehenen Zwischenerzeugnisse anwendbar. Sie dient im besonderen Maße der Beschreibung und Beurteilung der Rohstoffeigenschaften von solchen Rohkohlen, für die noch keine aufbereitungstechnischen Erfahrungen vorliegen.

Die Beschreibung und Beurteilung von Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung soll die Wahl der Aufbereitungsverfahren und Aufbereitungsmaschinen sowie deren Auslegung erleichtern und Grundlagen für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit liefern.

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenausschuß Bergbau (FABERG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

2 Begriffe und Kenngrößen

2.1 Begriffe

Die englischen (en) und französischen (fr) Benennungen sind nicht Inhalt dieser Norm; sie sollen das Übersetzen erleichtern. Trotz aufgewendeter Sorgfalt übernimmt das DIN für die Richtigkeit der Übersetzungen keine Gewähr.

Für die Normen der Steinkohlenaufbereitung gelten grundsätzlich die verfahrenstechnischen Begriffe nach DIN 23 004 Teil 2. In einigen Normen sind jedoch, bedingt durch die besonderen Verfahrenstechniken, sprachliche Abweichungen von den in DIN 23 004 Teil 2 festgelegten Definitionen notwendig. Die abweichenden Definitionen sind mit * gekennzeichnet.

Rohstoffliche Begriffe siehe DIN 22 005 Teil 2 *)

Nr	Benennung	Definition
2.1.1	Grenzkorn en near-sized material near density material fr morceau de taille ou de densité limite	* Qualitativ: Korn, das annähernd die Größe der Trennkorngröße (Sinkgeschwindigkeit) besitzt und daher schwierig zu klassieren ist bzw. das annähernd die Dichte der Trenndichte besitzt und daher schwierig zu sortieren ist. Quantitativ: Alles Korn, das in seiner Korngröße $\pm 25\%$ von der Trennkorngrenze d_t bzw. in seiner Dichte $\pm 0,1 \text{ kg/dm}^3$ von der Trenndichte ρ_t abweicht: $\pm 0,25 \cdot d_t$ bzw. $(\rho_t \pm 0,1) \text{ kg/dm}^3$
2.1.2	Verwachsungen im Hautwerk en interstratification, intergrown constituents fr intercalaire, interstratification	Jede Vergesellschaftung von unterschiedlichen Mineralien miteinander oder mit Kohlesubstanz innerhalb eines Einzelkorns unabhängig von deren Anteilsverhältnissen.
2.1.3	Verwachsenes en interstratified material, middlings fr vrais mixtes	* Summe der Dichtefractionen zwischen den Bezugsdichten für Reinkohle und Reinberge, z. B. 1,5 und $1,9 \text{ kg/dm}^3$.
2.1.4	Verwachsungsart en type of interstratification fr type d'association des minéraux	Begriff für die geometrischen Abmessungen und die Bindungsart der verwachsenen Bestandteile eines Gutes.
2.1.5	Ascheinhalt en relativs mass of ash fr quantité de cendre par tranche densimétrique ou granulométrique rapportée au total	Masse der Asche einer Teilmenge (Gutfraction), bezogen auf die Masse des gesamten Gutes (in %).

2.2 Kenngrößen

Nr	Kenngröße	Formelzeichen	Einheit
2.2.1	Korngrößenkennzahl Bezugskorngröße eines Gutes, für die der Siebdurchgang $1 - e^{-1}$ beträgt und im RRSB-Netz nach DIN 66 145 bei 63,2% Siebdurchgang abgelesen wird.	d'	mm
2.2.2	Kornverteilungskennzahl Der Tangens der Verteilungssummenkurve im RRSB-Netz nach DIN 66 145 als Maß für die Breite der Korngrößenverteilung eines Gutes.	n	1

*) Z. Z. Entwurf

3 Beschreibung der Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung

Die Aufbereitung von Rohkohlen hängt ganz wesentlich von ihren Eigenschaften ab. Die einzelnen Eigenschaftsmerkmale können in weiten Grenzen schwanken und sich im Verlauf des Abbaus einer Lagerstätte durch Übergänge in andere Lagerstättenteile, durch Änderung der Abbau- und Gewinnungsverfahren sowie durch Anwendung anderer Maschinen und Fördermittel erheblich verändern. Hierdurch wird es nötig, die Merkmalswerte und deren Spannweiten abzuschätzen und in die Planung einzubringen.

3.1 Korngrößenverteilung und spezifische Oberfläche

Für die grobe Beschreibung einer Rohförderkohle genügt es im allgemeinen, die Massenanteile über bzw. unter 10 mm, 0,5 mm und 0,063 mm anzugeben. Darüber hinaus kann die Angabe der maximalen Korngröße wichtig sein, z. B. für die Auslegung von Stückkohlenbrechern.

Rohkohlen und Zwischenerzeugnisse sind, falls es sich um klassiertes Gut handelt, mit den Nenn-Korngrößen zu bezeichnen, z. B. Rohgrobkohle 120 bis 10 mm.

Anmerkung: Die Korngrößenverteilung eines aufzubereitenden Gutes wird durch Siebanalyse nach DIN 22 019 Teil 1, gegebenenfalls auch nach DIN 22 019 Teil 2, ermittelt und dargestellt.

Für die Darstellung der Korngrößenverteilung wird im Steinkohlenbergbau die Verteilungssummenkurve in einem linearen Netz nach DIN 22 019 Teil 1 oder im RRSB-Netz nach DIN 66 145 bevorzugt.

Im RRSB-Netz kann man die Korngrößenverteilung durch die Korngrößenkennzahl d' und im Falle des linearen Verlaufs der Korngrößensummenkurve durch die Kornverteilungskennzahl n beschreiben.

Aus der Korngrößenverteilung kann ferner die Oberflächenkennzahl in m^2/kg nach DIN 23 081 und DIN 66 145 abgeleitet werden. Die Oberflächenkennzahl läßt jedoch keine Rückschlüsse auf die Korngrößenverteilung zu.

Als weiterer Kennwert zur Beschreibung und Beurteilung der Korngrößenverteilung wird, insbesondere hinsichtlich der Beurteilung der Klassiereigenschaften, der Grenzkornanteil ermittelt. Dieser Grenzkornanteil wird aus den Verteilungssummenkurven für die vorgesehenen Trenngrenzen abgelesen. Ein Vergleich der Grenzkornanteile in verschiedenen Gütern ist nur für gleiche Trennkorngrößen bei gleichen Körnungsbereichen dieser Güter sinnvoll.

Alle weiteren Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung werden getrennt nach den verschiedenen Kornklassen angegeben, da sie körnungsabhängig sind. Bei bereits festliegendem Aufbereitungsverfahren ist es im allgemeinen sinnvoll, die Wahl dieser Bereiche nach den in der Aufbereitung bereits angewandten Körnungsbereichen auszurichten. Insbesondere wird die Angabe der Korngrößenverteilung mit einer Angabe über die Korndichte-Asche-Schwefel-Verteilung kombiniert.

3.2 Kornform und Kornformverteilung

Qualitativ ist nach den Kornformen „plattig-flach, stengelig-splitterig und kubisch-würfelig“ zu unterscheiden [1].

Die Kornform und die Kornformverteilung von Kohle und Gestein sind maßgeblich von der petrographischen Zusammensetzung, dem Inkohlungsgrad und der tektonischen sowie der abbaubedingten Beanspruchung abhängig (siehe Tabelle 1).

Die Beschreibung der Kornformverteilung wird nur in Sonderfällen vorgenommen und erfolgt durch Angabe der Massenanteile der von Hand nach den genannten Kornformen unterteilten Fraktionen.

Eine quantitative Unterteilung der Kornform nach dem Verhältnis von Länge zu Dicke von Schüttgütern ist in DIN 52 114 beschrieben; sie ist in der Steinkohlenaufbereitung bisher nicht üblich.

3.3 Wassergehalt

Der Wassergehalt (Gesamtwassergehalt) setzt sich aus Oberflächenwassergehalt und Hygroskopischer Feuchtigkeit zusammen. Die Bestimmung erfolgt nach DIN 51 718.

Zur verfahrenstechnischen Beurteilung dienen Gesamt- und Oberflächenwassergehalt der Körnung < 10 mm.

3.4 Aschegehalt und Korndichte-Verteilung

Der Aschegehalt eines Aufbereitungsgutes wird für die einzelnen Körnungsbereiche getrennt nach DIN 51 719 bestimmt. Der mittlere Aschegehalt kann nichts über die Sortierbarkeit aussagen, dafür wäre eine Verteilung der Aschegehalte der Einzelkörner geeignet. Diese ist streng genommen nur durch das Bestimmen der Aschegehalte der Einzelkörner zu ermitteln. Die Aschegehalte korrelieren weitgehend mit Dichte und Benetzbarkeit. Daher werden in Anlehnung an betriebliche Sortierverfahren in der Körnung über 0,5 mm die Aschegehalte der Dichtefraktionen und in der Körnung unter 0,5 mm der Flotationsfraktionen bestimmt (siehe Abschnitt 3.7).

Die Korndichte-Verteilung eines Gutes ergibt sich aus den Ergebnissen der Schwimm- und Sinkanalyse nach DIN 22 018. Im Feinstkornbereich wird die Ascheverteilung durch Flotationsanalyse (Norm in Vorbereitung) ermittelt.

Die Korndichte-Verteilung wird in der Dichtekurve und die Ascheverteilung in Verwachsungskurven graphisch dargestellt. Im Verwachsungskurvenbild sind beide Verteilungen gemeinsam aufgeführt. In der Steinkohlenaufbereitung werden die Verwachsungskurvenbilder nach Henry-Reinhardt und nach Mayer verwendet (siehe Anhang A).

Für die verfahrenstechnische Beurteilung ist eine Darstellung des gesamten Gutes erforderlich, während es für die rohstoffliche Beurteilung aus Gründen der Vergleichbarkeit zweckmäßig sein kann, nur die bergfreie Substanz unterhalb einer Dichte von beispielsweise $1,9 \text{ kg/dm}^3$ auf 100 % Massenanteile zu beziehen und darzustellen. Hiermit werden unter Verzicht auf einen variablen Bergetrennschnitt die analytischen Ausbringen (und Aschegehalte) für Rein-

Tabelle 1. Vorkommen der wichtigsten Kornformen im Aufbereitungsgut

plattig-flach	stengelig-splitterig	kubisch-würfelig
Vornehmlich verwachsene Kohle, verdrückter Schiefert, dünnbankiges sandiges Nebengestein	Verwachsene, verdrückte, häufiger glanzstreifige Kohle oder reine Glanzkohle, engschlehtiger Schiefert und Sandschiefert, verdrückter Schiefert	Kohle, besonders Mattkohle und mattstreifige Kohle, um so eher, je geringer der Inkohlungsgrad ist. Sandstein oder Sandschiefert, vornehmlich bei dickbankigem Nebengestein

kohle und Verwachsenes, auf die bergfreie Substanz bezogen, direkt ablesbar. In den Formblättern A.2 und A.5 sind beide Darstellungsarten berücksichtigt.

Die Dichtekurve ist eine graphische Darstellung der Dichteverteilung eines Gutes in Form einer Summenkurve, die für jede Trenndichte das Ausbringen an Schwimm- und Sinkgut angibt. Sie ist beispielhaft als D-Kurve in den Verwachsungskurvenbildern einer Rohfeinkohle mit und ohne Berücksichtigung der Reinberge in den Formblättern A.2 bis A.5 des Anhangs A dargestellt. Die zugehörigen Zahlenwerte sind den Spalten b und f des Formblattes A.1 (Anhang A) zu entnehmen.

Die Ergebnisse von Flotationsanalysen (Norm in Vorbereitung) werden entsprechend im Verwachsungskurvenbild nach Mayer dargestellt.

Als weiterer Kennwert zur Beschreibung und Beurteilung der Korndichteverteilung, insbesondere hinsichtlich der Beurteilung der Sortiereigenschaften, wird der Grenzkornanteil ermittelt. Dieser Grenzkornanteil (für $(\varrho_t \pm 0,1) \text{ kg/dm}^3$) wird aus der Verwachsungskurve für die vorgesehene Trenndichte ϱ_t abgelesen. Ein Vergleich der Grenzkornanteile in verschiedenen Gütern ist nur für gleiche Trenndichten bei gleichen Dichtebereichen dieser Güter sinnvoll.

3.5 Gehalte an Schwefel und anderen Elementen

Einige in der Rohkohle enthaltene Elemente sind für die Aufbereitung von Bedeutung, da sie als Bestandteile der Erzeugnisse aus Gründen des Umweltschutzes bestimmte Maximalanteile nicht überschreiten dürfen. Unter diesen Elementen spielt der Schwefel eine besondere Rolle.

Ein Teil des Schwefels ist organisch gebunden Bestandteil der Kohlesubstanz.

Der restliche Anteil des Schwefels ist zum überwiegenden Anteil im Schwefelkies enthalten, der entweder während der Flözbildung sedimentiert (syngenetischer Schwefelkies) oder nach der Flözbildung in Klüfte und Schichten eingedrungen und auskristallisiert ist (epigenetischer Schwefelkies). Nur ein sehr geringer Anteil des Schwefels liegt als Sulfid oder Sulfat vor.

Da es kein Verfahren zur Fraktionierung einer Kohle nach den Anteilen an Schwefel oder anderen Elementen gibt, ist die Ermittlung der Verteilung von Schwefel und anderen Elementen, vergleichbar der Ascheverteilung, nicht möglich. Statt dessen werden die Gehalte an Schwefel und anderen Elementen erforderlichenfalls von den bei Sieb-, Dichte- und Flotationsanalysen anfallenden Fraktionen bestimmt.

3.6 Verwachsungsart und -grad

Der Anteil an Verwachsenem eines Gutes (siehe Abschnitt 3.4) bestimmt den Anfall an Zwischengut bei der betrieblichen Trennung.

Die Verwachsungsart eines Gutes zeigt die Möglichkeit eines Aufschlusses und wird an Rohkohlen oder an stark verwachsenen Teilprodukten der Aufbereitung untersucht. In Bild 1 ist beispielhaft ein Verarbeitungsplan dargestellt, bei dem ein Aufschließen des in der Probe enthaltenen verwachsenen Gutes durch Zerkleinerung auf eine obere Korngröße von 10 mm, 3,15 mm und 1 mm vorgesehen ist. Hierbei sollen die aufgeschlossenen Güter über 0,5 mm bei Trenndichten abgeschwommen werden, die den betrieblichen Trenndichten etwa entsprechen.

Flotationsanalysen des aufgeschlossenen Gutes unter 0,5 mm geben Auskunft über den Aufschluß im Feinstkornbereich. Nach Vorliegen der Flotationskurven ist entsprechend den vorgegebenen Grenzaschegehalten eine Unterteilung des Feinstkorns in Reinkohle, Verwachsenes und Reinberge vorzunehmen.

Erkenntnisse über Verwachsungsart und -grad von Steinkohle werden ferner durch mikroskopische Untersuchun-

gen (Mineralverteilungsanalyse) nach DIN 22 020 Teil 1 gewonnen. Sie können bei sehr innigen und fein verteilten Verwachsungen bereits die Möglichkeit eines Aufschlusses von vornherein ausschließen, so daß sich eine Untersuchung nach dem in Bild 1 aufgeführten Verarbeitungsplan erübrigt.

3.7 Flotationsverhalten

Für die Sortierung des Rohfeinstkorns < 0,5 mm ist die Flotation das vorherrschende Verfahren. Die Beurteilung des Rohfeinstkorns im Hinblick auf die Anwendbarkeit der Flotation kann nicht mit Hilfe von Schwimm- und Sinkanalysen geschehen, weil bei der Flotation nicht die Korndichte das Trennmerkmal ist, sondern die durch Reagenzien in weiten Grenzen beeinflussbare Benetzbarkeit der Körner. Darüber hinaus werden Schwimm- und Sinkanalysen bei sehr feinen Körnern zunehmend ungenau, wenn man nicht einen außergewöhnlichen Aufwand betreibt.

Aus diesen Gründen nutzt man zur Beurteilung des Flotationsverhaltens standardisierte Flotationsversuche (Norm in Vorbereitung) mit Darstellung der Ergebnisse als Verwachsungskurven nach Mayer. Zur Beurteilung ist ferner die Kenngröße „Anreicherungsgrad K_N “ (siehe DIN 23 006 Teil 3) geeignet.

Das Ergebnis der Flotationsanalyse ist von einer Vielzahl von Einflußgrößen abhängig, wie beispielsweise Korngrößenverteilung des Aufgabegutes, Verteilung des Aschegehaltes auf die Kornklassen, Art der Ascheträger in den Kornklassen, Verwachsungsart und -umfang, Inkohlungsgrad und Zusammensetzung nach Maceralen. Schließlich kann länger gelagerte Kohle oder solche aus oberflächennahen Abbauen durch Oxidation der Oberfläche ein verändertes Flotationsverhalten aufweisen. Aus allen diesen Gründen dürfen Ergebnisse von Flotationsanalysen verschiedener Teilproben (z. B. zweier Kornklassen oder von Proben zweier Kohlenarten, die man in der Praxis gemeinsam verarbeiten will) nicht rechnerisch gemittelt werden.

Will man prüfen, inwieweit das Ergebnis einer Flotationsanalyse durch im Aufgabegut noch enthaltene verwachsene Anteile beeinflusst wurde, so kann man von den Flotationsprodukten nach Zerlegung in Kornklassen Schwimm- und Sinkanalysen ausführen und deren Ergebnisse nach Anhang A auswerten oder Körnerschliffe nach DIN 22 020 Teil 2 anfertigen und diese mikroskopisch untersuchen. Zur Klärung der Ursachen eines möglicherweise unbefriedigenden Flotationsergebnisses genügt oft die Anfertigung von Sieb-Asche-Analysen der Produkte, da Fehlausträge meistens im gröbsten und im allerfeinsten Korngrößenbereich auftreten.

3.8 Zerfallsneigung

Die Zerfallsneigung eines Gutes ist im wesentlichen abhängig von der dem Abbau vorangegangenen und mit dem Abbau einhergehenden Gebirgsbeanspruchung, der Inkohlung der Kohle, der Beschaffenheit der Mineralstoffe, dem Oberflächenwassergehalt und der vor der Untersuchung stattgefundenen mechanischen Beanspruchung durch Gewinnung, Transport, Bunkerung, Aufbereitung und Verladung.

Die Zerfallsneigung gibt in Verbindung mit dem Bergegehalt Hinweise auf das Verhalten des Gutes bei gewollter und ungewollter Zerkleinerung. Sie eignet sich jedoch nicht zur Vorausberechnung eines Zerkleinerungsergebnisses.

Die Bestimmung der Zerfallsneigung wird nach BB 22 016 durchgeführt.

Ferner wird die Zerfallsneigung durch Wassereinwirkung beeinflusst, das gilt insbesondere für tonhaltige Berge; ein Bestimmungsverfahren hierfür wird z. Z. bearbeitet.

Tabelle 2. Rohstoffliche Einflüsse auf die Aufbereitbarkeit

Aufbereitungsvorgänge	Korn- größen- ver- teilung	Korn- form- ver- teilung	Wasser- gehalt	Asche- gehalt und Aschever- teilung *)	Schwefel und andere Elemente	Verwach- sungsart und -grad	Flota- tions- verhalten	Zerfalls- neigung	Gleich- mäßig- keit
Klassieren mittels									
Sieb, trocken	×	×	×	×				×	×
Sieb, naß	×	×						×	×
Sichter	×	×	×					×	×
Entschlämmer	×	×						×	×
Sortieren mittels									
Schwertrübscheider	×			×	×	×		×	×
Setzmaschine, naß	×	×		×	×	×			×
Flotation	×			×	×	×	×		×
Trennen von Feststoff und Wasser	×			×					×
Zerkleinern	×	×	×						×
Aufschließen	×	×	×	×	×	×		×	×
Transportieren, Bevorraten, Dosieren, Mischen	×	×	×					×	×
*) Insbesondere: tonige Ascheträger im Feinstkorn									

3.9 Gleichmäßigkeit

Die Gleichmäßigkeit von Eigenschaften eines aufzubereitenden Gutes, insbesondere hinsichtlich Korngrößenverteilung, Wassergehalt sowie Korndichte- und Kornascheverteilung beeinflusst neben der Gleichmäßigkeit der Menge ganz erheblich den Durchsatz der Aufbereitungsanlage, die Trennschärfe und das Ausbringen sowie die Gleichmäßigkeit der Teil-, Zwischen- und Enderzeugnisse.

Die Gleichmäßigkeit wird nach DIN 23 006 Teil 6 ermittelt.

3.10 Sonstige Rohstoffeigenschaften

Zu den sonstigen Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung zählen:

- Farbe
- Wasseraufnahmevermögen
- magnetisches Verhalten
- Reflexions- und Absorptionsvermögen von Strahlungen
- Verhalten im elektrischen Feld
- Zerkleinerungsverhalten
- Fließverhalten
- Gleitwiderstand

Anmerkung: Für die Definition dieser Rohstoffeigenschaften der Steinkohle besteht nach dem derzeitigen Stand der Technik keine Notwendigkeit der Normung.

4 Beurteilung der Rohstoffeigenschaften für die Aufbereitung

Das Aufbereitungsergebnis wird nicht nur von den Rohstoffeigenschaften, sondern auch von zahlreichen anderen betriebsbedingten und maschinellen Größen beeinflusst. Dabei sind die übrigen genannten Einflußgrößen wiederum teilweise von den Rohstoffeigenschaften abhängig. Nur eine begrenzte Anzahl der Rohstoffeigenschaften läßt sich in Kennwerten quantifizieren. Aus diesen Gründen ist man im allgemeinen auf eine verbale Beschreibung der Zusammenhänge angewiesen. In einigen Teilbereichen ist die mathematische Beschreibung der Zielgrößen als Funktion wesentlicher Einflußgrößen mit den Verfahren der Regressionsrechnung möglich (Beispiel: Ergebnisse der Sichtung in Abhängigkeit der Rohstoffeigenschaften des Aufgabegutes).

Angaben über die rohstofflichen Einflüsse auf die Aufbereitbarkeit sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Einzelheiten über die Art des Zusammenhanges zwischen Rohstoffeigenschaften und den Ergebnissen der Aufbereitungsteilverfahren sind aus dem Schrifttum [1], [2], zu ersehen.