

**A Miskolci Egyetem
Műszaki Földtudományi Kar
Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola**

A doktori iskola vezetője:
Prof. Dr. Lakatos István egyetemi tanár, az MTA rendes tagja
A doktori iskola alapítója:
Dr. h.c.mult. Dr. Kovács Ferenc egyetemi tanár, az MTA rendes tagja

**Anforderungen an die Lagerstättenerkundung und
–bewertung zur optimierten Betriebssteuerung einer
kohlenqualitätsorientierten Kraftwerksbekohlung bei der
Mátra Kraftwerke G.AG**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Szerző:

Markus Kosma
okleveles bányamérnök

Kutatóhely:

Miskolci Egyetem
Műszaki Földtudományi Kar
Bányászati és Geotechnikai Intézet

Tudományos vezetők:

Dr. Janositz János
a műszaki tudomány kandidátusa
tudományos főmunkatárs
Dr. hc.mult. Dr. Kovács Ferenc
MTA rendes tagja

Anforderungen an die Lagerstättenerkundung und -bewertung zur
optimierten Betriebssteuerung einer kohlequalitätsorientierten
Kraftwerksbekohlung bei der Mátra Kraftwerke G.AG

1	Einleitung	4
2	Integrierte Braunkohleverstromung bei der Mátra Kraftwerke G.AG	6
2.1	Geologie der Braunkohlenlagerstätten	7
2.1.1	Geologie der Lagerstätte Visonta	7
2.1.2	Geologie der Lagerstätten Bükkábrány	12
2.2	Abbauführung und Tagebautechnik	16
2.2.1	Tagebau Visonta	16
2.2.2	Tagebau Bükkábrány	18
2.3	Kraftwerk Visonta	19
3	Entwicklungsstrategie der Mátra Kraftwerk G.AG	22
3.1	energiewirtschaftliche und umwelt-/energiepolitische Rahmenbedingungen der Entwicklungspolitik	22
3.2	Strategie der zukünftigen Kraftwerksentwicklungen	24
3.3	Strategie der zukünftigen Tagebauentwicklungen	25
4	Erfolgskritische Faktoren für eine qualitätsorientierte Kraftwerksbekohlung	26
4.1	Kohleeigenschaften und ihre Wirkung im Verbrennungsprozess des Kraftwerkes	26
4.2	Wirkung der Abbau- und Gewinnungstechnologie auf die Qualitätseigenschaften der Kohle	27
4.3	Informationsbedarf für eine qualitätsorientierte Betriebssteuerung	28
5	Analyse der Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften der Lignitflöze	29
5.1	Lagerstättenerkundung und –bewertung	29
5.2	Ziel und Methodik der Untersuchung	31
5.3	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Aschegehalt und der Dichte der Lignitflöze auf Basis der Bohrkerndaten	33
5.4	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Heizwert und der Dichte auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten	38
5.5	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Aschegehalt und dem Heizwert auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten	42
5.6	Analyse der Abhängigkeiten zum Schwefelgehalt auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten	47
5.6.1	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Schwefelgehalt und dem Aschegehalt auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten	48

5.6.2	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Schwefelgehalt und dem Heizwert auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten	51
5.6.3	Analyse der Abhängigkeiten zum Schwefelgehalt der auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten im Abbaufeld Bükkábrány	54
5.7	Analyse der Abhängigkeiten zum Wassergehalt auf Basis der Schlitzprobedaten.....	57
5.7.1	Analyse des Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt und dem Aschegehalt.....	57
5.7.2	Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Wassergehalt und dem Heizwert	59
5.7.3	Änderung des Wassergehaltes in Abhängigkeit des Aschegehaltes und des Heizwertes	60
6	Möglichkeiten zur Optimierung der kohlequalitätsorientierten Betriebssteuerung	62
6.1	tagebauseitige Optimierungspotentiale.....	63
6.2	Kraftwerksseitige Optimierungspotentiale.....	65
7	Zusammenfassung Hiba! A könyvjelző nem létezik.	
8	Quellenverzeichnis	69

1 Einleitung

Weltweit kommt den fossilen Energieträgern insbesondere aufgrund des durch eine wachsende Weltbevölkerung weiterhin ansteigenden Energiebedarfs auf absehbare Zeit eine bedeutende Rolle bei der Deckung des Primärenergiebedarfs zu. Nahezu alle renommierten Studien und Gutachten gehen in ihren Prognosen davon aus, dass Erdöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle ihren Anteil an der Primärenergieversorgung bei insgesamt wachsendem Primärenergiebedarf beibehalten werden und sich insoweit der Beitrag der fossilen Energieträger absolut erhöhen wird. [1]

Stein- und Braunkohle sind die sowohl in Bezug auf die verfügbaren Ressourcen als auch in Bezug auf die regionale Verbreitung am häufigsten vorkommenden fossilen Energieträger. Die Reserven der wirtschaftlich gewinnbaren Stein- und Braunkohlevorkommen werden mit rd. 780 Mrd. t SKE abgeschätzt, die aufgrund ihrer weltweiten Verteilung in der Förderung (Weltweit rd. 4,9 780 Mrd. t SKE/a) und damit auch hinsichtlich der Preisentwicklung geringeren geopolitischen Risiken ausgesetzt sind als die auf wenige Länder konzentrierte Erdöl- und Erdgasgewinnung [1]. Da diese langfristig eine insgesamt rückläufige Tendenz zeigen werden, kann der Stein- und Braunkohle auf Basis der bereits heute verfügbaren Technologien der Kohlevergasung (Col to Gas = CtG) und -verflüssigung (Coal to Liquid = CtL) zudem eine substituierende Rolle zukommen.

Wesentliches Einsatzgebiet für Stein- und Braunkohlen ist jedoch die Stromerzeugung, Etwa 40 % der weltweiten und rd. 27 % der europäischen Stromerzeugung werden durch diese Energieträger gedeckt. Und auch in Ungarn basiert rd. 17 % der jährlichen Stromerzeugung (rd. 34 TWh/a) auf Kohle. Abgesehen von der rd. 1 Mio. t umfassenden, mittelfristig auslaufenden untertägigen Steinkohleförderung der Vértess Kraftwerke G.AG wird die Kohlegewinnung und -verstromung in Höhe von r. 8 bis 8,5 Mio. t/a bzw. 5.700 TWh/a auf Basis von Braunkohle/Lignit durch die Mátra Kraftwerke G.AG erbracht.

Dabei unterliegt auch die Stromerzeugung in Ungarn zunehmend den sich ändernden Marktbedingungen der europäischen Energiewirtschaft, die insbesondere durch die europäischen Zielsetzungen zur Senkung des CO₂-Ausstoßes und den Ausbau regenerativer Energien geprägt ist. Diese bleiben nicht ohne Auswirkungen auf den Kraftwerkseinsatz, der zur Gewährleistung einer wettbewerbsfähigen und klimaschonenden Kohleverstromung zukünftig beispielsweise durch eine wachsende Einspeisung un stetiger regenerativer Energien flexibler auf Lastschwankungen im Stromnetz reagieren muss und zur Verringerung der CO₂-Exposition auch Biomasse oder andere Brennstoffe, wie z.B. Abfälle in der Mitverbrennung einsetzt.

Bestimmend für die erzeugungsseitige Betriebssteuerung des Kraftwerks bleibt dabei der eingesetzte Hauptbrennstoff Kohle. Im Sinne einer Optimierung der Stromerzeugung mit maximaler Auslastung des Kraftwerks zu minimalen Betriebskosten ist daher auch bei der Mátra Kraftwerke G.AG die kohlequalitätsorientierte Kraftwerksbekohlung durch eine ausgeprägte Integration von Tagebau- und Kraftwerkseinsatzplanung auf Basis der Kohlequalitätsparameter weiterzuentwickeln.

Die Grundlage hierfür bilden die Lagerstätten, die im Falle der Mátra Kraftwerke G.AG durch umfangreiche Untersuchungsbohrungen mittels Bohrkerne direkt bzw. geophysikalische Bohrlochmessungen indirekt erkundet sind. Darüber hinaus erfolgt im Zuge der Abbauentwicklung eine Schlitzbeprobung der freigelegten Flözpartien mit anschließender Qualitätsanalyse der Kohlen.

Auf der Grundlage im Auftrag der Mátra Kraftwerke G.AG durchgeführter Untersuchungen der Universität Miskolc wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit mögliche Zusammenhänge ermittelter Kohlequalitätsparameter (Heizwert, Aschegehalt, Wassergehalt, Schwefelgehalt und Dichte) sowohl der Bohrkerne als auch der Schlitzproben für die Abbaufelder Visonta und Bükkábrány mit im Regressionsverfahren analysiert, um Schlussfolgerungen zur Verbesserung der Lagerstätten erkundung und -bewertung sowie Ansatzpunkte zur Optimierung der kohlequalitätsorientierten Betriebssteuerung abzuleiten.

2 Integrierte Braunkohleverstromung bei der Mátra Kraftwerke G.AG

Die Mátra Kraftwerk geschlossene Aktiengesellschaft zählt mit einem Marktanteil von rd. 15 % zu den führenden Stromerzeugungsgesellschaften Ungarns. Das am Standort Visonta Anfang der 70er Jahre errichtete Kraftwerk verfügt über insgesamt fünf staubgefeuerte Braunkohleblöcke sowie zwei Anfang 2007 in Betrieb genommene Vorschaltgasturbinen, so dass sich die installierte Kraftwerkskapazität auf insgesamt 930 MW summiert. Die aus den konventionellen 2 x 100 MW Blöcken und 3 x 212 MW Blöcken überwiegend im Grundlastbetrieb erzeugte, durch eine Rauchgasreinigung voll entschwefelte Strommenge beläuft sich auf insgesamt 5.700 GWh/a. Mit den beiden Vorschaltgasturbinen der Leistungsklasse 30 MW können bei einem Betriebszyklus im Mittellastbereich (rd. 5.500 Bh/a) in Verbindung mit der Leistungserhöhung der Altanlagen durch die Abwärmenutzung und die durchgeführte Erhöhung der Kühlleistung (insgesamt 2 x 20 MW) eine Strommenge von rd. 560 GWh/a erzeugt werden.

Die in der Verstromung eingesetzte Kohle (Lignit) wird in der gesellschaftseigenen Tagebauen Visonta und Bükkábrány gewonnen, deren Produktionsniveau bei rd. 8 bis 8,5 Mio. t Lignit und einer dem aktuellen durchschnittlichen Abraum : Kohle-Verhältnis entsprechender Abraumbewegung von bis zu 60 Mio. m³ liegt.

Bei einem Stromabsatz von rd. 5.600 GWh, der zu überwiegend der öffentlichen Versorgung dient und zu rd. 5-10 % dem Wettbewerbsmarkt bereitgestellt wird und mit 10den anderen Utility-Aktivitäten der Mátra – wie der Grünstromerzeugung, der Abfall-Mitverbrennung, der Verkauf von Rohkohle, REA-Gips und Asche sowie den Stromhandelstätigkeiten wurden im Jahr 2010 mit einer Belegschaft von rd. 2.350 Mitarbeiter ein Umsatz von nahezu 95 Mrd. HUF und ein Ergebnis vor Steuern von über 22 Mrd. HUF erwirtschaftet. [2]

Die Kerntätigkeit und auch die verfolgte Entwicklungsstrategie der Gesellschaft ist dabei auf eine umweltverträgliche und flexible sowie langfristig kalkulierbare und wettbewerbsfähige Stromerzeugung auf Basis der heimischen Energiequelle Braunkohle ausgerichtet, mit dem Ziel auch zukünftig einen wesentlichen Beitrag für eine nachhaltige Energieversorgung in einem wachsenden und wettbewerbsorientierten Strommarkt zu leisten.

Der ungarische Primärenergieverbrauch von nahezu 1.100 PJ wird im Wesentlichen durch Gas (43%) und Öl (12%) gedeckt. Demgegenüber machen Kohle und Kernenergie nur jeweils rd. 12-13% des Bedarfs aus. Während der Öl- und Gasverbrauch zu rd. 80% aus Importen gedeckt werden muss, basiert die Kohleversorgung zu nahezu 100% auf einer heimischen Produktion [3]. Da Lignit rd. 85% der Reserven an verfügbaren festen Brennstoffen ausmacht, kommt der zukünftigen Nutzung dieses heimischen Energieträgers auch eine strategische Bedeutung zu.

Die Braunkohleressourcen Ungarns von rd. 9 Mrd. t sind tertiärer Ursprungs und auf die Regionen Transdanubien sowie Nord- und Nordost-Ungarn konzentriert. [4]

Nach einem kontinuierlichen Rückgang der ungarischen Kohleförderung aufgrund der Stilllegung veralteter Kraftwerkeinheiten hat sich die Kohlegewinnung nunmehr auf einem Niveau von rd. 9 Mio. t/a Kohle stabilisiert, die nahezu ausschließlich in der Stromerzeugung eingesetzt wird.

Die Förderung verteilt sich zu 8,0-8,5 Mio. t/a auf die Mátra und zum anderen auf den Tiefbaubetrieb Márkushegy. Das Produktionsniveau in diesem Bergwerk von 1 Mio. t/a zur Versorgung des Kraftwerkes Oroszlány der Vértess Kft. läuft jedoch mit Einstellung der staatlichen Beihilfen voraussichtlich in 2014 aus.

Eine Erschließung der übrigen Kohlefönder Ungarns ist auch aufgrund der in europäischem Vergleich nachteiligen Lagerstättenbedingungen nicht zu erwarten.

Dementsprechend wird sich die Kohleförderung Ungarns zukünftig auf die beiden Abbaufelder Visonta und Bükkábrány der Mátra Kft. konzentrieren.

2.1 Geologie der Braunkohlenlagerstätten

Die Braunkohlenlagerstätten Visonta und Bükkábrány liegen im Nordosten Ungarns südlich des Mátra bzw. des Bükk Gebirges. Beide Lagerstätten sind limnologischen Ursprungs, deren Braunkohleflöze während des Tertiärs zur Zeit des Pliozäns (vor ca. 2 bis 5 Mio. Jahren) entstanden sind. Großräumig sind die Braunkohleformationen dem Pannonischen Becken zuzuordnen.

Die erschlossenen Lagerstättenbereiche in Visonta und Bükkábrány erstrecken sich über insgesamt rd. 25 km² bzw. 57 km² und verfügen über einen restlichen Kohlevorrat von aktuell jeweils knapp 400 Mio. t. Sie gehören damit zu den bedeutendsten Kohlevorkommen Ungarns.

2.1.1 Geologie der Lagerstätte Visonta

Orientiert an der Topographie sowie der Versorgungs-, Verkehrs- und Siedlungsinfrastruktur ist die Lagerstätte Visonta in vier Abbaufelder untergliedert (Abbildung 1).

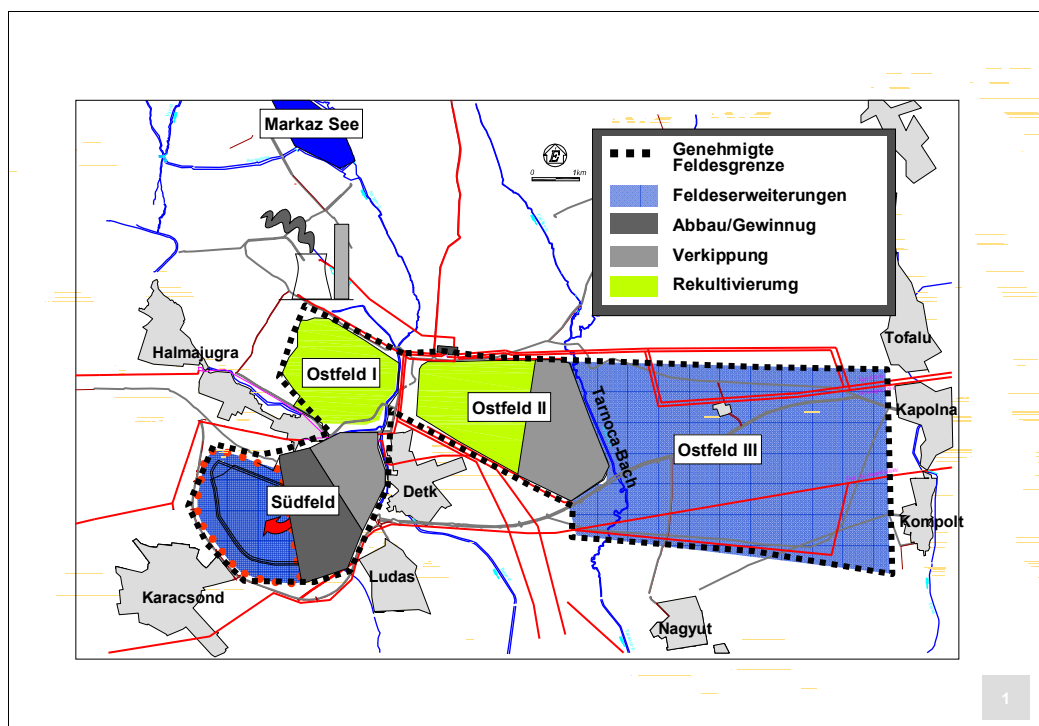


Abbildung 1: Abbaufelder der Lagerstätte Visonta

Östlich dieses Baches schließt das Abbaufeld Visonta Ost III an, dessen West-Ost-Ersteckung bis an das Siedlungsband der Ortschaften Tófalva, Kápolna und Kompolt rd. 6 km misst. Die Nord-Süd-Ersteckung beläuft sich auf rd. 3 km im Westen und rd. 4 km im Osten und ergibt sich aus dem Verlauf einer Hochspannungsfreileitung im Norden und dem Auskeilen der Flöze in südlicher Richtung.

Die Untersuchungsbohrungen wurden im Kernbohrverfahren mit anschließender geophysikalischer Vermessung abgeteuft. Der Kerngewinn beträgt 95-100 % für die Kohlenflöze und 70-85 % für die Deckgebirgsschichten. Als Messverfahren wurden verschiedene Widerstandsmessungen, Messung der natürlichen Radioaktivität, teilweise Neutronlog (Porosität) und Dichte- mit Kalibermessung eingesetzt.

Die Flöze im Abbaufeld in Visonta gehören der Braunkohlenformation „Mátraalja“ an. Die Flözfolge umfasst insgesamt 6 Kohleflöze von unterstem Flöz III bis zum obersten Flöz -2. Aufgrund der Flözmächtigkeiten und –ausbildung bzw. der angelegten Kriterien für die Bauwürdigkeit der Flöze (Mächtigkeit > 1m; Heizwert > 5.500 KJ/kg) werden überwiegend die Flöze 0, I und II abgebaut (Abbildung 2).

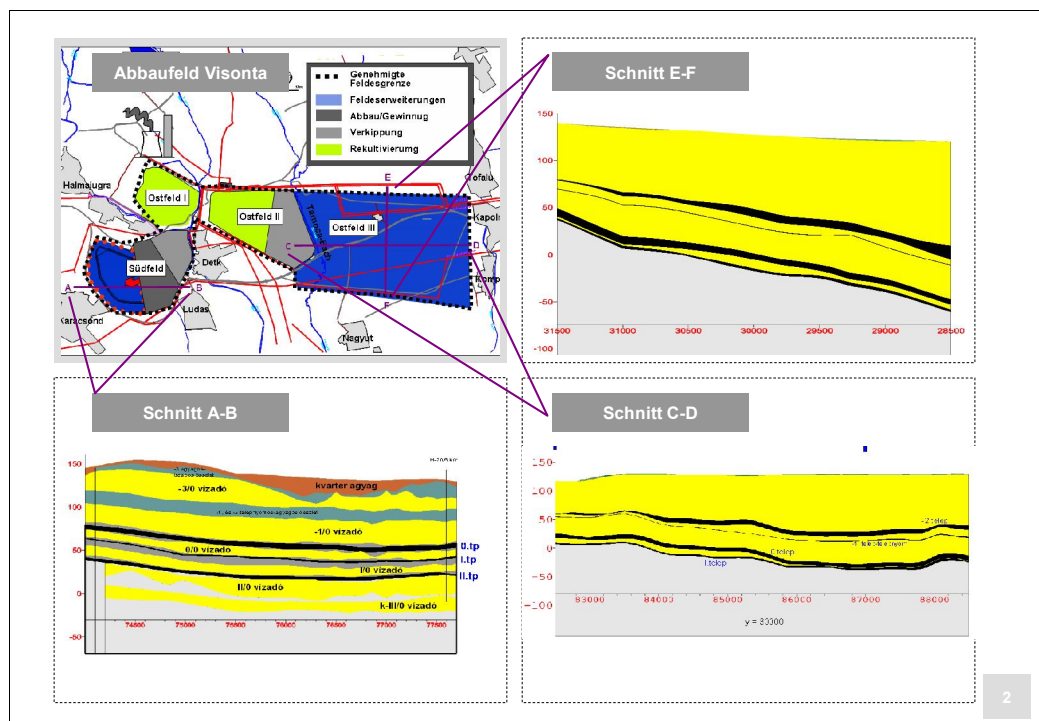


Abbildung 2: Geologie der Lagerstätte Visonta

Im **Abbaufeld Süd** besitzt das oberste bauwürdige Flöz 0 Mächtigkeiten von 4,5-6,0 m ($\varnothing$ ca. 5,0 m) und ist fast im ganzen Feld verbreitet. Lediglich im westlichen Bereich fehlt das Flöz vollständig oder ist nur in Spuren zu beobachten. Im südwestlichen und südöstlichen Bereich ist im oberen Teil des Flözes ein Bergemittel mit 0,5-1,9 m Mächtigkeit eingeschaltet. Die darüber anstehende Flözbank weist Mächtigkeiten $< 1,0$ m auf und wurde deshalb als unbauwürdig eingestuft.

Im Abstand von ca. 10-15 m folgt unter Flöz 0 das Flöz I. Dieses Flöz ist im gesamten zum Abbau vorgesehenen Abbaubereich verbreitet. Die Mächtigkeit ist im allgemeinen gering und schwankt meist zwischen 1,5 und 2,5 m ($\varnothing$ 1,9 m). Es treten keine Bergemittel auf.

Das nächst tiefer liegende Flöz ist das Flöz Ia. Der Abstand zum im Hangenden anstehenden Flöz I beträgt 3,0-7,0 m, zu dem im Liegenden anstehenden Flöz II ca. 12-20 m. Das Flöz Ia ist zwar im gesamten Gebiet verbreitet, wird jedoch wegen der sehr geringe Mächtigkeit (fast vollständig $< 1,0$ m) bei der Ermittlung des Kohlevorrates nicht berücksichtigt, jedoch stellenweise bei entsprechendem Heizwert und Mächtigkeiten über 0,5 m im Sonderbetrieb mit Kleingeräte mitgewonnen.

Das tiefste Liegende bildet das Flöz II. Es ist ebenfalls im gesamten Bereich verbreitet; die Mächtigkeit schwankt zwischen 3,0 und 6,0 m ($\varnothing$ 4,0 m). Im nördlichen Teil sind zwei geringmächtige (0,5-0,8 m) Bergmittel eingelagert.

Die Gesamtmächtigkeit der Flöze 0, I und II beträgt ca. 10-12 m. Die Flöze 0, I/Ia und II werden i.a. von tonig/schluffigen Schichten über- und unterlagert. Zwischen den Kohle/Ton-Schichten sind meist wenige Meter bis 10 m mächtige Sandsteinschichten eingelagert. Die sandige Schichtpartie zwischen dem Flöz I/Ia und II ist von größerer lateraler Ausdehnung, im Gegensatz dazu ist das Sandpaket zwischen den Flözen 0 und I in Teilbereichen nicht vorhanden. Hier ist das gesamte Zwischenmittel aus tonig/schluffigen Schichten aufgebaut. Die Gesamtmächtigkeit der Flözserie 0/II, inklusive der Sand- und angrenzenden Tonschichten, bewegt sich zwischen 40-50 m.

Über der Flözserie 0/II stehen zunächst ca. 15-25 m mächtige sandige Schichten an. Darüber folgt die überwiegend aus tonig/schluffigen Schichten mit eingelagerten Sandschichten aufgebaut Flözserie -2/-1 (ca. 15-25 m). Die Flöze sind allerdings nur in Spuren bzw. in geringer Mächtigkeit verbreitet.

Oberhalb der Flözserie -2/-1 stehen zunächst überwiegend sandige Schichten (20-30 m) mit Ton/Schluff-Schichten an. Den Abschluss bildet die quartäre Schichtenfolge. Hier ist die Mächtigkeit meist ca. 5-15 m, stellenweise bis knapp über 30 m. Im NO-Bereich baut sich das Quartär aus umgelagerten, verwitterten Andesittuff auf, ansonsten ist eine heterogene Schichtenfolge aus Kalkton, Geröllton sowie schluffigem Ton zu beobachten. Die quartären Schichten liegen den pliozänen Schichten in Erosionsdiskordanz auf.

Innerhalb der sandigen Deckgebirgsschichten über dem Flözkomplex 0/II treten zu Sandsteinen verfestigten Schichten auf, die wahrscheinlich an Ort und Stelle durch Ausfällung von CaCO_3 aus bikarbonatübersättigtem Sickerwasser aus dem überlagerndem Quartär entstanden sind. Die unregelmäßig verbreiteten Sandsteinbänke haben Mächtigkeiten zwischen 0,2 und 0,3 m, zu rd. 20% Mächtigkeiten zwischen 0,3 und 0,5 m. Bereichsweise sind jedoch auch Mächtigkeiten von 0,5-1,6 m sogar > 5 m zu beobachten. Die Gesamtmächtigkeit der Sandstein führenden Sequenz bewegt sich zwischen 0 und 60 m.

Das Einfallen der Schichten (tiefstes Liegendes) schwankt generell von 0,5° bis 2,5° in Richtung Süd bis Südost. Verwerfungen sind nicht vorhanden. Die Tagebautiefe bewegt sich zwischen 80 m im Norden und 130 m in der Mitte des Abbaubereiches.

Auch im **Abbaufeld Ost III** wird der überwiegende Teil des Lagerstättenvorrates von der Flözserie 0/II gebildet (vgl. Abbildung 2).

Allerdings sind die Flöze durch mächtigere Zwischenmittel bereichsweise in eine Unter- und Oberbank aufgespalten, die stellenweise noch zusätzlich Bergemittel enthalten. Außer der zuvor genannten Flözserie ist die Flözserie -2/-1 zumindest mit einem bauwürdigen Flöz verbreitet, welches ca. 25% des Kohlevorrates ausmacht.

Das tiefste Liegende bildet auch hier das Flöz II. Das Flöz II ist durch ein 0,5-9,7 m mächtiges Bergemittel in eine Ober- und Unterbank getrennt. Der untere Abschnitt ist etwas mächtiger (1,0-4,5 m) als der obere Abschnitt. Der obere Abschnitt ist außerdem nur stellenweise verbreitet.

Über dem Flöz II folgt im Abstand von meist 5-15 m das Flöz Ia. Die Mächtigkeit liegt meist unter 1,0 m. Nur stellenweise sind größere Mächtigkeiten bis meist 1,5 m (max. 2,8 m) in den Untersuchungsbohrungen festgestellt worden.

Das nächst höher anstehende Flöz I ist wiederum durch eine 0,5-2,7 m mächtiges Bergemittel in Ober- und Unterbank geteilt. Die Oberbank ist in größeren Gebieten mit bauwürdigen Mächtigkeiten verbreitet. Die Mächtigkeit der Unter- und Oberbank bewegt sich jeweils zwischen 1,0 und 1,85 bzw. 1,0 und 3,0 m.

Durch eine meist wenige Meter bis 10 m mächtiges Zwischenmittel getrennt, folgt nun das oberste Flöz der Flözserie 0/II – Flöz 0. Im Gegensatz zum Abbaufeld Visonta Süd ist es im Bereich Visonta Ost II stellenweise in 2 Teilflöze (91 und 92) aufgespalten, die wiederum durch Bergemittel durchzogen sind. Etwas vereinfacht kann von einer Trennung der Teilflöze 90 und 92 in jeweils eine Unter- und Oberbank ausgegangen werden. Wegen der stark differenzierenden Mächtigkeiten der Kohleflöze und der Bergmittel sind verschiedene Teilflöz- bzw. Ober-/Unterbank-Kombinationen möglich; z.B. kann die Oberbank des unteren Teilflözes 92 mit der Unter- bzw. Oberbank des höheren Teilflözes 91 vereinigt abgelagert auftreten.

Die Aufspaltungslinie der Teilflöze 91 und 92 verläuft in etwa von der Südbegrenzung des derzeitigen Tagebaues bis zur Nordostecke des geplanten Abbaufeldes. Nördlich dieser Linie kann das Flöz 0 in maximal 4 Flözabschnitten auftreten. Auch südlich der eigentlichen Aufspaltungslinie beträgt die Mittelmächtigkeit meist 1,0-2,0 m. Das Bergemittel im Teilflöz 91 ist hauptsächlich im nordöstlichen Teilgebiet des Abbaufeldes verbreitet. Die Mächtigkeiten der Flözober- und Flözunterbank betragen meist jeweils 1,0 m bis etwas über 2,0 m. Das Teilflöz 92 ist nur am nördlichen Abbaurand verbreitet und bereichsweise durch ein bis zu 3,0 m mächtiges Bergemittel weiter in eine Ober- und Unterbank aufgespalten. Im aufgespaltenen Bereich bewegen sich die Mächtigkeiten der Flözbänke zwischen 1,0-2,5 m.

Vor allem im südlichen und östlichen Gebiet des Abbaufeldes Ost III ist das Flöz 0 als ein kompaktes Flöz vereinigt abgelagert. Es können allerdings hangende bzw. liegende Flözabschnitte fehlen. Die Mächtigkeit des vereinigten Flözes wurde mit meist 3,0-7,0 m festgestellt. Wegen der großen Bohrlochabstände in dem oben genannten Teil des Abbaufeldes ist es nicht auszuschließen, dass auch hier das Flöz 0 durch Bergemittel getrennt weiter aufgespalten ist.

Die Mächtigkeit des Flözkomplexes 0/II inkl. der Zwischenmittel schwankt zwischen 15-20 m im Südosten und 30-40 m im Westen des Abbaufeldes. Über dem

Flözkomplex 0/II ist, durch eine 15-40 m mächtiges Schichtpaket aus Sand- und Tonschichten getrennt, der Flözkomplex -2/-1 verbreitet. Bauwürdige Mächtigkeiten werden nur für das Flöz -2 beobachtet. Das Flöz -2 ist meist durch ein Bergmittel in eine Ober- und Unterbank aufgespalten. Ein größerer Bereich, in dem beide Bänke vereinigt abgelagert auftreten, ist im östlichen Teil des Abbaufeldes nahe des mittleren Abschnittes der Ostrandböschung zu beobachten. Hier ergeben sich Gesamtmächtigkeiten von 4,0 m bis knapp über 9,0 m. Im aufgespaltenen Bereich wurden für die Ober- und Unterbank in den U-Bohrungen 1,0 bis über 5,0 m, im Ø 2,5-3,0 m bzw. 1,0 bis knapp über 4,0 m, im Ø rd. 2,7 m erkundet. Die Oberbank ist abgesehen von einzelnen Flecken im Westen zum einen in einem größeren Gebiet im Südosten des Erkundungsfeldes Kápolna-West und zum anderen in der südöstlichen Hälfte des Abbaufeldes verbreitet. Die Unterbank hingegen steht fast im gesamten zum Abbau vorgesehenen Bereich an. Lediglich ein 1,0 km breiter Streifen parallel der nördlichen Endböschung weist unbauwürdige bzw. flözleere Verhältnisse auf.

Wie im Abbaufeld Visonta Süd werden in Ost III die Flöze der Flözserie 0/II, aber auch die der Flözserie -2/-1 von Tonschichten über- und unterlagert. Zwischen den Ton/Kohle-Schichten sind mehr oder weniger mächtige Sandschichten eingeschaltet. Stellenweise grenzen diese Sandschichten auch unmittelbar an die Kohleflöze. Die Ton/Kohle-Schichten der beiden Flözserien werden durch ein 15-40 m mächtiges Sand/Ton-Paket getrennt, in dessen unterem Teil die Sandschichten überwiegen.

Über der Flözserie steht zunächst eine ca. 20-50 m Folge aus Sand/Ton-Schichten an. Der untere Abschnitt ist meistens sandig ausgebildet.

Die quartäre Deckgebirgsschicht liegt dem zuvor genannten Schichtkomplex mit Erosionsdiskordanz auf. Der Schichtenaufbau ist heterogen und besteht vorwiegend aus umgelagerten verwitterten Tuffsorten und Ton/Schluff-Schichten und untergeordnet aus kiesigem Ton und Sandschichten. Die Mächtigkeit bewegt sich in der Regel zwischen 15-50 m. Im Südosten des Abbaufeldes wurden auch über 70 m in den Bohrungen festgestellt.

Alle porösen Schichten sind grundwassererfüllt und müssen entwässert werden.

Im Abbaufeld Visonta Ost III treten die Sandsteinbänke hauptsächlich über dem Flözkomplex -2/-1 (2-15 Bänke) auf; aber auch zwischen den beiden Flözserien sind verfestigte Sandschichten (2-6 Bänke) zu beobachten. Dies beschränkt sich jedoch auf Bereiche, wo die Flözserie -2/-1 nicht oder nur in Spuren ansteht, da die Flöze allem Anschein nach ein Durchsickern der Lösungen zur Teufe verhindert haben. Dementsprechend sind Sandsteinbänke im Schichtpaket zwischen den Flözserien nicht zu erwarten. Die Mächtigkeit des Sandsteinbänke führenden Schichtkomplexes beträgt in der Regel 10-20 m, stellenweise werden 30 m, aber auch Werte über 40 m beobachtet.

Die Schichten fallen mit ca. 1,5-3,0° nach Süden bzw. Südosten ein. Die Tagebautiefe bewegt sich zwischen ca. 100-110 m am Nordrand und 130-180 m am Südrand des Erkundungsfeldes Kápolna-West. Am Südrand der südlichen Erweiterung werden Teufen von 160 m im Westen bis 225 m im Osten erreicht.

In dem zum Abbau vorgesehenen Bereich wurden bei der Lagerstättenprojektion keine Hinweise auf Verwerfungen festgestellt. Dieser Befund steht auch im Einklang mit den Beobachtungen im derzeitigen Tagebaufeld.

Die Qualitätsparameter der Kohle aus der Lagerstätte Visonta lassen sich durch folgende Durchschnittswerte charakterisieren.

	Visonta Ost II	Visonta Süd	Visonta Ost III
Wassergehalt [%]	49,5	49,5	?
Aschegehalt [%]	20,0	16,0	?
Gesamtschwefel [%]	1,6	1,6	?
Heizwert [kJ/kg]	6.200	7.200	?

Tabelle 1: Kohlequalitätsparameter der Abbaufelder Visonta

Auf eine differenzierte Erläuterung der Qualitätseigenschaften wird im Kapitel 5 eingegangen.

2.1.2 Geologie der Lagerstätten Bükkábrány

Das Abbaufeld Bükkábrány umfasst einen geologischen Kohlevorrat von rd. 415 Mio. t und wird im Westen durch die Ortschaften Bükkábrány und Mezőnyárad begrenzt (Abbildung 3).

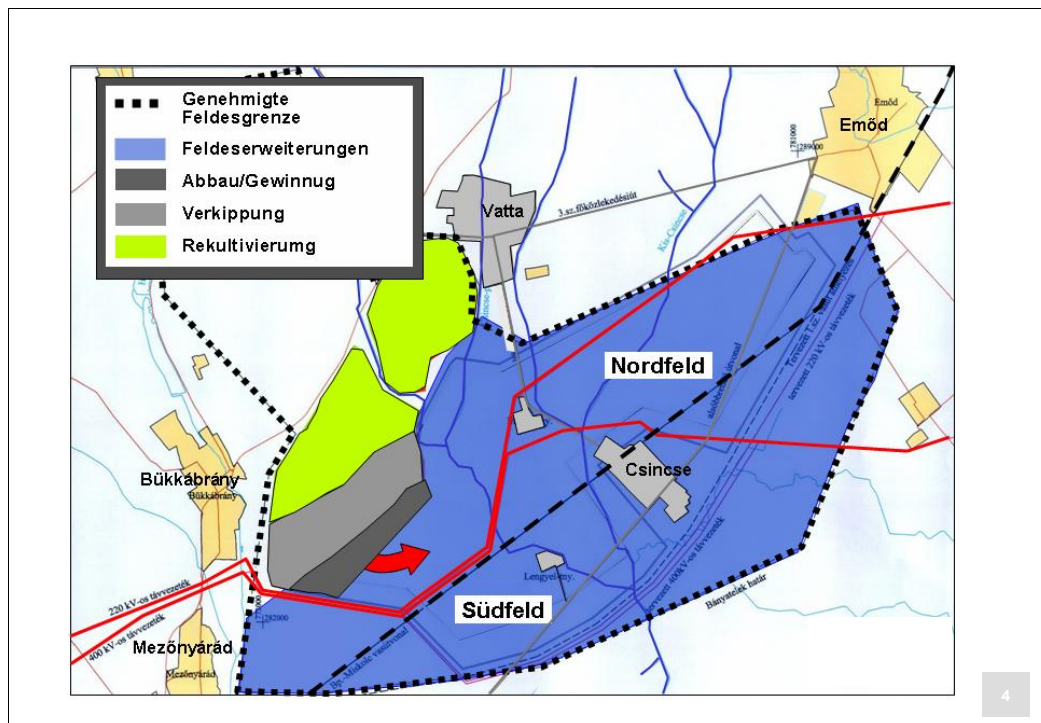


Abbildung 3: Abbaufelder der Lagerstätte Bükkábrány

Die Grenze im Süden wird durch die schlechteren A:K-Verhältnisse im Abstand von ca. 1,5 km Abstand zur Bahnlinie Budapest-Miskolc beschrieben. Im Osten der Lagerstätte liegt die Ortschaft Emőd. Damit hat das Abbaufeld eine WSW-ONO Erstreckung von ca. 10 km Länge und ca. 4 km Breite.

Bedeutenden Einfluss auf die bergbauplanerische Abgrenzung der Lagerstätte übt zum einen die rd. 600 Einwohner zählende Ortschaft Csincse und zum anderen die Bahnlinie Budapest-Miskolc aus. Zudem wird das Abbaufeld von verschiedenen Bachläufen (Geszt, Csincse, Kis-Csincse, Nagyvölgyi) und Hochspannungsfernleitungen durchzogen.

Die Lagerstätte wurde überwiegend in den 60er Jahren mit einer Dichte von durchschnittlich 13,4 Bohrungen/km² umfangreich erkundet. Wegen der

gleichförmigen Ablagerung der Kohleflöze (kompaktes Flöz, wenige Flözaufspaltungen) nimmt das Bohrraster im westlichen Teil des Abbaufeldes von 250 m auf 500 m zu. Die angewendeten Erkundungsverfahren sind mit der Lagerstätte Visonta identisch (vgl. Kapitel 2.1.1).

Geologisch gehören die Braunkohlenflöze im Tagebaufeld zur Braunkohlenformation „Bükkalja“. Der Kohlenvorrat baut sich im wesentlichen aus den Braunkohlenflözen der Flözgruppen 0811, 1218, 1931 auf. Die letztgenannte Flözgruppe ist mit ca. 75-80%, die Flözgruppe 1218 mit knapp 20% und die Flözgruppe 0811 mit weniger als 5% am gesamten Kohlenvorrat beteiligt. Die Verbreitung der Flözgruppen 0811 und 1218 beschränkt sich weitestgehend auf den südlichen Teil des Abbaufeldes, und zwar auf den Bereich der Tiefscholle des das Abbaufeld im Süden begrenzenden nach Nordwesten einfallenden Sprungsystems (Abbildung 4).

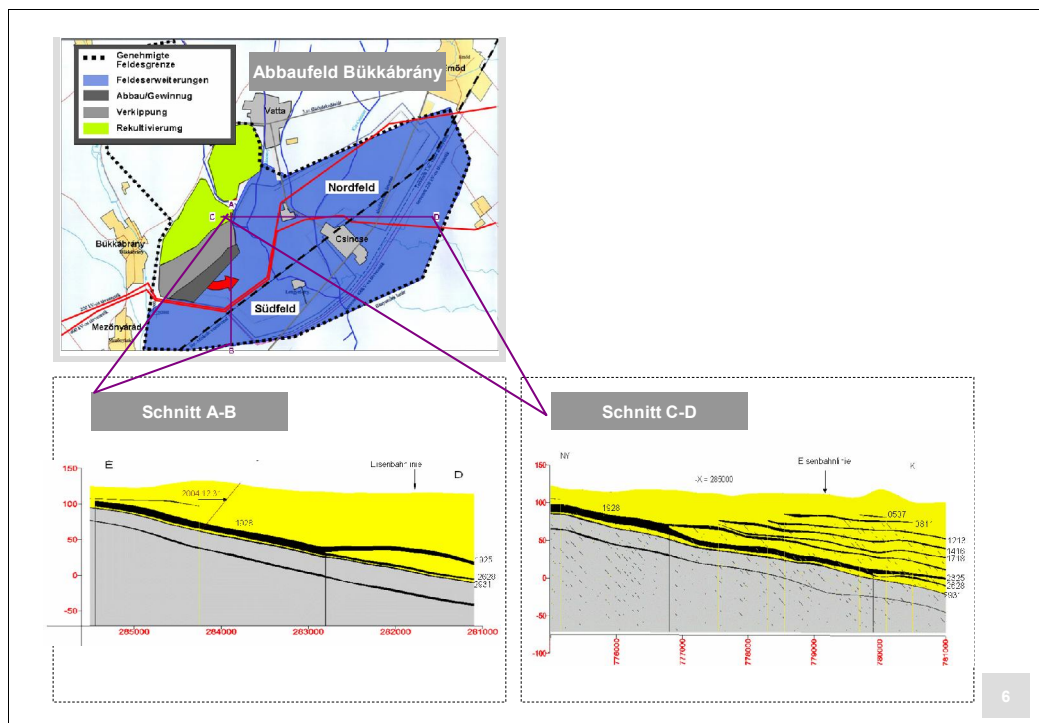


Abbildung 4: Geologie der Lagerstätte Bükkábrány

Über die Flözgruppe 0811 ist südlich der Bahnlinie in einem ca. 4 km langen und 1 km breiten parallel zur Bahnlinie verlaufenden Gebiet noch ein weiteres Flöz (0507) mit Mächtigkeiten zwischen 1,0 m und meist < 2,0 m ($\varnothing$ 1,1-1,3 m) lückenhaft verbreitet. Wegen der nur lückenhaften Verbreitung und des nur geringen Kohlenvorrates (ca. 1,5-2,0 Mio. t, d.h. < 1% des Gesamtvorrates) ist dieses Flöz bei der Lagerstättenprojektion nicht berücksichtigt.

Die Lagerstätte ist in 37 elementare Flöze unterteilt, die sich auf 6 Flözgruppen verteilen. Wegen der geringen Mächtigkeit und Verbreitung der Flöze 01-07 und 32-37 wurden bei der Lagerstättenprojektion nur die Flöze 08-31 berücksichtigt.

Die Verbreitung der Flözgruppe 0811 (Fläche ca. 6,3 km²) verläuft südlich der Bahnlinie bis zum Südrand mit Mächtigkeiten zwischen 1,0 und 4,0 m. Die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt ca. 2,2 m.

Von der Flözgruppe 1218 ist das oberste Flöz 1213 abgesehen von einem 0,5-1,0 km breiten Streifen nördlich der Bahnlinie hauptsächlich südlich der Bahnlinie bis zur Ostrandböschung verbreitet (ca. 10,4 km²). Die durchschnittliche Mächtigkeit

beträgt knapp 1,8 m und die Mächtigkeiten schwanken zwischen 1,0 und 3,2 m. Innerhalb des Verbreitungsgebietes wurden an 5 Bohrpunkten Mächtigkeiten < 1,0 m beobachtet.

Im Südwesten folgt unter einem nur geringmächtigen (< 1,0 m) Zwischenmittel (1314) das Flöz 1416. Nach Nordosten schwillt das Zwischenmittel allmählich an und erreicht stellenweise Mächtigkeiten bis knapp über 10 m, lokal bis 16 m. Wie die oberen Flöze ist das Flöz 1416 nur im südöstlichen Teil des Abbaufeldes bis zum Ostrand sowohl südlich als auch nördlich in einem etwa 1 km breiten Streifen parallel zur Bahnlinie verbreitet.

In östlicher Richtung spaltet das Flöz 1416 (ca. 4,6 km²) in die Teilflöze 1415 und 1616 auf. Während das Teilflöz 1616 nur in einem ca. 1 km breiten in NS-Richtung verlaufenden Gebietsstreifen stellenweise bauwürdig verbreitet ist, steht das Teilflöz 1415 östlich der Aufspaltungslinie bis zum Ostrand an. Die Mächtigkeit des Zwischenmittels schwankt zwischen 0,5 und 8,5 m. Die durchschnittlichen Mächtigkeiten des Flözes 1416 westlich und der Teilflöze 1415 und 1616 östlich der Flözaufspaltungslinie betragen ca. 3,2 m bzw. 2,6 m und 1,1 m.

Den Abschluss der Flözgruppe 1418 bildet das Flöz 1718. Dieses Flöz ist mit bauwürdigen Mächtigkeiten (1,0-2,5 m, Ø 1,4 m) in einem ca. 1,0-2,5 km x 4,0 km großen Gebiet (ca. 7,3 km²) im östlichen Abbaubereich verbreitet.

Während die Ausdehnung der zuvor beschriebenen Flöze sich im wesentlichen auf den südöstlichen und östlichen Teil bzw. den Tiefschollenbereich der das Abbaufeld im Südosten begrenzenden Verwerfung beschränkt, ist die Flözgruppe 1931 bzw. dessen Teilflöze im gesamten Abbaubereich verbreitet. Nur in einem kleinen Teilbereich am Westrand östlich der Ortschaft Bükkábrány ist das Flöz geschlossen abgelagert (10,5 – 11,8 m, Ø 11,3 m). Im übrigen Teil des Abbaufeldes ist es in bis zu 5 bauwürdige Teilflöze aufgespalten. Mehrere Kombinationen vereinigter Teilflöze sind innerhalb des Abbaufeldes zu beobachten.

Im Anschluss an das jetzige Tagebaugebiet in südlicher Richtung ist in einem 2,3 x 2,5 km großen Gebiet das derzeit im Tagebau gewonnene Hauptflöz (1928) mit einem Unterbegleiter (2931) abgelagert. Die Mächtigkeit des Hauptflözes schwankt zwischen 4,4 m und 12,2 m, im Durchschnitt beträgt sie ca. 9,5 m. der Unterbegleiter hat Mächtigkeiten von meist 1,0 bis knapp über 2,0 m. Die beiden Flöze werden durch ein ca. 0,5-2,0 m mächtiges Mittel getrennt.

Östlich und südlich des zuvor erwähnten Gebietes spaltet das Flöz 1928 weiter auf, in östlicher Richtung in die Teilflöze 1922 (1,0-5,0 m, Ø 3,4 m) und 2328 (2,6-7,7 m, Ø 6,1 m) bzw. 2327 (1,6-7,6 m, Ø 5,8 m) und in südlicher Richtung in die Teilflöze 1925 (3,2-7,5 m, Ø 5,6 m) und 2631 (4,5-6,0 m, Ø 5,2 m) bzw. 2628 (2,2 -4,0 m, Ø 3,2 m). Flöz 1922 ist in einem ca. 2 km breiten Streifen zwischen den Rechtswerten 126.000 und 128.000 verbreitet, Flöz 1925 nur im südlichen Teil anstehend und die Flöze 2328/2327 sowie 2628 in Flächen von ca. 11 bzw. etwas über 3 km².

Entlang einer Nord-Süd verlaufenden Linie zwischen den Rechtswerten 126.000 und 127.000 spaltet vom Flöz 1928 der untere Abschnitt des Teilflözes 2828 ab. Die Mächtigkeit dieses Teilflözes ist bis auf einzelne Stellen < 1,0 m.

Im Osten teilt sich das Flöz 1922 in die Teilflöze 1920 und 2122. Das Teilflöz 1920 ist allerdings nur unmittelbar östlich der Aufspaltungslinie in einem bis zu 1 km breiten Streifen in drei kleineren Bereichen in bauwürdiger Mächtigkeit verbreitet (1,0-2,3 m, Ø 1,25 m). Die Zwischenmittelmächtigkeit mit durchschnittlich 1,2 m,

bewegt sich zwischen 0,5 m und 4,7 m. Das untere Teilflöz 2122 setzt fast vollständig bis zum Ostrand und darüber hinaus an; Mächtigkeit 1,0-4,0 m, im Durchschnitt ca. 1,8 m. Das Flöz 2328/2327 ist weiter aufgespalten in die Teilflöze 2325 (1,0-5,0 m, Ø ca. 2,8 m) und 2627 (1,0-2,8 m, Ø 1,7 m).

Das im Tagebau als Unterbegleiter zu beobachtende Flöz 2931 ist hauptsächlich im wesentlichen und mittleren Drittel des Abbaufeldes mit Mächtigkeiten zwischen 1,0 m und 2,7 m verbreitet, im Durchschnitt knapp 1,4 m. Allerdings sind im eigentlichen Verbreitungsgebiet auch größere Flächenteile mit geringerer Mächtigkeit als < 1,0 m zu beobachten.

Die Braunkohlenflöze lagern zwischen lockeren Sedimentschichten aus Sand, Ton und Schluff sowie deren Gemische. Im westlichen Gebiet des Abbaufeldes sind die Zwischenmittel größtenteils sandig ausgebildet; im östlichen Bereich bestehen sie fast vollständig aus Ton und Schluff. Die Mächtigkeit der Zwischenmittel kann mit 0,5-20 m charakterisiert werden.

Im allgemeinen baut sich das Liegende bis zur nächsten allerdings wirtschaftlich unbedeutenden Flözgruppe 3335 aus Sand auf. Im östlichen Teilgebiet wird allerdings eine geringmächtige bindige Schicht unter dem Liegenden beobachtet, vor allem dort, wo der untere Flözabschnitt der Flözgruppe 1931 unbauwürdig ist und das Liegende von einem tonigen Zwischenmittel gebildet wird.

Oberhalb der Kohlenserie wurde im überwiegenden Teil des Abbaufeldes noch eine dem Oberpliozän zugehörige Schichtenfolge, bestehend aus Sand- und Tonschichten, mit Mächtigkeiten zwischen wenigen Metern und 20-25 m abgelagert. Zum tieferen Braunkohlenkomplex besteht Erosionsdiskordanz.

Über dieser Schichtenfolge steht bis zur Geländeoberfläche das quartäre Deckgebirge an, welches sowohl der zuvor genannten oberpliozänen Schichtenfolge als auch der pliozänen Braunkohlenformation in Erosionsdiskordanz auflagert. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 50 m und ihr Schichtenaufbau ist unregelmäßig. Im größten Teil des Abbaubereiches wird überwiegend umgelagerter Rhyolithuff mit bröckligen Sedimenten unterschiedlicher Korngröße beobachtet; aber fast im gesamten Gebiet sind in ihr tonige, in geringem Maße sandig, kiesige Schichten verbreitet. Den Abschluss zur Geländeoberfläche bildet eine geringmächtige kulturfähige Bodenschicht.

Die porösen Schichten in der quartären und oberpliozänen Schichtenfolge über der Braunkohlenformation, zwischen den Kohlenflözen und in den Liegendeschichten sind grundwassererfüllt und müssen deshalb vor Abbautätigkeit entwässert bzw. entspannt werden.

Das Einfallen der Schichten bewegt sich im allgemeinen mit 0,5-3° in südöstlicher Richtung. Stellenweise wird auch Einfallen bis knapp über 5° beobachtet. Das Abbaugebiet wird am Südostrand durch ein nach Nordwesten einfallendes in SW-NO-Richtung streichendes Sprungsystem begrenzt. Der Versatzbetrag der Hauptverwerfung schwankt bezogen auf das Liegende des tiefsten Flözes 2931 zwischen 60 und 80 m. Auf der Hochscholle der Verwerfung sind die oberen und teilweise mittleren Flöze erodiert, sodass hier besonders hohe A:K-Werte zu beobachten sind.

Die Tagebautiefe bewegt sich zwischen 35-50 m am Nordwestrand und ca. 120-140 m an der südöstlichen Randböschung.

Für die Lagerstätte Bükkábrány lässt sich die Kohlequalität im Durchschnitt wie folgt charakterisieren (vgl. Kapitel 5):

	Bükkábrány
Wassergehalt [%]	49,5
Aschegehalt [%]	20,0
Gesamtschwefel [%]	1,6
Heizwert [kJ/kg]	6.200

Tabelle 2: Kohlequalitätsparameter des Abbaufeldes Bükkábrány

2.2 Abbauführung und Tagebautechnik

Die Entwicklung der Abbaufelder der Tagebaue Visonta und Bükkábrány ist sowohl hinsichtlich der Abbauführung bzw. des Lagerstättenzuschnittes als auch in Bezug auf die technische Ausrüstung vor dem Hintergrund der Kraftwerksentwicklungen zu betrachten.

2.2.1 Tagebau Visonta

Der mit dem Bau des Mátra Kraftwerk 1964 aufgeschlossenen Gewinnungsbereich des Tagebau Visonta erstreckt sich nach der bis Ende 2005 erfolgten Auskohlung der bereits ausgekohlten Abbaufelder Ost I und Ost II im Mittelfristzeitraum auf das Abbaufeld Süd mit einem verbleibenden Kohlenvorrat von rd. 37 Mio. t und einem durchschnittlichen Abraum:Kohlen-Verhältnis von 7,7:1 (vgl. Abbildung 1).

In dem hier im wesentlichen als Schwenkbetrieb mit direkten Förderwegkombinationen geführter Tagebau sind für die Abraumgewinnung insgesamt 5 Schaufelradbagger der Leistungsklasse 30-42.000 fm³+t/d eingesetzt, die im allgemeinen über einen Bandwagen an die Förderwege angeschlossen sind. Für die Abraumverkipfung stehen insgesamt 6 Absetzer zur Verfügung, wobei ein Absetzer (HK 6) ohne Strossenbandanlage mit dem Schaufelradbagger MT 6 als Direktversturz-Kombination in der Kohlefreilegung eingesetzt wird. (vgl. Abbildung 5)

Die Verkipfungskapazität der Absetzer liegt analog der Leistung der Förderwege, die bei einer Gurtbreite von 1.600 mm mit einer Geschwindigkeit von 5,5-5,8 m/s betrieben werden, bei 50-60.000 m³/d. In Folge dessen und unter Berücksichtigung von materialbedingten Minderleistungen werden zwei Gewinnungsstrossen auf einen Verkipfungsförderweg zusammengeführt, wobei die oberste Sohle (M-12) in Verbindung mit dem Absetzer HK-4 auf den Förderweg M-14 oder M-24 abfordern kann. Die Beräumung der sehr unregelmäßig ausgebildeten, überwiegend im Arbeitsbereich des MT-7 vorkommenden Sandsteineinlagerungen erfolgt in mobiler Technik mit Hydraulikbagger und LKW durch Fremdunternehmer. In deutlich geringerem Umfang wird zudem noch Kohle und Abraum außerhalb der Schnittgeometrie der Großgeräte, im wesentlichen beim Abbau von geringmächtigen Kohleflöze und Zwischenmittel, mit Fremdkapazität gewonnen.

Die Kohlegewinnung wird abgesehen von der zuvor genannten „shovel & truck-Betrieb“ zu rd. 90% durch drei Eimerkettenbagger mit einer Kapazität von 14.000 fm³+t/d erbracht. Diese sind zum Abbau der drei Kohle-Flöze mit jeweils eigener Strossenbandanlage ausgerüstet (vgl. Abbildung 5). Die Gewinnung des durch den Schaufelradbagger MT 9 freigelegten Flözes 0 erfolgt durch den Eimerkettenbagger HM-1 an den Förderweg DSz 02. Die Beräumung des Zwischenmittels wird überwiegend durch die Direktversturz-Kombination MT 6 - HK 6 gewährleistet.

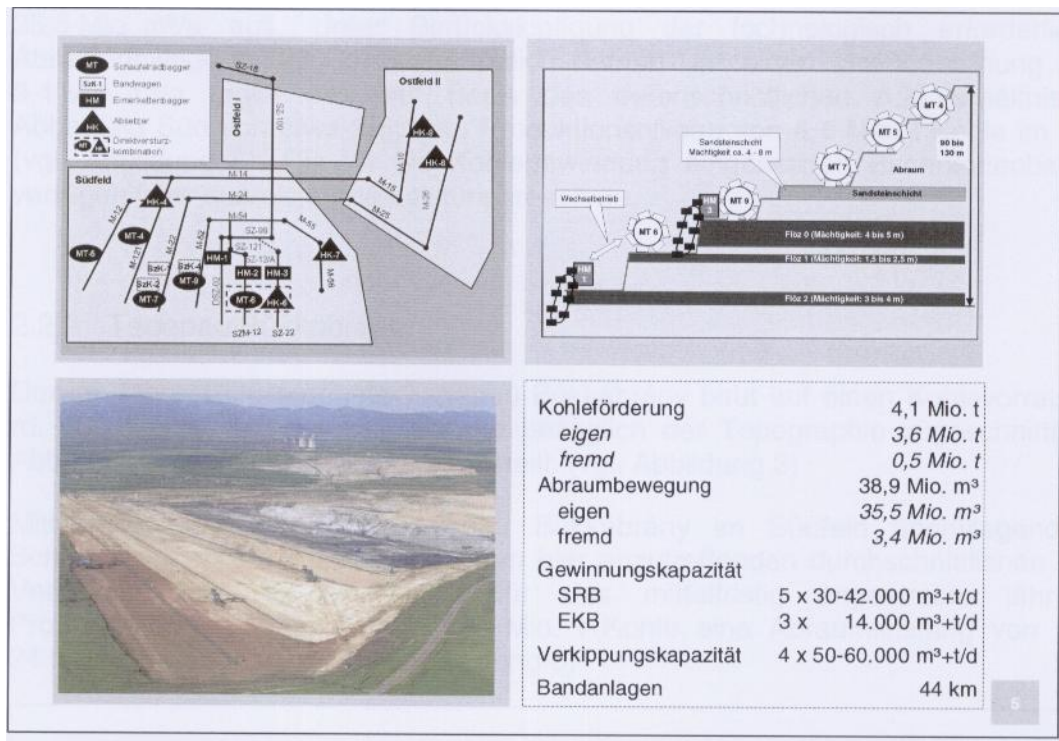


Abbildung 5: anlagentechnische Ausrüstung des Tagebaus Visonta

Während der Eimerkettenbagger HM-3 an dem Förderweg Sz-22 ausschließlich das Flöz II gewinnt, wird der Eimerkettenbagger HM-2 im Kohle-Abraum-Wechselbetrieb zum Abbau des Flözes I und zu Freilegung des Flözes I/a, das im südlichen Tagebaubereich mit einer bauwürdigen Mächtigkeit $\geq 0,6$ m verbreitet ist, eingesetzt. Das Flöz I/a selbst wird mit Hydraulikbagger und LKW auf dem Flöz II deponiert und dort wiederum durch den Eimerkettenbagger HM-3 aufgenommen.

Die auf diese Weise in 2006 ausgebildete, optimierte Kohlegewinnung zielt zum einen auf eine Reduzierung der spezifischen Rohkohlekosten durch eine Minimierung der Fremdförderung als auch auf eine Minimierung der Abbauverluste unter Berücksichtigung einer möglichst selektiven/trennscharfen, d.h. ohne Abraumverunreinigungen, Gewinnung der Kohleflöze.

Eine qualitätsorientierte bzw. auf minimale Verdünnung ausgelegte Kohlegewinnung konkurriert dabei in der Betriebsführung im Allgemeinen mit den Zielsetzungen zur Minimierung der Förderkosten und Maximierung der Flözausbringung. Im Tagebau Visonta wird dieses Spannungsfeld vor allem durch nachfolgende Betriebsparameter beeinflusst:

- Planiereinsatz zur Säuberung der Kohleflöze,
- Technologisch begrenzte Möglichkeiten des Eimerkettenbagger zur selektiven Gewinnung,
- Unregelmäßigkeit (Auswaschungen/Welligkeit) der Flöze,
- möglichst hohe kapazitive Auslastung des Eimerkettenbaggers (Optimierung Lastgrad),
- Abbörschen der Direktversturtzkippe auf das Flöz II.

Bei den in Dreischichtbetrieb und Sonntagsförderung erreichten Last- und Zeitgraden der Abraumgeräte des Tagebaus Visonta von 90-95 % bzw. 50-55 % geht die Tagebauplanung von einer eigenen Abraumkapazität in Höhe von

35,5 Mio. m³/a aus. Unter Berücksichtigung der technologisch erforderlichen Abraumbewegung im „shovel & truck“ Betrieb in einer Größenordnung von 3,4 Mio. m³/a ergibt sich auf Basis des durchschnittlichen A:K-Verhältnis im Abbaufeld Süd von etwa 8,5:1 ein Produktionsniveau von 4,1 Mio. t Kohle im Jahr (vgl. Abbildung 5). Die für die Kohlegewinnung eingesetzten Eimerkettenbagger verfügen über ausreichende Leistungsreserven.

2.2.2 Tagebau Bükkábrány

Der im Jahre 1986 eröffnete Tagebau Bükkábrány baut auf einen Kohlevorrat von rd. 400 Mio. t, der sich auf die bezüglich der Topographie zugeschnittenen Abbaufelder Nordfeld und Südfeld verteilt. (vgl. Abbildung 3)

Mittelfristig wird sich der Tagebau Bükkábrány im Südfeld überwiegend im Schwenkbetrieb entwickeln. Bei einem hier anzutreffenden durchschnittlichen A:K-Verhältnis von rd. 5,6:1 ist für das mittelfristig angestrebte jährliche Produktionsniveau von 4,0 bis 4,2 Mio. t Kohle eine Abraumleistung von rund 24 Mio. m³/a erforderlich. (Abbildung)

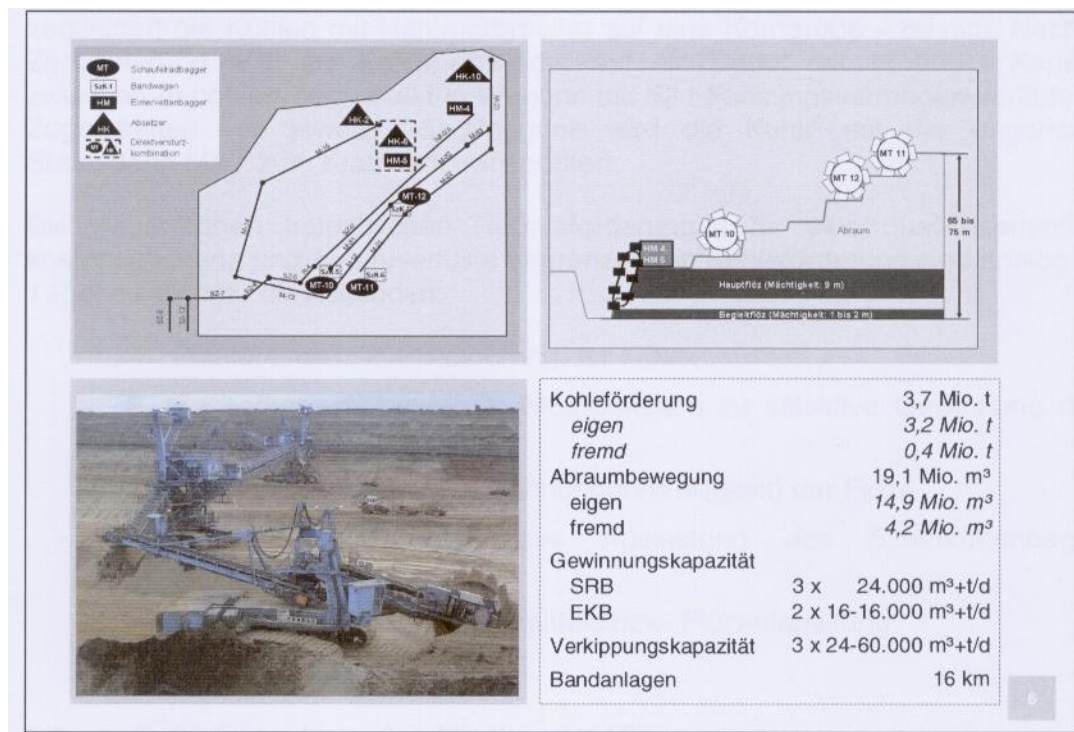


Abbildung 6: anlagentechnische Ausrüstung des Tagebaus Bükkábrány

Derzeit werden im Abraumbetrieb drei Kompaktschaufelradbagger mit Bandwagen der Leistungsklasse 24.000 m³+t/a eingesetzt, die zusammen bei Last- und Zeitgraden von 95-100 % bzw. 55-60 % mit einer jährlichen Planleistung von rund 15 Mio. m³ angenommen werden. Die fehlende Abraumleistung wird derzeit auf einem Niveau von 4-5 Mio. m³/a durch Subunternehmen mit Hydraulikbagger und LKW erbracht. Die Abraumverkipfung wird im Wesentlichen durch die beiden Innenkippenabsetzer HK 10 und HK 5 an den Strossenbandanlagen M-25 und M-16 durchgeführt. Der Absetzer HK 10 verfügt über eine Tagesleistung von 60.000 m³ und wird daher von zwei Schaufelradbaggern über die beiden Strossenbandanlagen M-20 und M-30 beaufschlagt. Ein weiterer Absetzer arbeitet bisweilen im Direktversturz auf der Kohlesohle. (vgl. Abbildung)

Hier sind an einer gemeinsamen Strossenbandanlage SZ 0 zwei Eimerkettenbagger (16.000 t+m³/a) zum Abbau der beiden Kohleflöze im Einsatz, die i. a. wechselweise betrieben werden, d.h. nicht zusammen die Kohle auf die gleiche Bandanlage aufgeben.

Aufgrund des nach Südwesten abnehmen Zwischenmittels wird dieses ab einer Mächtigkeit von < 1 m mit der Kohle herein gewonnen. Im Übrigen erfolgt eine selektive Gewinnung entweder durch die Eimerkettenbagger im Direktversturz oder im „shovel & truck“-Betrieb.

Seit Mitte 2009 wird die eigene Abraumproduktion durch einen neuen Kompaktschaufelradbagger mit einer Jahresleistung von insgesamt 12 Mio. m³/a ergänzt. Mit der Inbetriebnahme erfolgte eine Umstellung der fördertechnische Verknüpfung der Abraumgerätekette, indem der neue Bagger MT-14 mit dem Absetzer HK-10 an dem Bandanlagesystem M-20 und der Bagger MT 10 an dem Bandanlagensystem M-20 betrieben wird. Der Bagger MT 11 wird dann mit einer geplanten Jahresleistung von 1,2 Mio. m³ im Direktversturz mit dem Bandwagen SZK-5 betrieben.

Die Kohle wird über die Bandanlagen SZ 5, SZ 6 und SZ 7 aus dem Tagebau geführt. Ein in der Bandanlage SZ 5 installierter, in 2007 neu aufgebauter Brecher zerkleinert die Kohlen mit Hammerbrecher auf eine Korngröße < 60 mm. Nach der Zerkleinerung wird die Kohle entweder auf ein Depot mit 15.000 t Kapazität zwischen deponiert oder direkt in Wagons mit 52 t Fassungsvermögen verladen. In Zügeinheiten von jeweils 25 Waggons wird die Kohle mit der ungarischen Staatsbahn MÁV zum Kraftwerk transportiert.

Die wesentlichen betrieblichen Herausforderungen für eine qualitätsorientierte, kostenoptimierte und Abbauverluste begrenzenden Kohleförderung sind analog zum Tagebau Visonta die folgenden:

- Planiereinsatz zur Säuberung der Flöze,
- Technologisch begrenzte Möglichkeiten zu selektive Gewinnung durch die Eimerkettenbagger,
- Unregelmäßigkeit (Auswaschungen/Welligkeit) der Flöze,
- möglichst hohe kapazitive Auslastung des Eimerkettenbaggers (Optimierung Lastgrad),
- Mitschneide des Zwischenmittels bzw. Flözaufspaltung

2.3 Betriebstechnik des Kraftwerks Visonta

Als Ergebnis der seit der 1969 erfolgten Inbetriebnahme der ersten Kraftwerkseinheit mit einer installierten Leistung von 100 MW (Block I) kontinuierlich durchgeführte Erweiterungs- und Erneuerungsinvestitionen verfügt das Mátra Kraftwerk in Visonta heute über eine installierte Bruttoleistung von 930 MW. Diese verteilt sich zum einen auf die lignitbefeuerten Kraftwerksblöcke I und II mit jeweils 100 MW Leistung und III-V mit 212 MW-Leistung sowie zwei Vorschaltgasturbinen der 30 MW-Klasse (Blöcke VI+VII), mit denen sich durch Abwärmenutzung und gleichzeitig realisiertem Ausbau des Kühlsystems die Leistung der in Verbund betriebene Blöcke IV und V um zusätzliche 40 MW verbessert. Aufgrund der hiermit erreichten Flexibilität arbeitet das Kraftwerk in Grund-, Mittel-, und Spitzenlastbetrieb und erzeugt so eine jährliche Strommenge von rd. 6.700 TWh_{Brutto}.

Die wesentlich betriebstechnischen Parameter des Kraftwerkes bzw. der jeweilige Erzeugungssicherheiten sind der Abbildung 6 zu entnehmen.

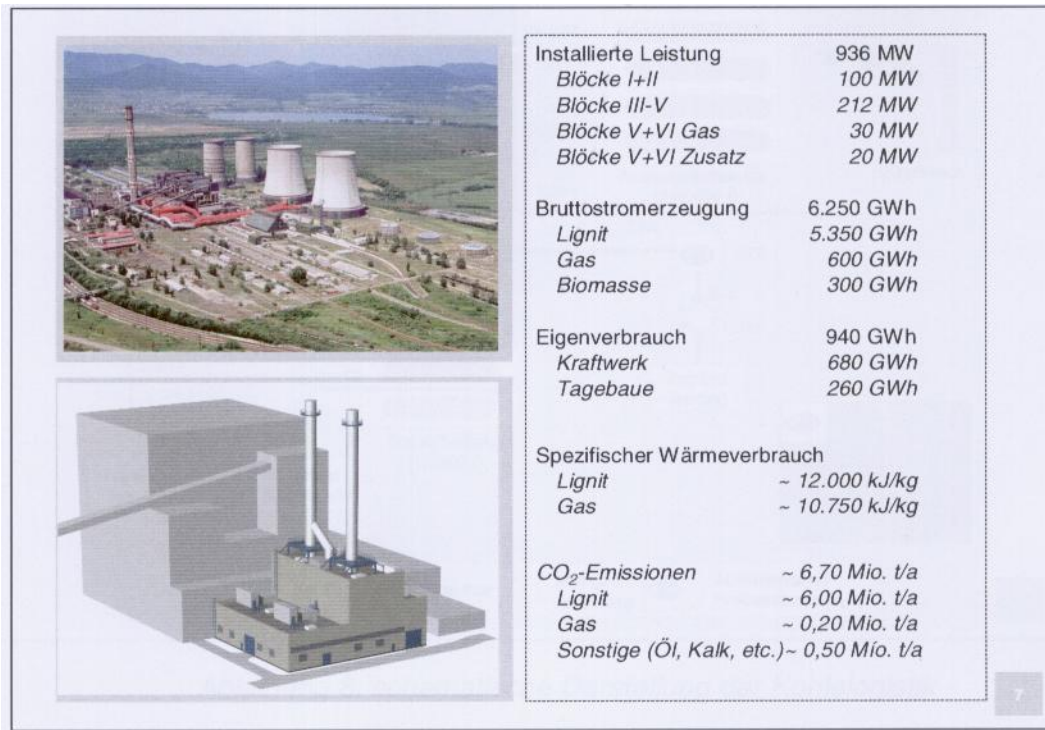


Abbildung 6: Betriebsparameter des Mátra-Kraftwerkes

Die Kessel der Blöcke I-V basieren auf Kohlestaubfeuerung und sind als Zweizugkessel in der Halbfreilichtausführung gebaut. Die Rauchgasreinigung erfolgt zum einen in den Elektrofiltern von Typ LURGI bzw. AEG und abschließend in der seit 2002 betriebene Rauchgasentschwefelungsanlage (REA). Obwohl mit der in 2004 entschiedene Lebensdauerverlängerung der 2×100 MW Blöcke auch Erweiterungsmaßnahmen (Erhöhung der Ventilatorleistung, Adipinsäurezusatz) an der REA durchgeführt wurden, arbeitete diese an ihrer Kapazitätsgrenze und reagiert insbesondere bei hoher Auslastung empfindlich auf Schwankungen des Schwefelgehalts in der Kohle.

Die Kühlleistung der Kondensatoren wird mit Ausnahme des Blockes III durch geschlossene, luftgekühlte Kühltürme von Typ Heller-Forgo erreicht. Das Kühlwasser des Blocks III wird in offenen Kühltürmen mit künstlichen Zug durch Wasserkühlung abgekühlt.

Die Kohle wird den Kesseln über Prallmühlen zugeführt, mit dem die auf 60 mm vorzerkleinerte Kohle auf ≤ 1 mm gebrochen wird. Von der insgesamt 36 verfügbare Mühle sind i. a. kontinuierlich rd. 4 Mühle instandhaltungsbedingt außer Betrieb, wobei neben dem Aschengehalt der Kohlen, die Güte der Vorzerkleinerung und der Xyllith-Gehalt (Holzanteil) der Kohle den Mühlenverschleiß maßgeblich beeinflussen.

Die fördertechnische Kohlelogistik ist aus der Abbildung 7 ersichtlich. Die Zulieferungen der Kohlen aus dem Tagebau Visonta in das Kraftwerk erfolgt ausschließlich über Bandanlagen. Alle Kohlesohlen fördern hier auf die Böschungsbandanlage SZ 99, die wieder auf die Bandanlage SZ 100 aufgibt.

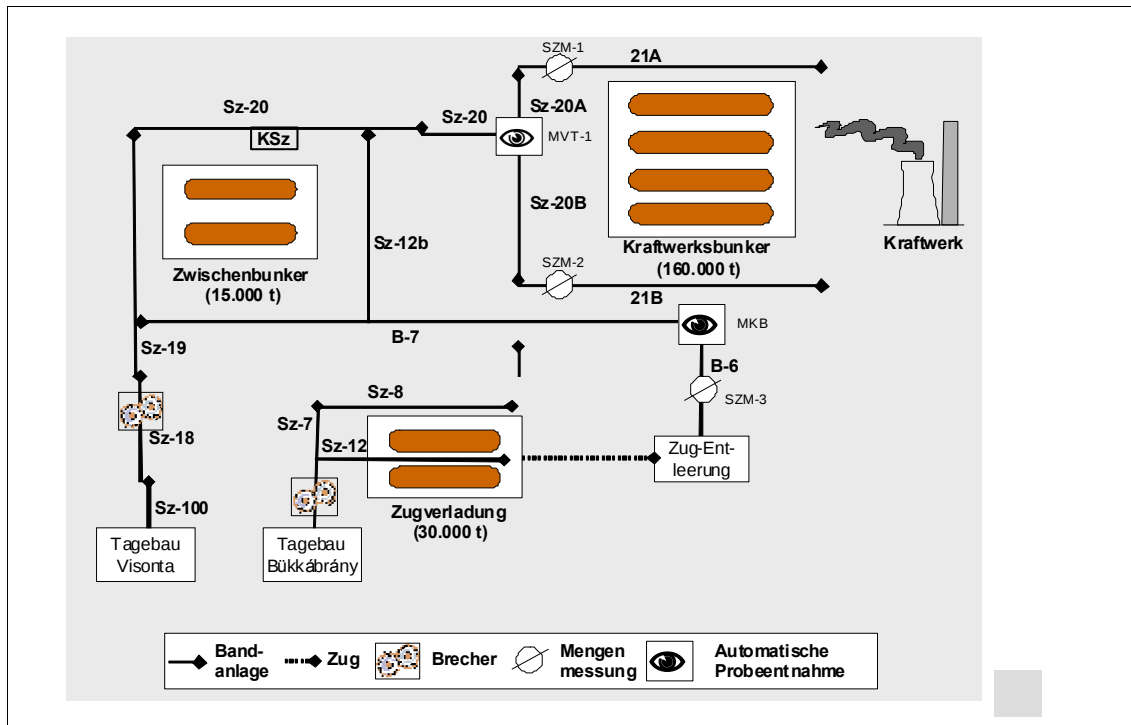


Abbildung 7: schematische Darstellung der Kohlelogistik

Nach Zerkleinerung in einer in dem Förderweg SZ-18 eingebauten, zweisträngigen, mit Hamtermühlen ausgerüsteten Brecheranlage auf eine Korngröße ≤ 60 mm wird die Kohle des Tagebaus Visonta entweder über das Haldengerät KSz auf dem tagebauseitigen Kohlelagerplatz (Kapazität rd. 15.000 t) zwischengelagert oder direkt dem Kraftwerksbunker zugeführt.

Auch die Kohlen des Tagebaus Bükkábrány werden nach der Waggonentleerung in einem Kreiselwipper über die Bandanlagen B-6 und B-7 in das weitere Verteilungssystem entweder selektiv oder in Mischung mit Visonta-Kohlen aufgegeben. Die Mengenfassung erfolgt dabei über in die Bandanlagen B-6, 21A und 21B eingebaute Bandwaagen. (vgl. Abbildung 7)

Für die im Kohlelabor durchgeführte Qualitätsanalyse sind seit Anfang 2005 in der Kopfstation der Bandanlage B-6 und SZ 6 automatische Probenahmegeräte installiert. Diese entnehmen über einen ca. alle 3-7 Minuten in dem Kohlestrom einfahrenden, in seiner Öffnung ca. 100 x 1.400 mm messenden Trichter eine Teilprobe, die nach Mahlung und weiterer Teilung auf eine Menge von 24 g zur Analyse im Kohlelabor reduziert wird.

Aus dem im dargestellten Kohletransportsystem (vgl. Abbildung 7) ist auch ersichtlich, dass lediglich der Kohleförderstrom des Tagebaus Bükkábrány mengenmäßig und qualitativ für die Beprobung separat erfasst wird. Die Bestimmung der Menge und Qualitäten der Kohle aus dem Tagebau Visonta erfolgt durch eine Rückverrechnung des gesamten Kohlestromes.

3 Entwicklungsstrategie der Mátra Kraftwerk G.AG

Vor dem Hintergrund der Veränderungen auf dem ungarischen Strommarkt, der in den letzten Jahrzehnt zum einen durch einen Bedarfsanstieg und zum anderen durch umweltschutzbedingte Stillsetzungen alter Kohle- und Öl/Gas-Kraftwerkseinheiten bei vergleichsweise wenig Neubauprojekten, geprägt war, wird die Strategie der Mátra Kraftwerke G.AG kontinuierlich weiterentwickelt, um an dem wachsenden, liberalisierten Strommarkt erfolgreich zu partizipieren und so die Geschäftstätigkeit der Gesellschaft mittel- und langfristig zu stabilisieren.

Bei der Weiterentwicklung des Kraftwerksparks auf Lignitbasis übt naturgemäß die Rohstoffversorgung durch die Tagebaubetriebe einen wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Stromerzeugung aus. Dementsprechend ist die Bergbautätigkeit wesentlicher Bestandteil der Entwicklungsstrategie.

Auf Grundlage des derzeitigen Geschäftsmodells und der verfolgten Unternehmensstrategie der Mátra Kraftwerke G.AG ergibt sich für den Mittelfristzeitraum ein weitestgehend abgesichertes, hohes Produktionsniveau. Demgegenüber sind die langfristigen Entwicklungsperspektiven mit relativ großen Unsicherheiten behaftet.

Grundsätzlich ist jedoch die Entwicklungsstrategie der Mátra Kraftwerke G.AG darauf ausgerichtet, den derzeitigen Anteil zur Versorgung des ungarischen Strommarktes von rd. 15 % aufrecht zu erhalten. In Anbetracht der Tatsache, dass die Mátra Kraftwerke G.AG über den Zugriff auf das größten ungarischen Rohstoffvorkommens verfügt ist dabei der integrierte Kohleverstromung auch zukünftig ein besonderer Stellenwert einzuräumen.

3.1 Energiewirtschaftliche und umwelt-/energiepolitische Rahmenbedingungen der Entwicklungspolitik

Anfang 2010 waren in Ungarn 13 Großkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 7.567 MW (brutto) und eine Vielzahl von Kleinanlagen mit 1.326 MW Gesamtkapazität am Netz. Größte Anlage ist das Kernkraftwerk Paks, dessen acht Turbinen (insgesamt 2.000 MW) von allen installierten Stromkapazitäten mit einer bis zum Jahr 2037 bestehenden Betriebsgenehmigung die höchste Restlaufzeit haben. Insofern besteht auch für Ungarn ein erheblicher Kraftwerkserneuerungsbedarf.

Gegenwärtig befinden sich in Ungarn vier Erdgas-Kraftwerks-Blöcke mit einer Gesamtleistung von rund 1.000 MW an den Standorten Gönyü, Dunamenti, Bakony im Bau. Demgegenüber ist die Realisierung von acht weiteren geplanten Gasblöcken an den Standorten Vásárosnamény, Gönyü, Dunamenti, Csepel, Százhalombatta, Tisza II und Dunaújváros derzeit eher fraglich. Auch bei den Kohlekraftwerken stehen Entscheidungen zur Realisierung nicht nur zum Neubau eines 500 MW-Anlage bei der Mátra Kraftwerke G.AG sondern auch weiterer Projekte, beispielsweise in Mohács, und Borsod sowie in Mecsek und Nógrád aus, wobei insbesondere letzteren wenig Realisierungschance eingeräumt wird. Die Erneuerung des Kernkraftwerks Paks wird derzeit für die Jahre 2020 bis 2025 verfolgt, indem das Kraftwerk zum einen um einen mindestens 1.000 MW-Block ergänzt sowie den Bau eines Pumpspeicherkraftwerks und einer 500 bis 600 MW Gas- und Dampfturbine als Minutenreserven erweitert werden soll.

Die weitere Entwicklung der Struktur des Kraftwerksparks und die Erzeugungsstrategien der Marktteilnehmer werden wesentlich von den energiepolitischen Entscheidungen und den hieraus erwachsenden Einflüssen auf das Marktgeschehen bestimmt. Den energiepolitischen Leitentscheidungen der EU folgend sind diesbezüglich für Ungarn insbesondere nachfolgende Punkte herauszustellen:

- Der auf Basis des Kyoto-Abkommens Anfang 2005 gestartete **CO₂-Emissionshandel** sieht für Ungarn in der laufenden 2. Handelsperiode 2008 bis 2012 eine Begrenzung des jährlichen CO₂-Ausstosses auf 26,9 Mio. t CO₂ vor. Hiervon ist für die Kraftwerke entsprechend des nationalen Allokationsplans eine kostenfreie Quotenzuteilung von rd. 12 Mio. t vorgesehen. In der 3. Handelsperiode ab 2013 folgt dann eine 100 % Versteigerung der Emissionszertifikate. Zur Förderung hochmoderner emissionsarmer Kraftwerksanlagen mit BAT- (best available technology) oder CCS/CCU-Technologie (Carbon Capture and Storage bzw. Carbon Capture and Usage) besteht jedoch die Möglichkeit der Förderung beispielsweise im Rahmen einer befristeten, anteiligen kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten sowie einer direkten Beihilfe der EU. Insofern liegt ein wesentlicher Fokus der Kraftwerksbetreiber in der Verringerung der CO₂-Emissionen sowohl für die Bestandsanlagen beispielsweise durch Wirkungsgrad verbessernde Maßnahmen und der Mitverbrennung von Biomasse als auch bei der Planung von Neubauprojekten.
- Ungarn hat sich verpflichtet, bis 2020 13 % des Energieverbrauchs aus **Erneuerbaren Energieträgern** bereitzustellen. Bis 2009 konnte ein Anteil von rd. 6 % am Stromverbrauch erreicht werden. Der zur Zielerreichung in den nächsten Jahren erforderliche weitere Zubau von rund 2.200 MW wird im wesentlichen von den Rahmenbedingungen zur Förderung der erneuerbaren Energien Wind, Biomasse und Biogas abhängen. In Abhängigkeit von den technischen Möglichkeiten und den der staatlichen Fördermechanismen wird die Mitverbrennung auch von den konventionellen Kraftwerken mit Festbrennstoffen, wie z.B. der Mátra Kraftwerke G.AG, genutzt und ausgebaut.
- Ungarns Grundlastkapazitäten sind heute durch einen hohen Anteil von Atom- und Kohlestrom gekennzeichnet, so dass die Aufnahmefähigkeit des Systems für Windenergie heute stark eingeschränkt ist. Die ansteigende Einspeisung regenerativer Energien erfordert daher eine **höherer Flexibilität im Stromnetz**, die zum einen durch eine höhere Regelungsfähigkeit der konventionellen Kraftwerke bei gleichzeitiger Vorhaltung ausreichender Reservekapazitäten und zum anderen durch eine Erweiterung von Speicherkraftwerken zu erreichen ist.
- Ergänzend hierzu könnte ein größerer Stromverbund mit anderen Ländern der Region, wie z.B. Tschechien, Slowakei, Bulgarien, Slowenien und Österreich könnte die Flexibilität des Systems verbessern. Hierfür sind jedoch die entsprechenden Voraussetzungen durch neue **leistungsfähige, grenzüberschreitende Netzwerkkapazitäten** zu schaffen.
- Unabhängig von der in 2009 neugefassten IED-Richtlinie der EU (Industrial Emission Directive), die für Europa eine weitere Absenkung der Grenzwerte für beispielsweise NO_x, SO₂ vorsieht, besteht in Ungarn ein umfassendes Regelwerk mit empfindlichen Pönalen im Falle von Grenzwertüberschreitungen. Für die Kraftwerksbetreiber ist daher nicht nur

eine Verschärfung des CO₂-Regimes sondern auch der übrigen Emissionsparameter für die Fortführung einer genehmigungskonformen bzw. wirtschaftlichen Stromerzeugung von Bedeutung.

Unter dem Einfluss der zuvor genannten energie-/umweltpolitischen Rahmenbedingungen bestimmen letztendlich die Strompreise das Stromerzeugungsniveau bzw. die Stromerzeugungsstrategien entsprechend der sich einstellenden „Merit Order“. Vor dem Hintergrund der von der EU forcierten Strommarktliberalisierung und der hieraus resultierenden Aufhebung der im Zuge der Privatisierung abgeschlossenen langfristigen Stromlieferverträge (PPA's) ist davon auszugehen, dass sich auch in Ungarn langfristig das Strompreisniveau an Westeuropa angleichen wird und damit auch der Wettbewerbsdruck für die Stromerzeuger steigt.

3.2 Strategie der zukünftigen Kraftwerksentwicklungen

Zur Aufrechterhaltung der Stromerzeugungskapazität und zur langfristigen Verbesserung der Regelfähigkeit des Kraftwerkes wurde bereits Mitte des vergangenen Jahrzehntes der Volllast-Betrieb der 2 x 100 MW Blöcke durch ein Retrofit-Programm einschließlich Leistungserhöhung der REA um rd. 10 Jahre, d.h. bis Mitte der 10er Jahre verlängert und zwei Vorschaltgasturbinen installiert. (vgl. Kapitel 2.3)

Demgegenüber konnte in der Vergangenheit hinsichtlich der langfristigen Erneuerung des Kraftwerksparks durch den Bau von weiteren Blockeinheiten insbesondere aufgrund unsicherer energiepolitischer Rahmenbedingungen keine Investitionsentscheidungen getroffen werden. Als grundsätzliche Entwicklungsalternativen kommen der Um- und Neubau von weiteren Blockeinheiten auf Lignit- oder Gasbasis in Frage.

Abgeleitet aus den energiewirtschaftlichen und –politischen Rahmenbedingungen sind bei der Entwicklungsstrategie insbesondere nachfolgende auf den eingesetzten Brennstoff bezogene Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Mit zunehmender Strommarktliberalisierung ohne langfristige Absicherung der Stromlieferungen (PPA's) sollte der Kraftwerksbetrieb auch unter Berücksichtigung der steigenden Windenergieeinspeisung und den sich in Peak-Zeiten ergebenden Marktchancen flexibel aufgestellt sein. Grundsätzliche Voraussetzung hierzu ist ein zuverlässiger Kraftwerksbetrieb mit **hoher Verfügbarkeit und hohen Wirkungsgraden**. Demzufolge sind außerplanmäßige Stillstände und Minderlast möglichst auszuschließen.
- Auch im Hinblick auf den **Brennstoffmix** sollte eine möglichst große Flexibilität erreicht werden. Dies betrifft im wesentlichen die Möglichkeiten zur Mitverbrennung von Biomassen oder anderen Abfallstoffen, die technologisch in Abhängigkeit von der Feuerungstechnik auf rd. 20 % bis 30 % der Feuerwärmeleistung begrenzt ist und in jedem Fall einen vorausschauenden Brennstoffeinsatz erfordert. Bzgl. der Feuerungstechnik ist bei Neubauvorhaben grundsätzlich zu berücksichtigen, dass die Wirbelschichtfeuerung einen höheren Mitverbrennungsanteil erlaubt als die Staubfeuerung.
- Die **Emissionen** des Kraftwerks müssen beispielsweise durch technische Nachrüstungen den sich verschärfenden Grenzwerten folgen, wobei für den

optimalen Betrieb der Rauchgasreinigung auch eine brennstoffbezogene Betriebssteuerung unterstützend wirkt.

- Der **CO₂-Emissionshandel** rückt Emissionsfaktor (Kohlenstoffgehalt) des Lignits als neuen Parameter der Qualitätsbeurteilung des Brennstoffes in den Fokus und bedingt zudem ein zuverlässiges (auditiertes) Reporting zur Kohlequalität.

3.3 Strategie der zukünftigen Tagebauentwicklungen

Die Bergbauaktivitäten sind entsprechend der zuvor aufgezeigten kraftwerksseitigen Entwicklungen (vgl. Kapitel 3.2) auf eine den Bedürfnissen des Kraftwerkes angepasste, sichere und kostengünstige Rohstoffversorgung auszurichten.

Die optimale Auslastung der Stromerzeugungskapazitäten stellt dabei auch Anforderungen an die Qualität der bereitzustellenden Kohlen. Insbesondere ist die in die Kessel eingebrachte Schwefelmenge zu begrenzen, um auch nach der Leistungserhöhung der REA (vgl. Kapitel 2.3) Grenzwertüberschreitungen der Schwefeldioxidemissionen auszuschließen. Dies kann im Volllastbetrieb zu Begrenzungen des aus dem Tagebau Bükkábrány geförderten Lignits führen, da dieser im Vergleich zu dem Lignit aus dem Tagebau Visonta um rd. 30 % höheren Schwefelgehalt (vgl. Kapitel 2.1) aufweist.

Die die Strategie der zukünftigen Tagebauentwicklung maßgebenden Planungsgrundlagen werden tagebauseitig durch die Lagerstättensituation der Abbaufelder und die verfügbaren Gewinnungs- und Förderkapazitäten einschließlich deren Anlagentechnik bestimmt.

Für die langfristige Kohleversorgung des Kraftwerkes steht auch unter genehmigungsrechtlichen Gesichtspunkten in den Abbaufeldern Visonta und Bükkábrány eine abgesicherte Rohstoffbasis zur Verfügung. Jedoch sind für die weitere Entwicklung der Abbaufelder bereits im Mittelfristzeitraum Investitionsentscheidungen zu treffen. Die Optionen der Lagerstättenentwicklung im Abbaufeld Bükkábrány werden im wesentlichen durch die Verlegung der das Abbaufeld querenden Bahnlinie Budapest-Miskolc bestimmt (vgl. Kapitel 2.1.2). Im Abbaufeld Visonta ist etwa Anfang des nächsten Jahrzehnts rechtzeitig vor Auskohlung des Feldesteiles Süd über einen Aufschluss des Anschlussfeldes Ost II zu entscheiden (vgl. Kapitel 2.1.2).

Im Zuge der Entwicklungsstrategie der Abbaufelder werden die Tagebauplanungen durch eine Intensivierung der Lagerstättenauswertung begleitet, die neben einer Verdichtung der Kohlequalitätsparameter auch die Auswirkungen der sich verändernden Lagerstätte auf die Abbauführung (z.B. Flözaufspaltung im Tagebau Bükkábrány) und das Leistungsverhalten der Anlagentechnik betrachtet.

4 Erfolgskritische Faktoren für eine qualitätsorientierte Kraftwerksbekohlung

Im Hinblick auf die Kohleverwendung sind die wesentlichen Qualitätsparameter der Rohbraunkohlen Heizwert, Schwefelgehalt und Aschegehalt sowie Aschezusammensetzung in Bezug auf die Alkalielemente Natrium und Kalium sowie Eisen und Silizium. Für die der Verbrennung der Kohle vorlaufende mechanische Bearbeitung, d.h. der Zerkleinerung in Brecheranlagen und Mühlen, sind darüber hinaus neben dem Aschegehalt noch die enthaltenen Holzbestandteile (Xylit) der Rohkohlen zu berücksichtigen. Entstehungsgeschichtlich variieren die Qualitätseigenschaften nicht nur zwischen den verschiedenen Braunkohlelagerstätten sondern auch innerhalb einer Lagerstätte je nach Flöz- und Lagerstättenbereich erheblich.

Die Kenntnis über die Wirkung der Kohlequalitätseigenschaften im Kraftwerks- bzw. Verbrennungsprozess einerseits und die Einflussmöglichkeiten der Abbau- und Gewinnungstechnologie auf die Qualitätseigenschaften der Kohle andererseits ist daher Grundlage für eine zielgerichtete Prozesssteuerung von der Gewinnung im Tagebau bis hin zur Verbrennung in den Dampferzeugern.

4.1 Kohleeigenschaften und ihre Wirkung im Verbrennungsprozess des Kraftwerkes

Aufgrund der lagerstättenbezogen deutlich unterschiedlichen Qualitätseigenschaften von Braunkohlen werden die Kraftwerkskessel in ihrer Bauart grundsätzlich auf ein Qualitätsband der verwendeten Kohlen ausgelegt. Große Schwankungen innerhalb bzw. insbesondere außerhalb dieses Qualitätsbandes führen folglich zu Störungen im Kraftwerksbetrieb, die bisweilen erhebliche betriebswirtschaftliche Folgen haben können.

Bei der Mátra Kraftwerke G.AG werden die Rohkohlen vor einer Zuführung in die staubgefeuerten Zweizugkessel zunächst in tagebauseitigen Brecheranlage auf eine Korngröße ≤ 60 mm und anschließend in den Prallmühlen des Kraftwerks auf ≤ 1 mm zerkleinert. Da die Brecheranlagen und Prallmühlen empfindlich gegenüber faserige Holzbestandteile sind, werden diese in den Brecheranlagen entsprechend aussortiert. In den Hammermühlen des Kraftwerks wirken eine möglichst effektive Vorzerkleinerung der Kohle und eine möglichst niedriger sekundärer Aschgehalt einem abrasiven **Mühlenverschleiß** entgegen.

An den Heizflächen der Kesseln auftretende **Verschlackungen und Verschmutzungen** üben den größten Einfluss auf den Kraftwerksbetrieb aus, da sie zum einen den Wärmeübergang an den Heizflächenrohren und damit den Wirkungsgrad verringern und zum anderen auch durch Kesselbeschädigungen in Folge sich lösender Schlacken zu teilweise außerplanmäßigen Reparatur- bzw. Reinigungsstillständen führen.

Über die grundlegenden Mechanismen beim Ansatzbildungsverhalten liegen umfangreiche Erkenntnisse im rheinischen Braunkohlerevier aus zahlreichen Labor- und Betriebsversuchen vor [5].

Kritische, den Wärmeübergang an den Heizflächen behindernde Verschmutzungen entstehen bevorzugt dann, wenn bestimmte Kombinationen chemisch physikalischer Parameter zusammentreffen. Besonders kritisch reagieren hohe Gehalte an Eisen oder alkalischen Elementen in Verbindung mit quarzhaltigen

Aschen und hohen Heizwerten. Hierbei können die Ascheschmelzpunkte im Extremfall auf unter 900 °C absinken und Verschlackungen auf den Heizflächen des Dampferzeugers und nachfolgenden Berührungsheizflächen auslösen. Dieser Prozess wird noch begünstigt durch eine unterstöchiometrische Luftzahl bei der Verbrennung, wie sie zur Reduzierung der NO_x-Gasmengen im Dampferzeuger bereichsweise üblich ist. In den Hochtemperaturzonen des Dampferzeugers, der Brennkammer und den ersten Berührungsheizflächen besteht dann die Gefahr der silikatischen Verschlackung, gefolgt von sulfatisch-basierten, ggf. versinterten Verschmutzungen an den nachfolgenden, kühleren Heizflächen im Rauchgaszug. In den nachfolgenden „kalten“ Bereichen des Dampferzeugers kommt es zu sulfatisch-oxidischen Ablagerungen weitestgehend abreagierten Aschebestandteilen in loser Konsistenz. Mit mehr als 50 % bildet Anhydrit (CaSO₄) die Hauptkomponente der Ansätze auf den Heizflächen und fungiert überdies im Gefügebau der Verschmutzungen als Grundmatrix. In Kombination mit den die Verfestigung beeinflussenden Natriumgehalten und Temperatureinwirkzeiten bestimmt Anhydrit maßgeblich die Porosität, die Härte, das thermische Verhalten und die mechanische Stabilität der Ansätze auf den Heizflächenrohren.

Auch wenn die Schlackebildung in den Kesseln der Mátra Kraftwerke G.AG trotz der hohen Aschegehalte der Rohkohlen aufgrund der heizwertbedingten niedrigeren Verbrennungstemperaturen eine im Vergleich zum rheinischen Braunkohlerevier deutlich untergeordnete Rolle spielt, so ergeben sich auch hier Einflussmöglichkeiten in der Betriebssteuerung des Kraftwerksprozesses zur Begrenzung reinigungsbedingter Stillstandszeiten.

Eine deutliche Absenkung des Heizwertes bzw. Anstieg des Wassergehaltes in den Kohlen führt bei der Mátra Kraftwerke G.AG bisweilen dazu, dass der Verbrennungsprozess durch die **Zuführung von Öl** unterstützt werden muss, der im Vergleich zur Rohbraunkohle deutlich teurer zugekauft werden muss. In der Summe werden bei der Mátra Kraftwerke G.AG jährlich rd. 10.000 t Öl für die An- und Stützfeuerung in den Kraftwerkskesseln eingesetzt.

Entsprechend der in Ungarn geltenden Rechtsvorschriften sind bei der **Rauchgasreinigung** der Mátra Kraftwerke G.AG für SO₂ und NO_x derzeit 200 mg/m³ als Emissionsgrenzwert einzuhalten, was durch die seit 2002 betriebene Rauchgasentschwefelungsanlage auch grundsätzlich gewährleistet ist. Diese wird jedoch trotz der im Zusammenhang mit dem Weiterbetrieb der 2 x 100 MW Blöcke durch eine Erhöhung der Ventilatorleistung und einen Adipinsäurezusatz erreichte Leistungserhöhung beim einer Volllastauslastung des Kraftwerks an ihrer Kapazitätsgrenze betrieben. Schwankungen beim Schwefelgehalt der eingesetzten Rohkohlen sind daher zum optimalen Betrieb der REA auch im Sinne eines möglichst geringen Kalkverbrauchs möglichst zu vermeiden. Derzeit bezieht die Mátra Kraftwerke G.AG jährlich rd. 370.000 t Kalksteinmehl für den Betrieb der Rauchgasentschwefelungsanlage.

4.2 Wirkung der Abbau- und Gewinnungstechnologie auf die Qualitätseigenschaften der Kohle

Neben der natürlich bedingten Verteilung der Inhaltsstoffe im Flöz wird die Förderkohle bei der anzustrebenden möglichst vollständigen Gewinnung der Lagerstätte auch durch abbaubedingte Beimischungen von Sedimenten während des Gewinnungsprozesses qualitativ verändert. Sogenannte sekundäre Aschebeimengungen sind im Interesse einer Minimierung des Mühlenverschleißes und von Kesselverunreinigungen/-verschlackungen (vgl. Kapitel 4.1) zu vermeiden.

Eine möglichst **selektive Gewinnung** der Kohleflöze mit trennflächenscharfen Aushalten der Hangend- und Liegendpartien sowie von Zwischenmittel steht daher im besonderen Fokus des Tagebaubetriebes. Diese wird zum einen durch die Ausprägung der Lagerstätte in Bezug auf die Mächtigkeit der Kohleflöze und Zwischenmittel sowie in Bezug auf die Lagerung der Flözpartien (Welligkeit der Flöze, Störungen) bestimmt und zum anderen durch die eingesetzte Gewinnungstechnologie begrenzt. Der selektive Abbau der Kohleflöze wird daher regelmäßig durch begleitende Hilfsgeräte-/Planiereinsätze auch im Sinne einer Minimierung der Abbauverluste unterstützt. Im Vergleich der auch bei der Mátra Kraftwerke G.AG eingesetzten Gewinnungsgeräte (vgl. Kapitel 2.2) ist die Selektivität der Eimerkettenbagger gegenüber den Schaufelradbaggern aufgrund der geringen Flexibilität der Eimerleiter grundsätzlich geringer. Unabhängig von der eingesetzten Gewinnungstechnologie sinkt mit zunehmender Selektivität die kapazitive Auslastung, so dass ein Mehrflözbetrieb mit häufig wechselnden Lagerungsverhältnissen im allgemeinen eine niedrigere Gesamtauslastung zu verzeichnen hat.

Kohlequalitätsunterschiede innerhalb der Lagerstätte können durch eine entsprechende **Abbauführung bzw. -planung** ausgeglichen werden. Gegenüber einem Schwenkbetrieb bietet diesbezüglich der Parallelbetrieb Vorteile, da hier die Kohlequalitäten gleichmäßig anfallen.

Bezüglich des Abbaubetriebes ist grundsätzlich festzustellen, dass mit abnehmenden Betriebspunkten, beispielsweise bei einem Einflöztagebau, ausreichende **Bunkerkapazitäten** zur Reservehaltung und Vergleichmäßigung der Kohlegewinnung vorzuhalten sind.

In den beiden Tagebauen Visonta und Bükkábrány (vgl. Kapitel 2.2) sowie der kraftwerkseitigen Versorgungseinrichtungen (vgl. Kapitel 2.3) der Mátra Kraftwerke G.AG ergeben sich aus der Infrastruktur durch die in der Kohleförderung je Tagebau eingesetzten 2 bis 3 Gewinnungsgeräte und den in den drei verfügbaren Bunkern vorhandenen Bunkervolumen von insgesamt rd. 200.000 t grundsätzlich ausreichende Möglichkeiten für eine mengen- und qualitätsgesteuerte Kohlelogistik.

4.3 Informationsbedarf für eine qualitätsorientierte Betriebssteuerung

Abgeleitet aus den Auswirkungen der Kohleeigenschaften auf die Betriebsprozesse im Kraftwerke (vgl. Kapitel 4.1) und den Möglichkeiten der Abbau- und Gewinnungstechnologien (vgl. Kapitel 4.2) sind somit für die Mátra Kraftwerke G.AG nachfolgende Qualitätseigenschaften für eine qualitätsorientierte Betriebssteuerung des Kraftwerkseinsatzes von Bedeutung und werden dementsprechend auch erfasst:

- Heizwert [kJ/kg],
- Aschegehalt [%],
- Schwefelgehalt [%].

5 Analyse der Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften der Kohleflöze

Bei der wirtschaftlichen Bewertung von Kohle- bzw. Braunkohlelagerstätten sind auch für die Auswahl der Kraftwerkstechnologie insbesondere die Kohlequalitätsparameter und deren Einfluss auf den Verbrennungs- und Betriebsprozess im Kraftwerk zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 4).

In Anbetracht des mit einer weit reichenden Lagerstätten erkundung verbundenen Investitionsaufwandes erscheint es daher zweckmäßig, ausgehend von bekannten Betriebs- und Lagerstättendaten Rückschlüsse auf später abzubauenen Lagerstättenbereiche zu ziehen, um hier den Abbauszuschnitt und die Abbautechnologie unter Berücksichtigung der Kraftwerkstechnologie zu optimieren.

5.1 Lagerstätten erkundung und -bewertung

Im Rahmen der geologischen Erkundung von Kohlelagerstätten werden im allgemeinen mit Analyse der **Kernbohrproben** die charakteristische Parameter der Flöze – dies sind in erster Linie die Heizwerte sowie die Asche-, Wasser- und Schwefelgehalte – festgestellt.



Bohrkerne:

- Bohrraster rd. 350 m x 350 m
- Kernbohrungen mit Ø 116 mm
- Ausbringung rd. 95 %
- Ansprache/Aufzeichnung der Bohrkerne durch Geologen innerhalb 1 Tages
- Geophysikalische Bohrlochvermessung

Schlitzproben:

- **Untersuchungsdichte:**
 - alle 50 bis 100 m
 - 80 – 150 Proben/km²
- Schlitzlänge orientiert sich mit rd. 0,1 bis 1 m an Flöz/Bankmächtigkeit
- Probenahme am „frisch“ angeschnittenen Kohleflöz

Abbildung 8: Lagerstätten erkundung mittels Kernbohrungen und Schlitzproben

Bei der Mátra Kraftwerke G.AG wurden die Lagerstätten Visonta und Bükkábrány schwerpunktmäßig in den 60er Jahren in einem Bohrraster von rd. 350 x 350 m durch Kernbohrungen mit einem Durchmesser von 116 mm und einem Kernaussbringen von rd. 95 % erkundet (vgl. Kapitel 2.1). Im Zuge des weiteren Abbaufortschritts wird das Bohrraster bedarfsweise weiter verdichtet. In Ergänzung zu der Bohrkernansprache sind die Bohrlöcher zudem noch geophysikalisch

vermessen. Die Aufzeichnung der visuell anzusprechenden Bohrkern Daten erfolgt unmittelbar nach der Gewinnung der Bohrkern. Die Kerne aus den flözföhrnden Schichten werden bis zu deren Analyse in Plastiktöten bei maximalen Längen von 50 cm gelagert. (vgl. Abbildung 8)

Im Zuge des Abbaus werden mit der Freilegung der Kohleflöze für die weiteren Analysen sog. **Schlitzproben** alle rd. 50 bis 100 m am frisch angeschnittenen Kohlestoß entnommen, wodurch eine Untersuchungsichte von rd. 80 150 Proben je km² erreicht wird. Die Schlitzlänge orientiert sich an der Flöz- bzw. Bankmächtigkeit und beläuft sich im allgemeinen auf 0,1 bis 1 m, wobei eine Schlitztiefe von rd. 0,3 m angestrebt wird. Auch die Schlitzproben werden bis zu Laboranalyse luftdicht in Plastiktöten verpackt.

Ergänzend zu dieser lagerstättenbezogenen Erkundung der Kohlequalitätsparameter werden noch aus dem Förderstrom automatisch Proben entnommen (vgl. Kapitel 2.3). Der gesamte Analyseumfang der Qualitätsbestimmung der bei der Mátra Kraftwerke G.AG eingesetzten Kohlen ist zusammenfassend in Abbildung wiedergegeben.

	Wassergehalt [%]	Aschegehalt [%] ¹⁾	Heizwert [kJ/kg]	Schwefelgehalt [%]	Dichte [kg/m ³]
Bohrkerne	X	X	X	X	X
Schlitzproben	X	X	X	X	X
Förderstrom	X	X	X	X	

1) z.T. ergänzt um Analyse der Aschezusammensetzung

Abbildung 9: Analyseumfang der Qualitätsbestimmung

Die Informationen aus den Erkundungsbohrungen sind in dem bei der Mátra Kraftwerke G.AG auf verwendete Lagerstättenmodell eingepflegt und werden bedarfsweise auf Basis verdichteter Untersuchungsbohrungen und der Schlitzproben verdichtet.

Die aus dem Förderstrom automatisch entnommenen Proben dienen primär dem Reporting der CO₂-Emissionsdaten. Sie werden jedoch auch zur Validierung der Lagerstätteninformationen genutzt.

5.2 Ziel und Methodik der Untersuchung

Die Gewinnung der Bohrkerne bzw. Schlitzproben erfolgt unter verschiedenen Bedingungen. Während die „in-situ“ stattfindenden Kernbohrung durch das Bohrverfahren und hier insbesondere durch die verwendete Bohrspülung beeinflusst wird, ist die durch Schlitzproben gewonnene Kohle verschiedenen Umweltwirkungen (Sonnenschein, Wasser, Wind) ausgesetzt. Unterschiedliche Arten der Probeentnahme resultieren dabei teilweise in verschiedenen Ergebnissen bei den aus gleichen Lagerstättenbereichen stammenden Proben.

Durch eine Analyse der Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften anhand der der Bohrerdaten einerseits und Schlitzproben andererseits sollen mögliche mathematischen Gesetzmäßigkeiten untersucht werden, um auf Basis der durch die Laboruntersuchung ermittelten Ergebnisse auf andere Qualitätsmerkmale zu schließen bzw. die vorhandenen Daten insgesamt zu validieren und damit die „Stabilität“ der vorliegenden Lagerstätteninformationen insgesamt zu verbessern. Dies ist insofern von Interesse, da sich einzelne Merkmale, wie z.B. der Wassergehalt, während der kürzeren/längeren Zeit der Lagerung, des Transportes und der Aufbereitung der Bohrkerne wesentlich verändern können, während anderer Merkmale, wie z.B. Aschegehalt allenfalls unwesentlichen Veränderungen durch die Probeentnahme und -analyse unterworfen ist.

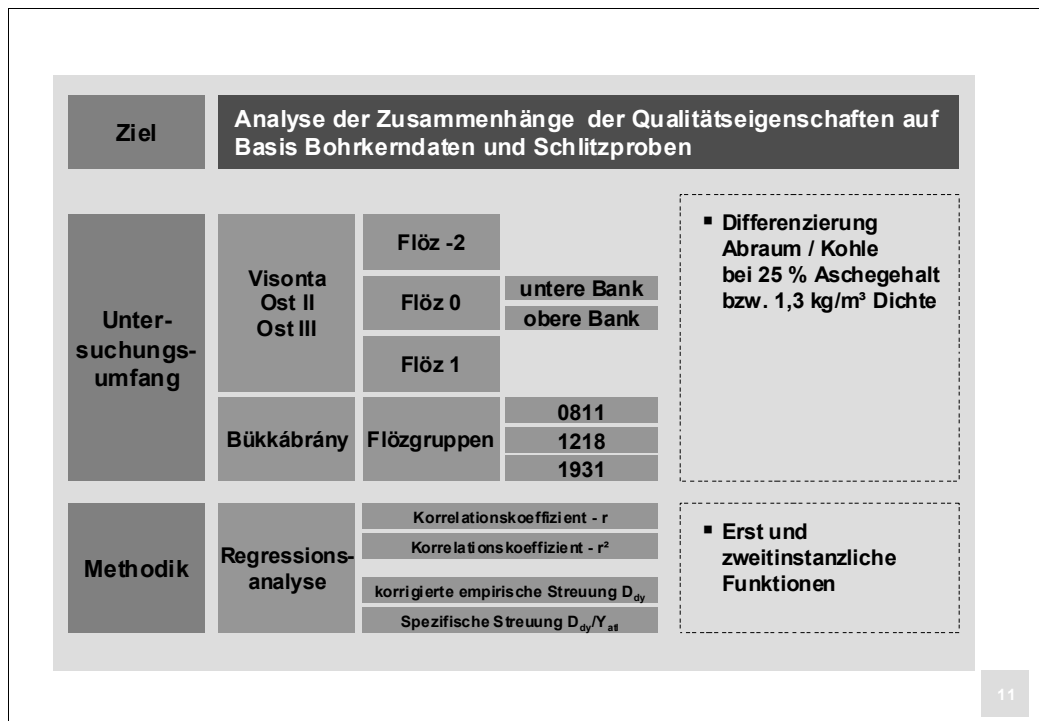


Abbildung 10: Ziel und Methodik der Untersuchungen

Methodisch wird dabei die Regressionsanalyse angewendet, so dass mögliche statistische Beziehungen zwischen einer abhängigen und einer oder mehrerer unabhängiger Variablen, in diesem Fall Qualitätsmerkmale, aufgezeigt werden können. Zur Bewertung des Zusammenhanges wird zum einen der Korrelationskoeffizient, der für Werte nahe ± 1 auf einen hohen und für Werte nahe 0 auf keinen linearen Zusammenhang schließen lässt, herangezogen. Zudem wird als Bestimmtheitsmaß das Quadrat des Korrelationskoeffizienten gebildet, der in erster Näherung angibt, wie viel Prozent der Varianz, d.h. an Unterschieden der einen Variable durch Unterschiede der anderen Variable erklärt werden können

(z.B. bei $r = 0,8$ bzw. $r^2 = 0,64$ werden 64% der der gesamten auftretenden Varianz im Hinblick auf einen statistischen Zusammenhang erklärt). Mit Rücksicht darauf, dass in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit bzw. Auswertung der Datenmengen der Regressionskoeffizient kein reales Ergebnis sicherstellt, wurden zudem noch die korrigierte empirische Streuung und die spezifische Werte der korrigierten empirischen Streuung ermittelt. (vgl. Abbildung 10)

Die verwendeten Grunddaten der nachfolgenden Analyse möglicher Zusammenhänge bei den Qualitätsparameter der Kohleflöze bilden die im Abbaufeld Bükkábrány sowie in den Abbaufeldern Visonta Ost II und Ost III entnommenen Lagerstätteninformationen, wobei sich die Auswertung auf die bauwürdigen Flözgruppen konzentriert (vgl. Abbildung 10). Für das Abbaufeld Visonta - Ost II stehen für die Analyse sowohl die Daten der Bohrkernproben aus der geologischen Erkundung als auch die Daten der im Zuge des Abbaus entnommenen Schlitzproben zur Verfügung.

Die Daten der Erkundungsbohrungen entstammen der Datenbank der Abteilung Geologie der Mátra Kraftwerk G. AG. Die bearbeitete Datenmenge ist im Bericht des Lehrstuhls Bergbau und Geotechnik der Universität Miskolc „Der optimale Feldeszuschnitt des geplanten Tagebaus Ostfeld-III Visonta“ (Forschungs-Teilbericht) Miskolc, August 2004 enthalten [6].

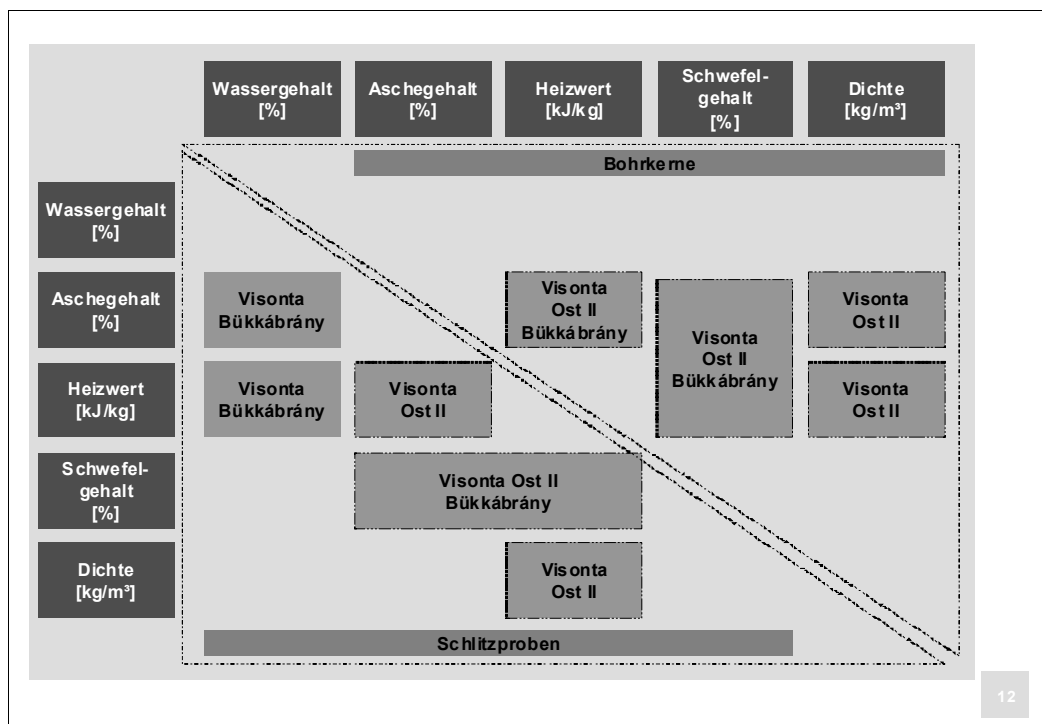


Abbildung 11: betrachtete Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften

Im Rahmen der Analyse wird die Änderung der sog. trockenen Heizwerte und Aschegehaltswerte untersucht. Bei Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Bohrkernndaten aus sämtlichen Bohrungen stammen; also auch nicht abbauwürdig eingestufte bzw. technologisch nicht gewinnbare Bereich charakterisieren. Die Daten der Schlitzproben hingegen stammen naturgemäß ausschließlich aus abgebauten bzw. abbauwürdigen Bereichen. Es ist daher anzunehmen, dass die Schlitzproben grundsätzlich bessere Qualitätsparameter zeigen.

Zur besseren Berücksichtigung der abbauwürdigen Flözpartien wurden die Datenmengen zum Teil nochmals auf Basis eines Aschegehaltes von 25 % oder einer Dichte von 1,3 t/m³ separiert und gesondert betrachtet.

Die auf diese Weise im Folgenden betrachteten Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften in den verschiedenen Abbaufeldern auf Basis der Bohrkerne und Schlitzproben ist zusammenfassen in der Abbildung 11 dargestellt.

5.3 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Aschegehalt und der Dichte der Lignitflöze auf Basis der Bohrkerndaten

Bei der Dichte der Kohleflöze ist physikalisch ein Zusammenhang zwischen dem Verhältnis der brennbaren Materialien, der Abraumkomponenten und des Wassergehaltes anzunehmen. Bei den brennbaren Bestandteilen und dem Abraum wird vorausgesetzt, dass diese innerhalb je eines Flözes unabhängig vom Wassergehalt der einzelnen Proben gleich sind und daher die Dichte ein vom innerhalb der Kohlenflözprobe mit einem Einheitsvolumen vorhandenen Volumenverhältnis unabhängiger Wert ist.

Unter Berücksichtigung dieser Bedingungen bzw. Überlegungen ergeben sich in den Proben die Mengen der Abraummaterialien m_m , des Wassergehaltes m_v , des Brennbaren m_c , und der Dichte-Werte ρ_m , ρ_v , ρ_e . Die Dichte der erwähnten Materialien ist als konstant anzunehmen und beschreibt die Volumen-Werte V_m , V_v und V_c .

Das Massenverhältnis p_m der die nicht brennbaren Stoffe enthaltenden Aschen beträgt somit:

$$p_m = \frac{m_m}{m_m + m_v + m_c} = \frac{1}{1 + \frac{m_v + m_c}{m_m}}$$

Da der Feuchtigkeitsgehalt p_v als konstant anzusehen ist, gilt:

$$p_v = \frac{m_v}{m_m + m_v + m_c} = 0.482$$

$$0.52m_v = 0.48(m_m + m_c)$$

$$m_v = \frac{0.48}{0.52}(m_m + m_c) = 0.92308(m_m + m_c)$$

$$\frac{0.48}{0.52} = .92308$$

$$p_m = \frac{1}{1 + \frac{m_v + m_c}{m_m}} = \frac{1}{1 + \frac{0.92308(m_m + m_c) + m_c}{m_m}} = \frac{m_m}{1.92308(m_m + m_c)} = \frac{1}{1.92308(1 + \frac{m_c}{m_m})}$$

Die im Einheitsvolumen enthaltenen Massen ergeben die Dichte p_{sz} der Kohlenprobe:

$$\rho_{sz} = \frac{m_m + m_v + m_c}{V_m + V_v + V_c + V_p} = m_m + m_v + m_c$$

$$\rho_{sz} = 1.92308(m_m + m_c)$$

$$p_m = \frac{m_m}{\rho_{sz}}$$

$$\frac{\rho_{sz}}{m_m + m_v + m_e} = \frac{m_m}{m_m + m_v + m_e} + \frac{m_v}{m_m + m_v + m_e} + \frac{m_e}{m_m + m_v + m_e} = p_m + p_v + p_e$$

$$\frac{\rho_{sz}}{m_m + m_v + m_e} = p_m + p_v + p_e$$

$$\frac{\rho_{sz}}{1.92308(m_m + m_c)} = p_m + p_v + p_e$$

$$1 = V_m + V_v + V_e$$

$$1 = \frac{m_m}{\rho_m} + V_v + V_e = \frac{m_m}{\rho_m} + m_v + \frac{m_e}{\rho_e}$$

$$m_v = 0.92308(m_m + m_c)$$

$$1 = Am_m + Bm_c$$

$$A = \frac{1}{\rho_m} + 0.92308; \quad B = \frac{1}{\rho_e} + 0.92308$$

$$p_m = \frac{m_m}{\rho_{sz}}$$

$$\rho_{sz} = 1.92308(m_m + m_c)$$

$$\frac{\rho_{sz}}{1.92308} - m_m = m_c$$

$$1 = Am_m + B\left(\frac{\rho_{sz}}{1.92308} - m_m\right)$$

$$B\frac{\rho_{sz}}{1.92308} = 1 - Am_m + Bm_m$$

$$\rho_{sz} = \frac{1.92308}{B}[1 + (B - A)m_m]$$

$$p_m = \frac{m_m}{\rho_{sz}}$$

$$\rho_{sz} = \frac{1.92308}{B} [1 + (B - A) p_m \rho_{sz}]$$

$$\rho_{sz} = p_m \rho_{sz} 1.92308 \left(1 - \frac{A}{B}\right) + \frac{1.92308}{B}$$

Auf Basis der vorgestellten Ableitung ist der Charakter der den Zusammenhang des Aschegehaltes und der Dichte beschreibenden Funktion mit der folgenden Gleichung anzunähern:

$$y = bxy + a$$

$$y(1 - bx) = a$$

$$y = \frac{a}{(1 - bx)}$$

Die bezifferten (quantitativen) Zusammenhänge werden mit der gewöhnlichen Korrelationsberechnungsmethode bestimmt.

Die Regressionsparameter der Funktionen des Aschegehaltes und der Dichte wurden entsprechend der angegebenen Methodik anhand der Daten des Tagebaus **Visonta Ost II** festgestellt, ebenso deren Durchschnittswerte ($x_{\text{ätl}}$, $y_{\text{ätl}}$), die korrigierte empirische Streuung (D_{dy}) und deren spezifischen Werte ($D_{\text{dy}}/D_{\text{ätl}}$) sowie der Korrelationskoeffizient (r , r^2). Die Regressionsfunktionen wurden dabei auf die Daten der Flöze Ost II, -2, 0 obere Bank, 0 untere Bank, Flöz 0 Gesamtdaten, Flöz I und auf die Gesamtdaten (-2, 0/f, 0/a, 0 und I.) bezogen. Die Angaben bzw. die abgeleiteten Funktionen für die auf alle Flöze sowie Flöz -2 bezogenen Werte sind der Abbildung 12 zu entnehmen.

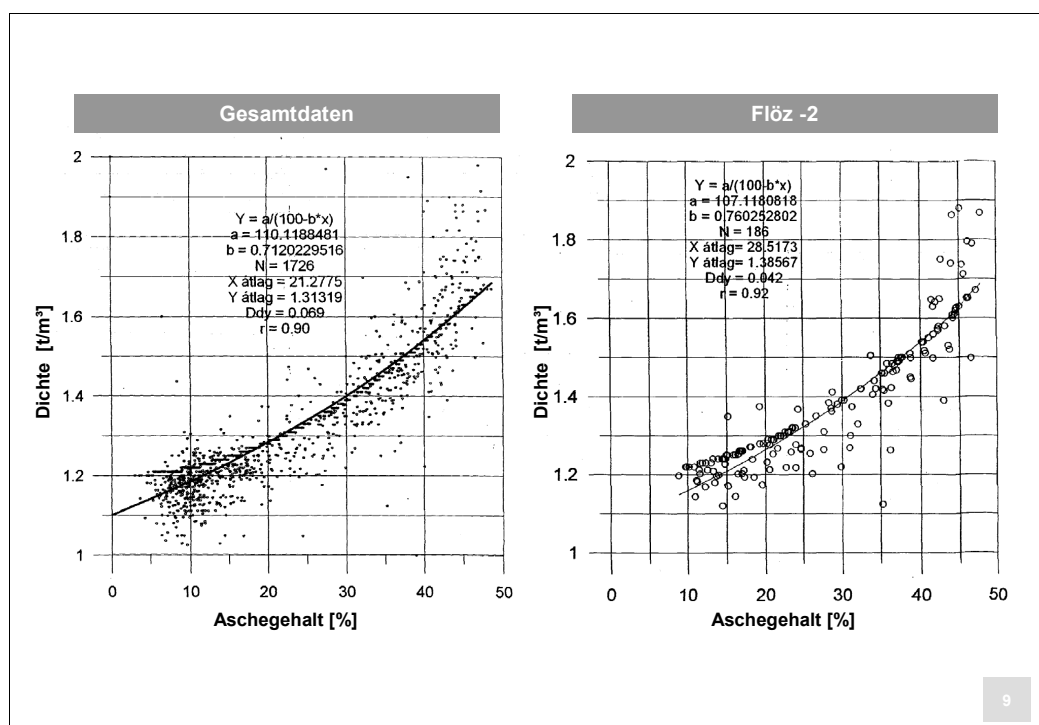


Abbildung 12: Regressionsfunktion von Dichte und Aschegehalt

Die Daten der einzelnen Flöze zeigen annähernd die gleichen Regressionsparameter. Der spezifische Wert der korrigierten empirischen Streuung beträgt 4,5–5,5%, der Korrelationskoeffizient (r, r^2) liegt mit $r = 0,90-0,92$ bzw. $r^2 = 0,82-0,85$ verhältnismäßig hoch.

Der Zusammenhang zwischen Aschegehalt und Dichte wurde auch differenziert für „Kohle“ und „Abraum“ betrachtet, wobei die Klassifizierung als „Abraum“ bei einem Aschegehalt von 25% vorgenommen wurde. Die diesbezüglichen Regressionsfunktionen sind der Abbildung 13 zu entnehmen. Die dazugehörigen Regressionsmerkmale sind aus der Tabelle 3 ersichtlich.

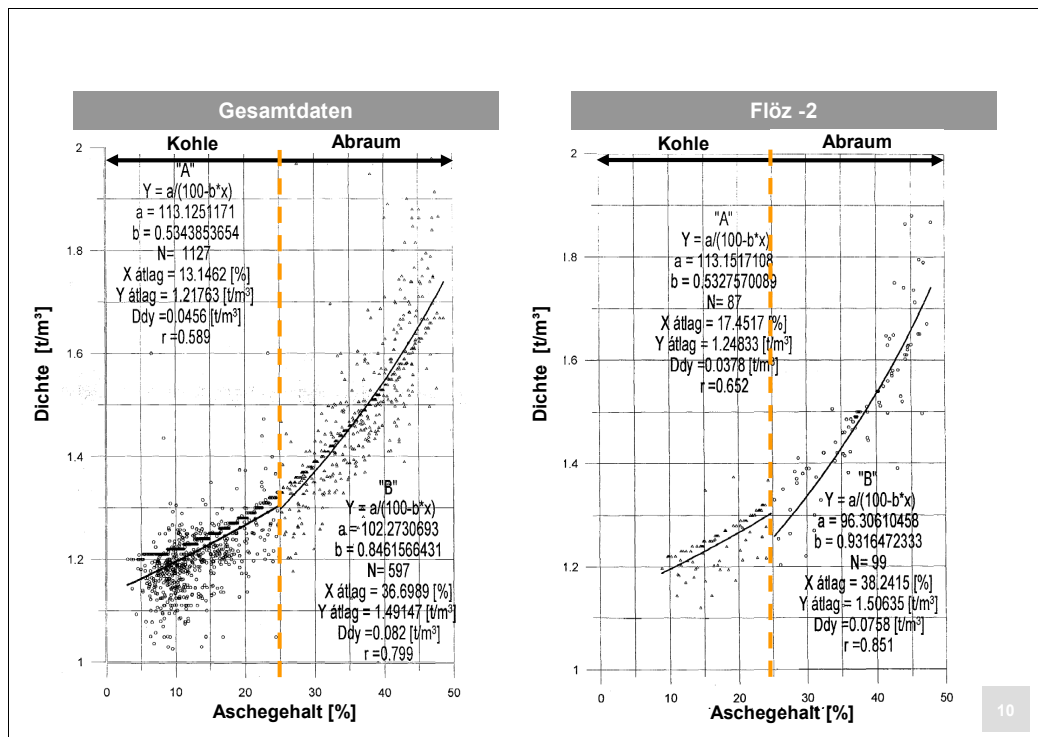


Abbildung 13: Regressionsfunktion von Dichte und Wassergehalt für „Abraum“ und „Kohle“

Der spezifische Wert der korrigierten empirischen Streuung der „Kohle“ ist mit 3,0-4,5% verhältnismäßig günstig; jedoch ist die Korrelation niedrig ($r = 0,5-0,65$, $r^2 = 0,25-0,42$). Für den „Abraum“ ist die spezifische Streuung höher (5,0-6,5%) und auch die Korrelation liegt im mittleren Bereich ($r = 0,78-0,85$, $r^2 = 0,66-0,72$).

Auf Basis der Analyse ist als **Ergebnis** festzuhalten, dass

- das Verhältnis Aschegehalt-Dichte bei den „Kohle“-Proben neben dem verhältnismäßig niedrigen Regressionskoeffizient ($r = 0,5-0,65$, $r^2 = 0,25-0,42$), durch eine verhältnismäßig niedrigere spezifische Streuung (3,74%) zu charakterisieren ist,
- bei Aschegehalten $> 25\%$ („Abraum“) der Korrelationskoeffizient ($r = 0,78-0,85$, $r^2 = 0,66-0,72$) und die spezifische Streuung (5,0-6,5%) durchschnittlich bis hoch sind,

- in der Gesamtbetrachtung der Daten ist die Korrelation verhältnismäßig günstig ($r = 0,903$, $r^2 = 0,815$), jedoch liegt die spezifische Streuung (5,28%) hoch.

Als **These (1)** ist somit festzustellen, dass die Ermittlung der zwei Parameter Aschegehalt und Dichte durch die Korrelationsmethode nach den Regressionscharakter des Funktionsverhältnisses von Aschegehalt und Dichte (bzw. Dichte-Aschegehalt) nicht zweckmäßig ist.

Ein belastbares Funktionsverhältnis von Aschegehalt und Dichte der Bohrerkerndaten besteht somit nicht.

Flöz	Korrigierte empirische Streuung D _{dy} [t/m³]	spezifische Streuung D _{dy} /Y _{ati} [%]	Korrelations-koeffizient	
			r	r²
Gesamtdaten				
-2	0,066	4,79	0,920	0,846
0 oberes	0,068	5,10	0,917	0,841
0 unteres	0,057	4,41	0,920	0,846
0	0,058	4,47	0,920	0,846
I.	0,071	4,42	0,911	0,830
Gesamtflöz	0,069	5,28	0,903	0,815
Kohle (Aschegehalt < 25 %)				
-2	0,038	3,03	0,652	0,425
0 oberes	0,054	4,47	0,494	0,244
0 unteres	0,044	3,64	0,573	0,328
0	0,046	3,79	0,566	0,32
I.	0,047	3,86	0,573	0,328
Gesamtflöz	0,046	3,74	0,589	0,347
Abraum (Aschegehalt > 25 %)				
-2	0,076	5,03	0,851	0,724
0 oberes	0,080	5,32	0,793	0,629
0 unteres	0,078	5,24	0,776	0,602
0	0,075	5,06	0,795	0,632
I.	0,096	6,40	0,783	0,613
Gesamtflöz	0,082	5,50	0,799	0,638

Tabelle 3: Regressionsmerkmale des Funktionszusammenhanges Aschegehalt und Dichte

5.4 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Heizwert und der Dichte auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobendaten

Zur Analyse des Zusammenhanges des Heizwertes und der Dichte der Flöze -2, 0_{obere Bank}, 0_{untere Bank}, 0_{Gesamt} und I wurden sowohl die Bohrkernndaten als auch die Schlitzproben herangezogen und neben der linearen Regression auch die zweitinstanzliche Funktion betrachtet.

Die Abbildung 14 zeigt den Zusammenhang Dichte-Heizwert der Gesamtdaten und von Flöz -2. Die entsprechenden Regressionsdaten sind in der Tabelle 4 zusammengefasst.

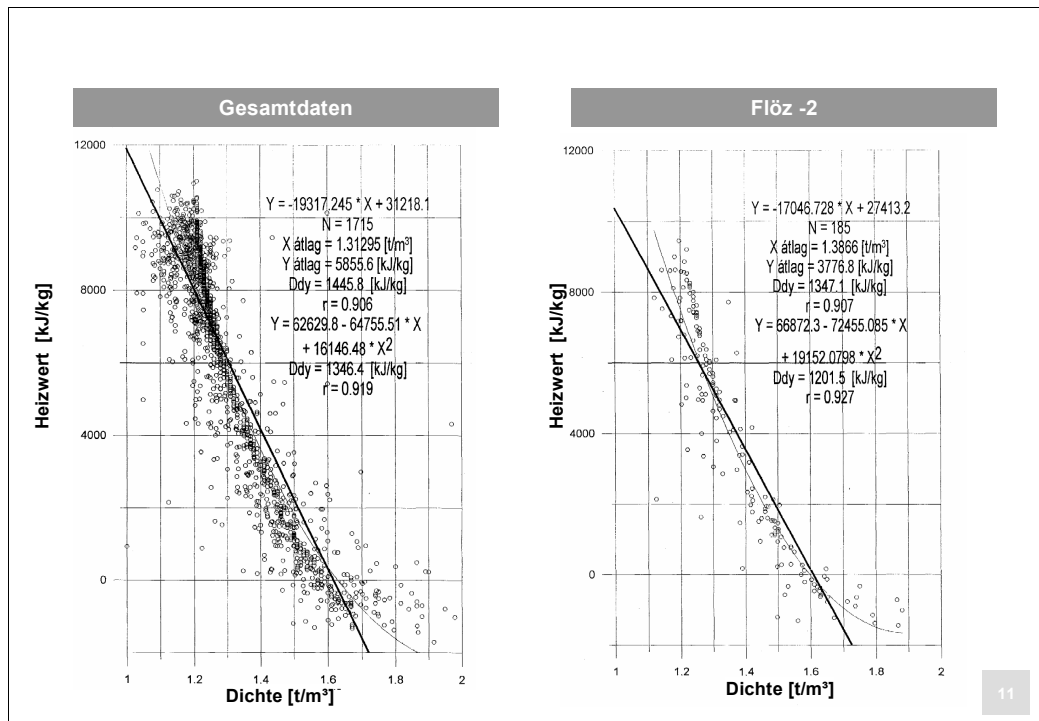


Abbildung 14: Regressionsfunktion von Heizwert und Dichte der Bohrkernndaten

Die durchschnittlichen Korrelationskoeffizienten der Regressionsfunktionen (lineare und quadratische) der Gesamtdatendaten ($r=0,91$ bzw. $0,92$, $r^2=0,82$ bzw. $0,85$) sind hoch und zeigen somit ein gutes Verhältnis. Dies kommt daher, dass sich bei gleichem Streuungsfehler für steile Funktionen wegen des „mathematischen“ Inhalts des Korrelationskoeffizienten günstigere r -Werte ergeben als bei flachen Funktionen. Die sehr hohen Werte der korrigierten empirischen Streuung stellen jedoch die Verwendbarkeit des Funktionsverhältnisses in Frage.

Die Datenmenge wurde zudem entsprechend der Dichte geteilt und als „Kohle“ ($\zeta > 1,3$ t/m³) und „Abraum“ ($\zeta < 1,3$ t/m³) klassifiziert separat ausgewertet (Abbildung 15). Die dazugehörigen Daten sind wiederum in Tabelle 4 dargestellt.

Demnach ist festzustellen, dass sich bei den „Kohle“-Werten sowohl für die lineare als auch die quadratischen Funktionen mit 11-22% bzw. 10-20% vergleichsweise mäßige spezifische Streuungen und gleichzeitig sehr niedrige Korrelationen ergeben (Tabelle 4). Bei den „Abraum“-Werten zeigen sich neben einer mittleren Korrelation sehr hohe spezifische Streuungen.

Allgemein wäre demnach festzuhalten, dass die zusammengefassten Daten ein günstigeres Bild zeigen, als die separaten „Kohle“- und „Abraum“-Werte.

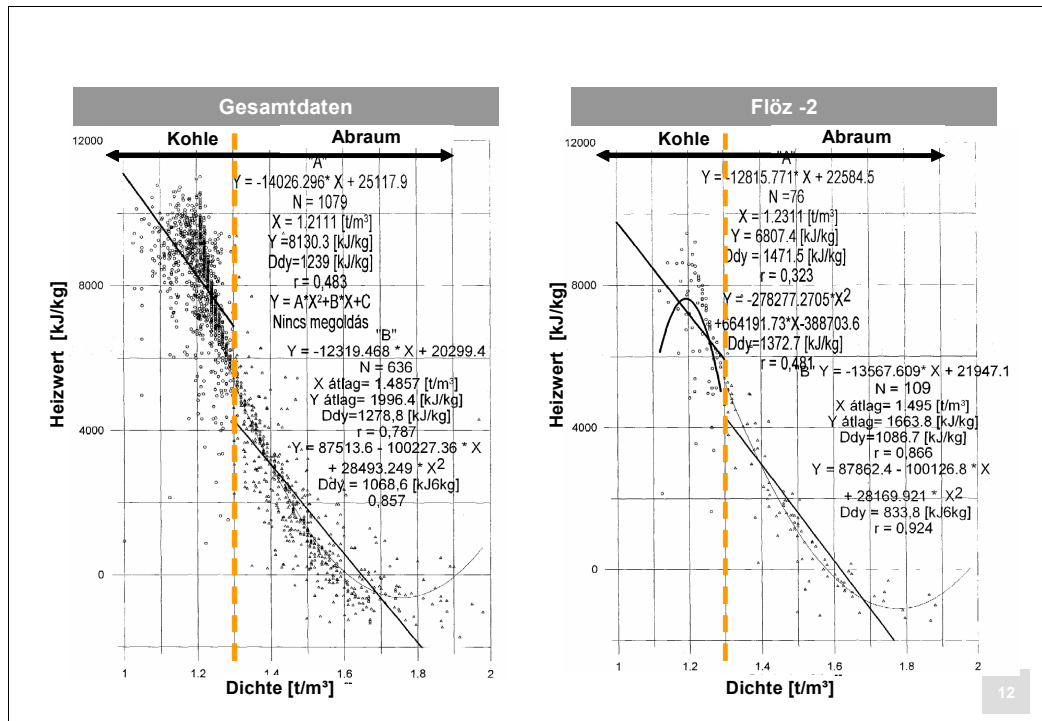


Abbildung 15: Regressionsfunktion von Heizwert und Dichte der Bohrerndaten für „Abraum“ und „Kohle“

Flöz	lineare Funktion				quadratische Funktion			
	Korrigierte empirische Streuung D_{dy} [t/m³]	spezifische Streuung D_{dy}/Y_{atll} [%]	Korrelationskoeffizient		Korrigierte empirische D_{dy} [t/m³]	spezifische Streuung D_{dy}/Y_{atll} [%]	Korrelationskoeffizient	
			r	r²			r	r²
Gesamt Daten								
-2	1.347	35,7	0,907	0,823	1.202	31,81	0,927	0,859
0 oberes	1.532	27,3	0,905	0,819	1.446	25,74	0,916	0,839
0 unteres	1.295	20,6	0,914	0,835	1.208	19,26	0,926	0,857
0	1.349	21,9	0,911	0,830	1.284	20,84	0,920	0,846
I.	1.591	26,6	0,893	0,797	1.476	24,66	0,809	0,726
Gesamtflöz	1.446	24,7	0,906	0,821	1.346	22,99	0,919	0,845
Kohle (Dichte < 1,3 t/m³)								
-2	1.472	21,6	0,323	0,104	1.373	20,16	0,481	0,231
0 oberes	1.326	16,1	0,476	0,227	1.212	14,73	0,597	0,356
0 unteres	920	11,2	0,529	0,280	832	10,11	0,642	0,412
0	1.082	13,2	0,526	0,277	984	12,05	0,634	0,402
I.	1.399	16,7	0,402	0,162	1.115	13,29	0,685	0,469
Gesamtflöz	1.239	15,2	0,483	0,233	-	-	-	-
Abraum (Dichte > 1,3 t/m³)								
-2	1.087	65,3	0,866	0,750	834	50,1	0,924	0,854
0 oberes	1.419	75,0	0,747	0,558	1272	67,2	0,805	0,648
0 unteres	1.397	62,5	0,750	0,563	1249	56,0	0,807	0,651
0	1.345	64,2	0,761	0,579	1200	57,3	0,816	0,666
I.	1.221	60,9	0,793	0,629	892	44,5	0,896	0,803
Gesamtflöz	1.279	64,1	0,787	0,619	1069	53,5	0,857	0,734

Tabelle 4: Regressionsmerkmale des Funktionszusammenhanges Heizwert und Dichte der Bohrerndaten

Die Abbildung 16 zeigt den Zusammenhang zwischen Dichte und Heizwert für die Schlitzproben. Der entsprechend lineare Funktionszusammenhang ist in der Tabelle 5 wiedergegeben.

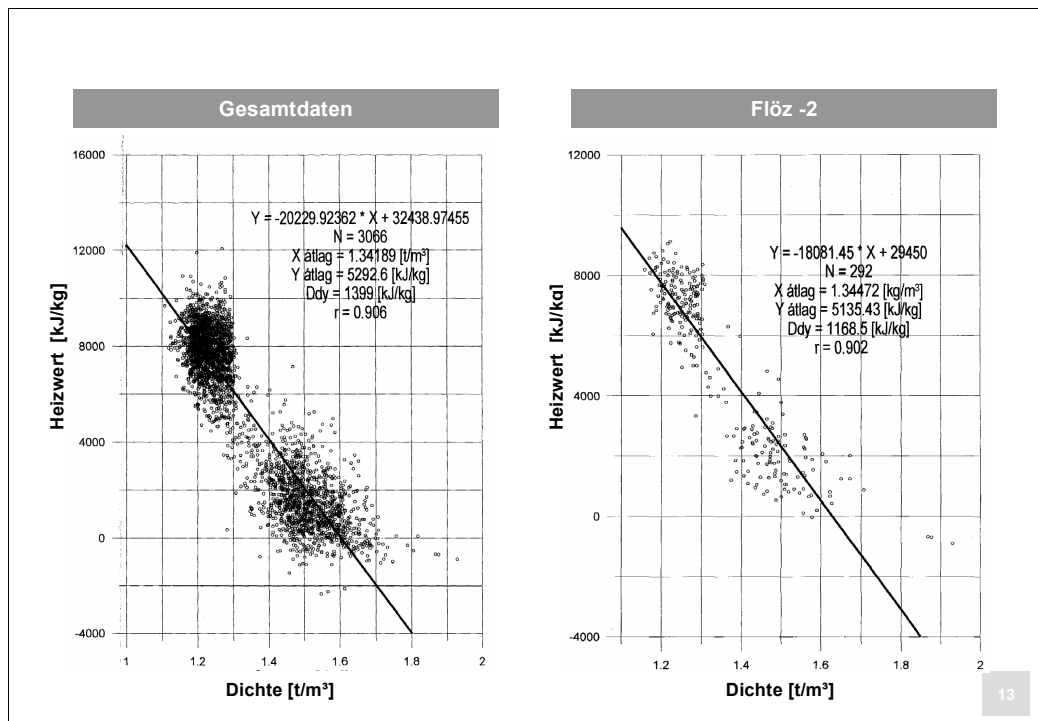


Abbildung 16: Regressionsfunktion von Heizwert und Dichte der Schlitzprobandaten

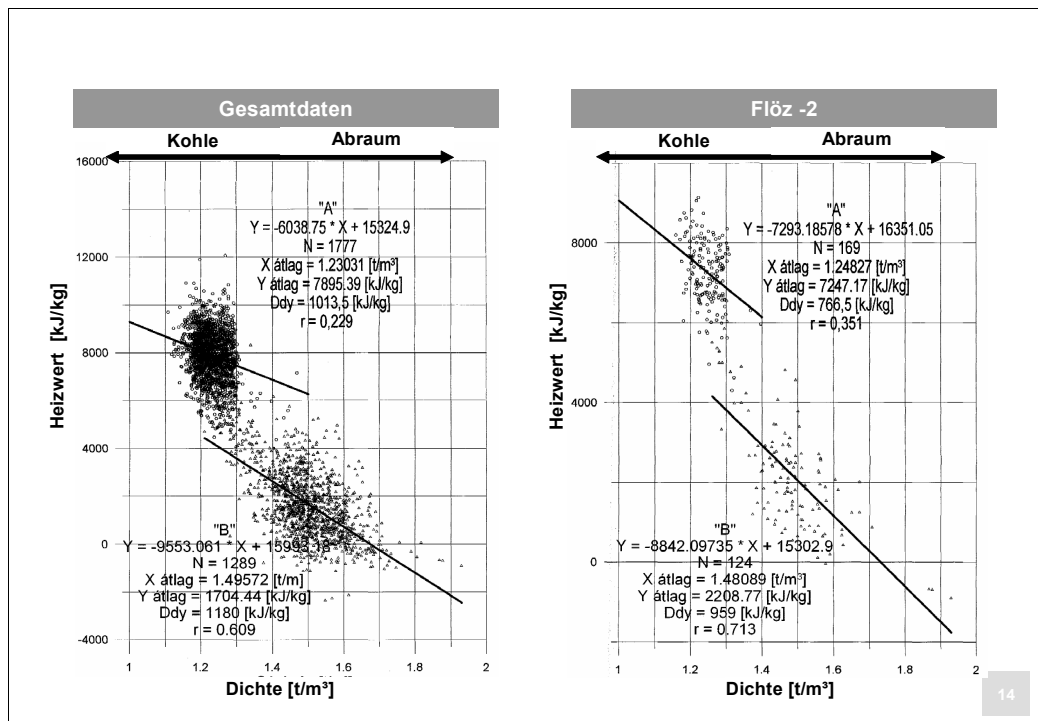


Abbildung 17: Regressionsfunktion von Heizwert und Dichte der Schlitzprobandaten für „Abraum“ und „Kohle“

Flöz	Korrigierte empirische Streuung D_{dy} [t/m ³]	spezifische Streuung D_{dy}/Y_{atl} [%]	Korrelationskoeffizient	
			r^2	r

Gesamtdaten				
-2	1.169	22,8	0,902	0,813
0 oberes	1.373	27,2	0,915	0,837
0 unteres	1.403	26,5	0,901	0,812
0	1.391	26,8	0,907	0,823
I.	1.419	25,0	0,916	0,839
Gesamtflöz	1.399	26,4	0,906	0,821

Kohle (Aschegehalt < 25%)				
-2	767	10,6	0,351	0,123
0 oberes	1.102	14,4	0,242	0,059
0 unteres	880	11,1	0,194	0,038
0	958	12,6	0,221	0,049
I.	953	11,2	0,185	0,034
Gesamtflöz	1.014	12,8	0,229	0,052

Abraum (Aschegehalt > 25%)				
-2	959	43,4	0,713	0,508
0 oberes	1.144	92,9	0,603	0,364
0 unteres	1.228	69,1	0,388	0,151
0	1.211	77,1	0,497	0,247
I.	1.073	45,4	0,787	0,619
Gesamtflöz	1.180	69,2	0,609	0,371

Tabelle 5: Regressionsmerkmale des Funktionszusammenhanges Heizwert und Dichte der Schlitzprobendaten

Bei den Schlitzproben (Tabelle 5) ergibt sich eine verhältnismäßig hohe Korrelation; gleichzeitig widerlegen die spezifischen Streuungswerte die Verwendbarkeit dieses Funktionszusammenhanges.

Aus der Abbildung 16 und ist ersichtlich, dass sich die Datenmenge deutlich entsprechend der Dichte trennen lässt, so dass auch hier die Regressionsmerkmale für „Abraum“ und „Kohle“ separat erfasst wurden. Da bei den Schlitzproben nicht die Dichte, sondern der Aschegehalt angegeben ist, wurde die Trennung bei einem Aschegehalt von 25% angesetzt. In der Abbildung 17 sowie der Tabelle 5 sind die Regressionsmerkmale enthalten.

Nach den Daten der Tabelle 5 beträgt die spezifische Streuung der „Kohleproben“ 11-14%, der Korrelationskoeffizient ($r=0,23$, $r^2=0,05$) qualifiziert aber den Zusammenhang der beiden Veränderlichen keinesfalls. Bei den Abraumproben zeigt sich neben einer hohen spezifischen Streuung (69%) eine schwache Korrelation ($r=0,61$, $r^2=0,37$). Neben dieser, wegen des mathematischen Inhaltes der Regressionsmerkmale, „negativen“ Ergebnis kann noch schlussgefolgert

werden, dass die Korrelationsparameter der gemeinsamen Proben der Kohle und des Abraums gegenüber einer separaten Betrachtung „günstiger“ einzustufen ist.

Auf Grundlage der Analyse ist als **These (2)** zum einen zusammenfassend festzuhalten, dass der Zusammenhang zwischen Dichte und Heizwert für die Bohrkerne eine schwache Korrelation zeigt. Demzufolge ist der Heizwert der Flöze anhand der Dichteparameter der Bohrkerne durch statistische Methoden nicht abzuschätzen.

Als weitere **These (3)** ist festzustellen, dass auch für die Schlitzproben der Zusammenhang zwischen Dichte und Heizwert nur schwach korreliert. Der Heizwert der Flöze ist somit auch anhand der Dichteparameter der Schlitzproben statistisch nicht zu ermitteln.

5.5 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Aschegehalt und dem Heizwert auf Basis der Bohrkerndaten und Schlitzprobedaten

Als weiterer, mutmaßlich wichtigster Zusammenhang bei den Qualitätsparametern wurden auch der Heizwert und der Aschegehalt anhand der Bohrkerndaten und der Schlitzprobedaten durch lineare Regressionsfunktionen auf Basis der korrigierten empirischen Streuung (D_{dy}), deren spezifischen Wert (D_{dy}/Y_{att}) sowie den Korrelationskoeffizienten (r , r^2) analysiert.

Für die **Bohrkerndaten** (Abbildung 18, Tabelle 6) ist dabei festzustellen, dass zwischen dem Aschegehalt und der Heizwert ein linearer Zusammenhang besteht ($r^2 \approx r \geq 0,99$), der spezifische Wert der korrigierten empirischen Streuung liegt (mit Ausnahme des Flöz -2) bei lediglich ca. 5 %.

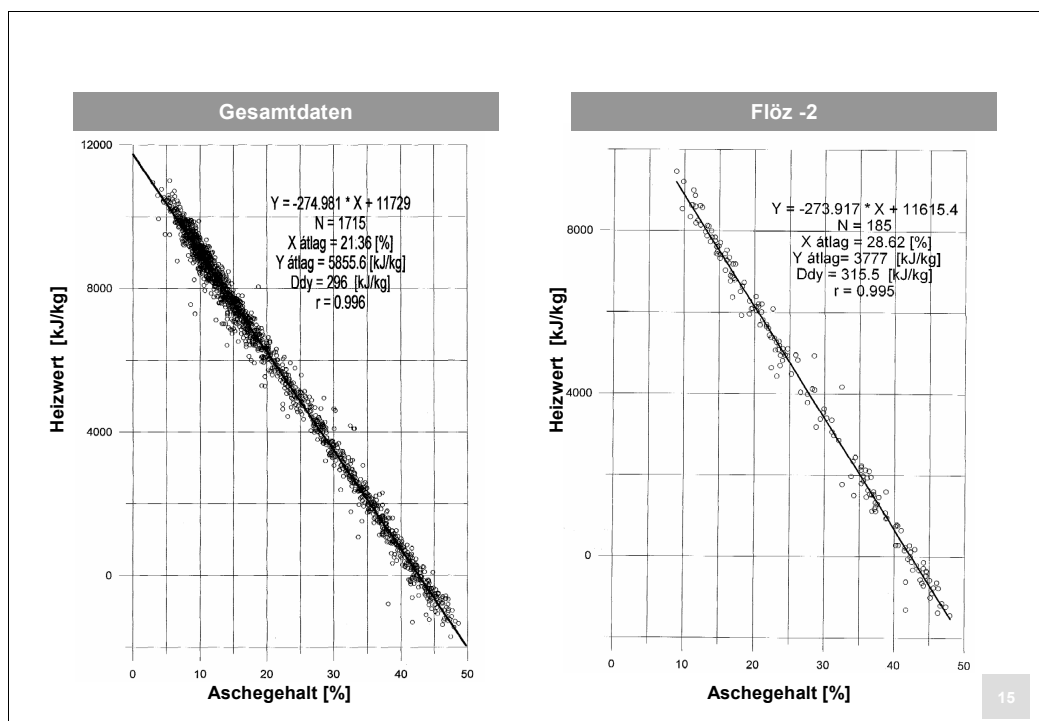


Abbildung 18: Regressionsfunktion von Heizwert und Aschegehalt der Bohrkerndaten

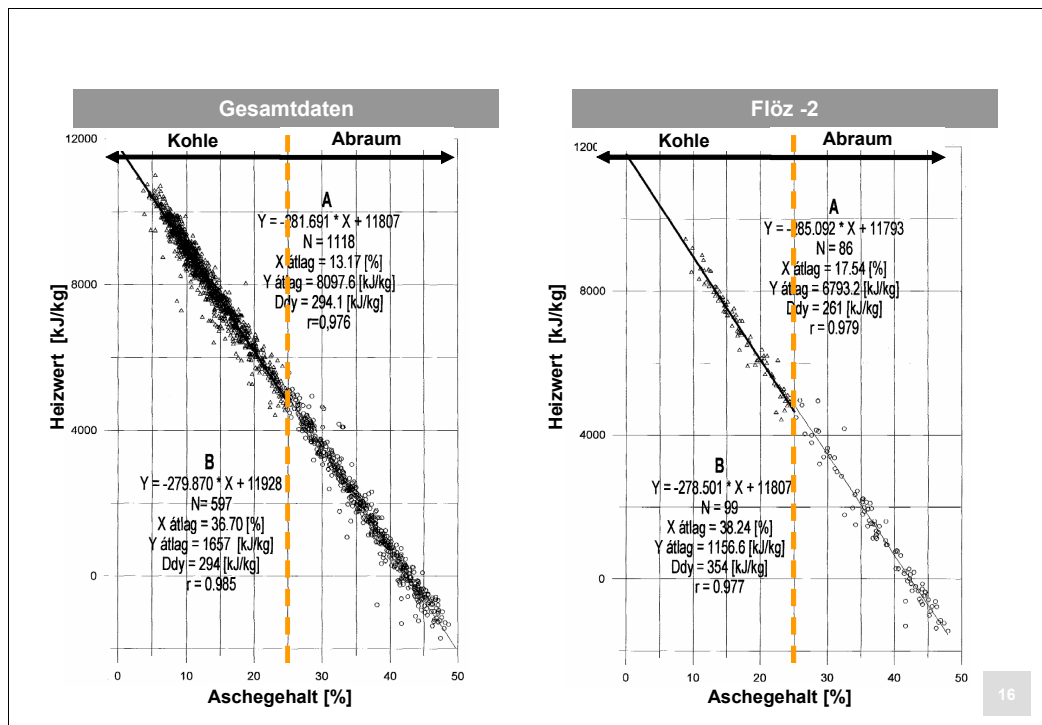


Abbildung 19: Regressionsfunktion von Heizwert und Aschegehalt der Bohrerndaten für „Abraum“ und „Kohle“

Flöz	durchschn. Aschegehalt	durchschn. Heizwert	Korrigierte empirische Streuung	spezifische Streuung	Korrelations- koeffizient	
	[%]	[kJ/kg]	D _{dy} [kJ/kg]	D _{dy} /Y _{atl} [%]	r	r ²
Gesamt-daten						
-2	28,62	3.777	316	8,35	0,995	0,990
0 oberes	22,24	5.618	264	4,70	0,997	0,994
0 unteres	19,82	6.271	295	4,71	0,991	0,982
0	20,21	6.162	289	4,69	0,996	0,992
I.	21,10	5.985	295	4,93	0,997	0,994
Gesamtflöz	21,36	5856	296	5,05	0,996	0,992
Kohle (Aschegehalt < 25%)						
-2	17,54	6.793	261	3,84	0,979	0,958
0 oberes	12,65	8.242	269	3,26	0,981	0,962
0 unteres	12,99	8.150	263	3,23	0,974	0,949
0	13,03	8.127	280	3,44	0,975	0,951
I.	12,26	8.403	329	3,91	0,972	0,945
Gesamtflöz	13,17	8.098	294	3,63	0,976	0,953
Abraum (Aschegehalt > 25%)						
-2	38,24	1157	354	30,6	0,977	0,941
0 oberes	37,13	1546	251	16,2	0,989	0,978
0 unteres	36,01	1823	352	19,3	0,977	0,955
0	36,43	1720	299	17,4	0,983	0,966
I.	36,32	1825	225	12,3	0,922	0,850
Gesamtflöz	36,7	1657	294	17,7	0,985	0,970

Tabelle 6: Regressionsmerkmale des Funktionszusammenhanges Heizwert und Dichte der Bohrerndaten

Hierauf aufbauend wurde wiederum betrachtet, welche Funktionsparameter sich bei einer Teilung der Datenmenge entsprechend dem Aschegehalt und der Dichte („Abraum“ bei Asche > 25 %, bzw. Dichte $\varsigma > 1,30 \text{ t/m}^3$) ergeben.

Aus der diesbezüglichen Abbildung 19 und der Tabelle 6 ist abzuleiten, dass der Zusammenhang Aschegehalt-Heizwert bei den „Kohle“-Proben, d.h. mit Aschegehalten < 25 %, eine „funktionsmäßige“ Korrelation ($r^2 \approx r \geq 0,95-0,98$), bei einer niedrigen spezifischen Streuung (3,2-3,9%) besitzt. Demzufolge könnte in dem untersuchten Gebiet (Visonta-Ostfeld II) der Heizwert in Abhängigkeit von dem Aschegehalt auf Basis der Bohrkernproben mit hoher Zuverlässigkeit abgeschätzt werden.

Für die **Schlitzproben** sind die Regressionsparameter des Zusammenhanges zwischen Aschegehalt und Heizwert in der Tabelle 7 wiedergegeben und in der Abbildung 20 graphisch ausgewertet.

Als Ergebnis ist dabei auszumachen, dass alle auf die einzelnen Flöze bzw. Kohlebänken festgelegten Funktionen eine sehr hohe Korrelation ($r^2 \approx r \geq 0,94-0,98$) ergeben, jedoch der Wert der spezifischen Streuung mit 13-15% relativ hoch liegt.

Für die getrennte Auswertung der „Kohle“- und „Abraum“-Proben (Aschegehalt > 25 %) sind die Ergebnisse ebenfalls in Tabelle 7 bzw. Abbildung 21 wiedergegeben.

Demnach zeigen sich bei den „Kohle“-Proben neben schwacher bis mittlerer Korrelation ($r=0,66-0,77$, $r^2=0,43-0,60$,) verhältnismäßig günstige spezifische Streuungen (4-9%). Bei den „Abraum“-Werten hingegen ist die spezifische Streuung mit 31-55% bei günstigeren Regressionen ($r=0,83-0,89$, $r^2=0,67-0,79$,) sehr hoch. Bei „Abraum“ besteht anhand der Schlitzproben für eine Korrelation des Heizwertes und des Aschegehalts somit weder eine ausreichende Grundlage noch ein Bedarf.

Mit den Ergebnissen ist somit als **These (4)** zu belegen, dass der Heizwert statistisch bzw. mathematisch nur bei Bohrkernproben mit niedrigem Aschegehalt (< 25%) anhand des Aschegehaltes beschrieben werden kann. Bei den „Abraum-Proben“ der Bohrkern (Aschegehalt > 25 %) hingegen lässt dies trotz der hohen Korrelation die spezifische Streuung (12-31%) kaum zu.

Als **These (5)** ist für die Schlitzproben festzustellen, dass die Regressionsmerkmale die Zusammenhänge zwischen Aschegehalt und Heizwert allenfalls mit hinreichender Genauigkeit wiedergeben.

Die durch die Analyse des Verhältnisses Aschegehalt-Heizwert erhaltenen Ergebnisse bestätigen als **These (6)**, dass die Daten mit höheren Aschegehalten (> 25%) ausgenommen werden sollten, da die Regressionskennwerte des Verhältnisses Aschegehalt-Heizwert nicht belastbar sind.

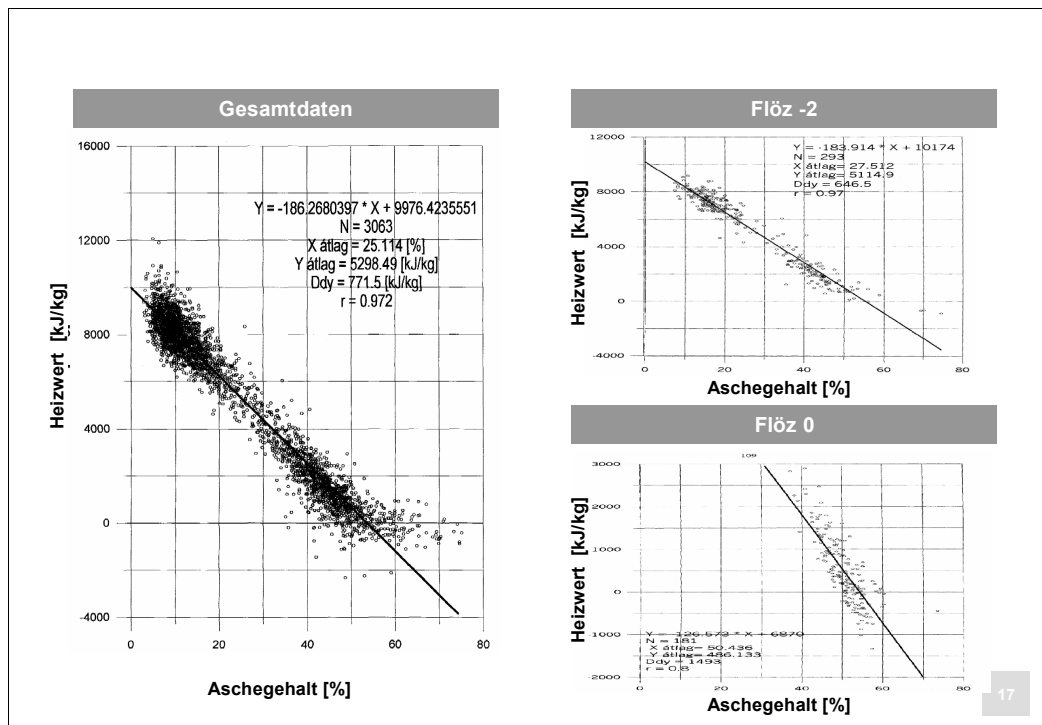


Abbildung 20: Regressionsfunktion von Heizwert und Aschegehalt der Schlitzproben

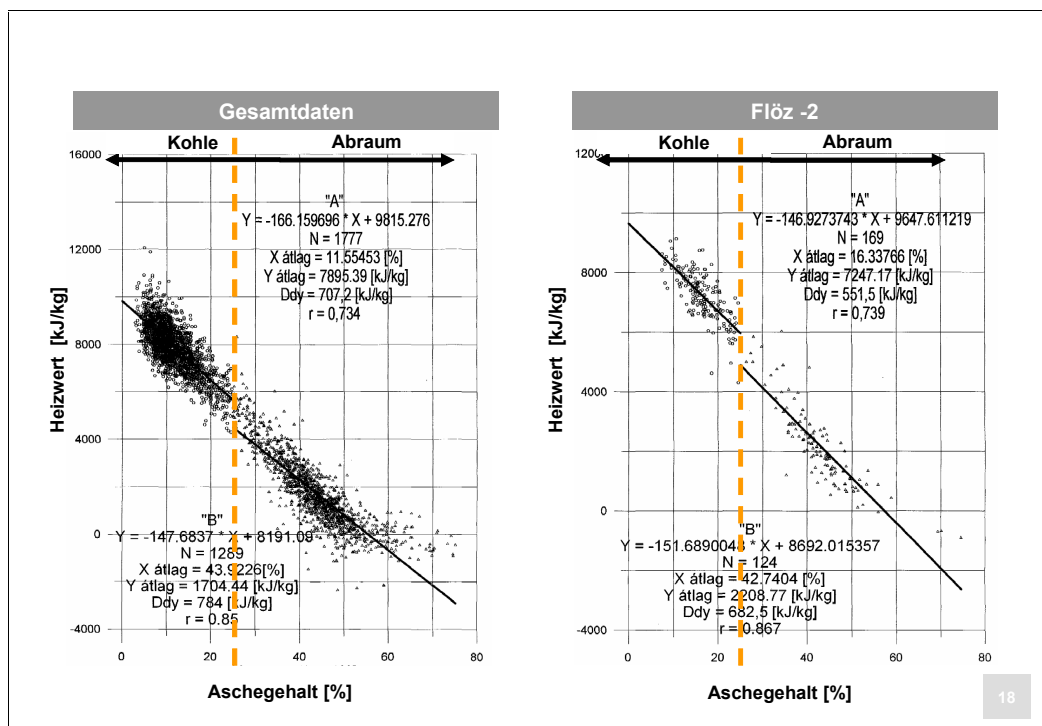


Abbildung 21: Regressionsfunktion von Heizwert und Aschegehalt der Schlitzproben für „Abraum“ und „Kohle“

Flöz	Korrigierte empirische Streuung D_{dy} [kJ/kg]	spezifische Streuung D_{dy}/Y_{atl} [%]	Korrelationskoeffizient	
			r	r^2

Gesamtdaten				
-2	647	12,64	0,97	0,94
0 oberes	714	14,10	0,98	0,96
0 unteres	707	13,37	0,98	0,96
0	821	14,48	0,97	0,94
I.	729	14,02	0,98	0,96
Gesamtflöz	772	14,56	0,97	0,94

Kohle (Aschegehalt < 25%)				
-2	552	7,61	0,739	0,546
0 oberes	723	9,44	0,771	0,594
0 unteres	663	3,94	0,674	0,454
0	733	6,29	0,655	0,429
I.	687	8,81	0,730	0,533
Gesamtflöz	707	8,96	0,734	0,539

Abraum (Aschegehalt > 25%)				
-2	683	30,90	0,867	0,752
0 oberes	672	54,52	0,883	0,780
0 unteres	732	41,18	0,836	0,670
0	792	41,65	0,890	0,792
I.	726	46,25	0,854	0,729
Gesamtflöz	784	46,00	0,850	0,723

Tabelle 7: Regressionsmerkmale des Funktionszusammenhanges Heizwert und Dichte der Schlitzprobendaten

Auch die Regressionsanalysen der Bohrkernproben für den Tagebau Bükkábrány zeigen ähnlich hohe Korrelationskoeffizienten (98-99%) bei sehr günstigen Werten für die spezifischen Streuung (1,2-2,6 %), wobei an dieser Stelle auf eine umfassende Darstellung der Werte verzichtet wird. [6]

Für den Tagebau Bükkábrány kann somit auch als **These (7)** festgehalten werden, dass bei niedrigen Aschegehalten („Kohlenproben“) auf Basis des Aschegehaltes der Bohrkerndaten statistisch auf den Heizwert geschlossen werden kann. Allerdings liefern hier die Schlitzproben keine hinreichende Genauigkeit für das zur Beschreibung des Verhältnisses Aschegehalt und Heizwert.

5.6 Analyse der Abhängigkeiten zum Schwefelgehalt auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten

Ergänzend zu dem Heizwert und Aschegehalt ist bei der Kohleverstromung unter Umweltgesichtspunkten insbesondere der Schwefelgehalt als qualifizierender Parameter zu berücksichtigen.

Der in der Kohle chemisch gebundene Schwefel weist lagerstättenabhängig im Allgemeinen eine Schwankungsbreite von 0,1% bis 10% auf. Weltweit gehandelte Kesselkohle (Steinkohle) enthält lediglich ca. 1-3% Schwefel. Da das durch die Verbrennung aus dem Schwefel entstehende Schwefeldioxid sich in der Atmosphäre mit Feuchtigkeit (Wasser/Dampf) verbindet und als „saurer Regen“ negative Umwelteinwirkungen verursacht, werden neue Kraftwerke in der Europäischen Union nur noch mit Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) genehmigt. Ein an den Brennstoff bzw. dessen Schwefelgehalt angepasste Dimensionierung der REA ist daher als relevanter Qualitätsparameter in der Kraftwerksplanung und somit auch in der Lagerstätten erkundung von besonderer Bedeutung. Im Kraftwerksbetrieb ist wiederum der Schwefelgehalt bestimmend für den Verbrauch des in der REA eingesetzten Kalksteinmehls.

Schwefel liegt in der Kohle bzw. in den Kohleflözen sowohl in anorganischer Mineralform (i.w. Pyrit und Markazit) als auch in organischer Form der Schwefel-Verbindungen vor. Das Auftreten sonstigen Erscheinungsformen (z.B. elementarer Schwefel, Sulfat) ist im Allgemeinen nicht bedeutend. Das Verhältnis des anorganischen und organischen Schwefels liegt charakteristisch bei 50:50. Auch wenn die Abscheidung des anorganischen Schwefels aus den Kohlen vor der Verfeuerung grundsätzlich möglich ist, wird es jedoch kaum praktiziert. Der anorganische Schwefelgehalt der Kohle hingegen ist aufbereitungstechnisch grundsätzlich nicht zu verringern.

Die Genese der organischen Schwefelverbindungen, wie z.B. Pyrit, ist durch die Reduzierung des im sauren Moorwasser enthaltenen Schwefelwasserstoff (H_2S) mit Fe_2 -Ionen durch bakterielle Tätigkeit zu erklären.

Die Lignit-Flöze am Fuße des Mátra-Gebirges weisen mit rd. 1-3% einen bedeutenden Schwefelanteil aus, weshalb bei den Untersuchungen der Abbauwürdigkeit, Produktionsplanung, Feuerungstechnik und Rauchgasentschwefelung dem Schwefelgehalt auch bei der Abbauplanung eine besondere Bedeutung beizumessen ist.

Die Ausprägung der Schwefelgehalte in den Kohleflözen wurde für das Abbaufeld Visonta-Ost II in Abhängigkeit des Aschegehaltes und des Heizwertes sowohl anhand der Bohrkern- als auch auf Basis der Schlitzproben untersucht. Da die angewandte Systematik für alle Proben identisch ist, werden wiederum exemplarisch die Gesamtdaten und Proben des Flözes -2 erläutert. Darüber hinaus werden auch die Schwefelgehalte im Abbaufeld Bükkábrány betrachtet.

5.6.1 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Schwefelgehalt und dem Aschegehalt auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten im Abbaufeld Visonta Ost II

Die Abhängigkeit des Asche- und Schwefelgehaltes ist in Abbildung 22 für die Bohrkern- und in der Abbildung 23 für die Schlitzproben dargestellt.

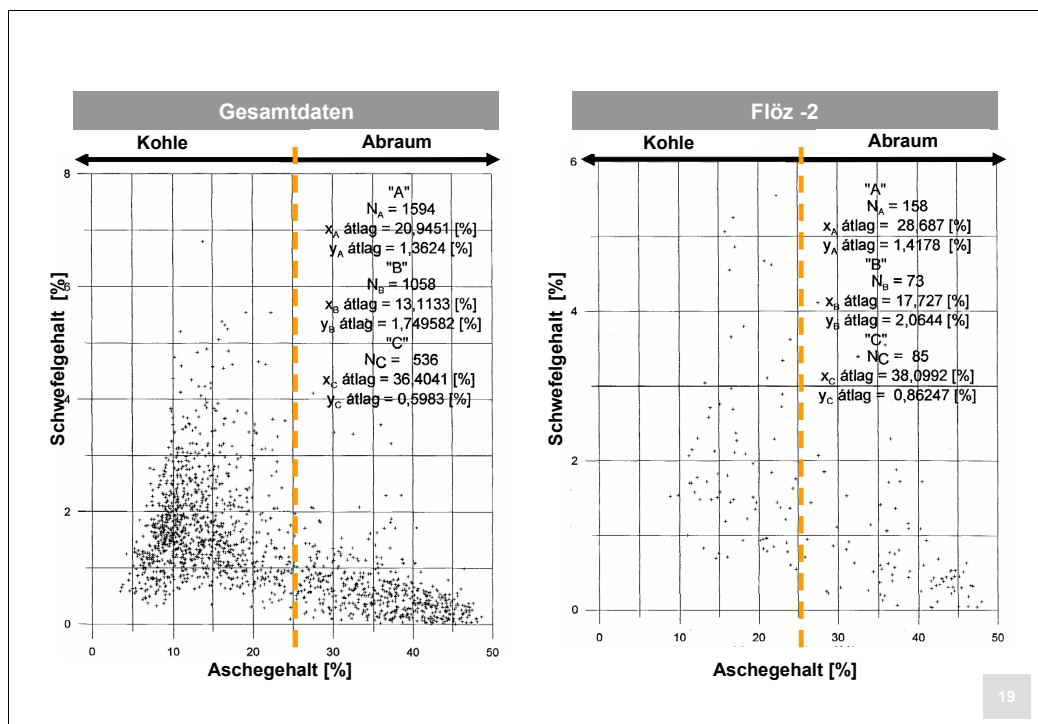


Abbildung 22: Schwefelgehalt und Aschegehalt der Bohrkern- und Schlitzproben

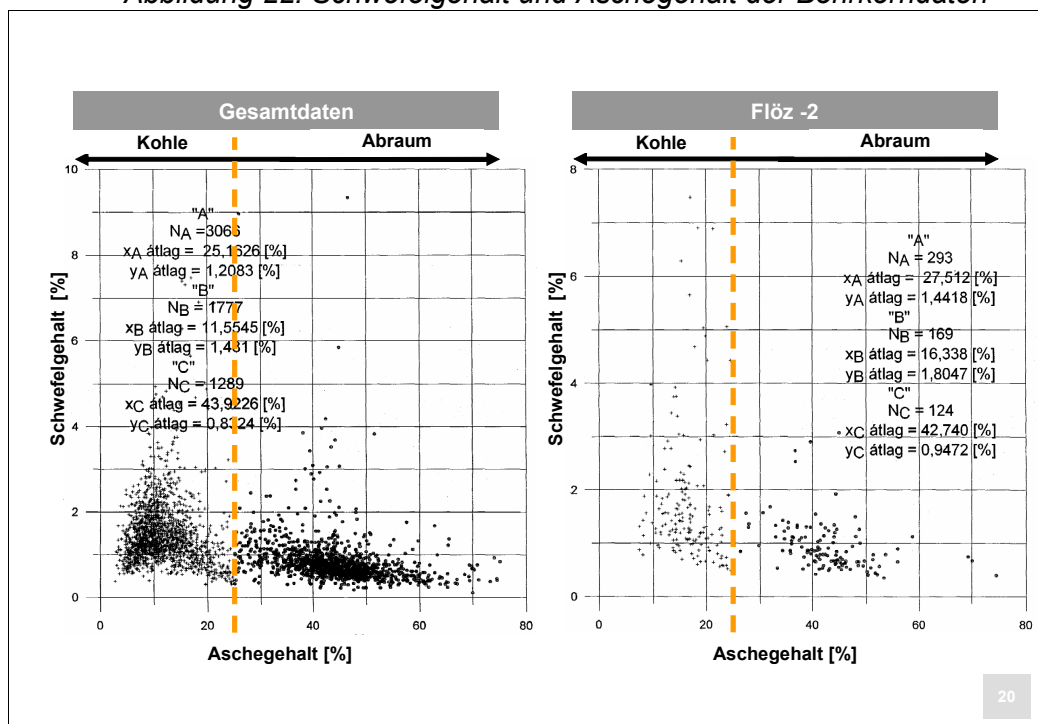


Abbildung 23: Schwefelgehalt und Aschegehalt der Schlitzproben

Anhand der Datenbasis kann dabei keine hinreichende Korrelation für Regressionsfunktionen festgestellt werden, weshalb flözbezogen sowohl für die Bohrkerndaten als auch für die Schlitzproben die Durchschnittswerte für den Aschgehalt ($x_{\text{ätl}}$) und den Schwefelgehalt ($y_{\text{ätl}}$) gebildet wurden. Die für den Aschgehalt differenzierte Betrachtung beinhaltet dabei wiederum neben der Gesamtdarstellung (Variante A) eine Trennung bei einem Aschgehalt von 25 % für „Kohle“-Proben, d.h. Aschegehalte < 25 % (Variante B) und „Abraum“-Proben, d.h. Aschegehalt > 25 % (Variante C).

Die zusammengefassten Ergebnisse für sämtliche Kohleflöze sind in der Tabelle 8 enthalten und in der Abbildung 24 graphisch abgebildet.

Flöz	Bohrkerndaten		Schlitzprobendaten	
	Asche [%]	Schwefel [%]	Asche [%]	Schwefel [%]
Gesamtdaten				
-2	28,70	1,42	27,50	1,44
0 oberes	22,00	1,27	26,40	1,10
0 unteres	19,30	1,45	23,90	1,25
0	19,80	1,45	24,90	1,19
I.	20,70	1,15	25,00	1,17
Gesamtflöz	20,90	1,36	25,20	1,21
Kohle (Aschegehalt < 25%)				
-2	17,7	2,06	16,30	1,80
0 oberes	12,7	1,73	12,40	1,35
0 unteres	12,9	1,78	10,80	1,53
0	13	1,81	11,40	1,46
I.	12,3	1,51	9,80	1,41
Gesamtflöz	13,1	1,75	11,60	1,48
Abraum (Aschegehalt > 25%)				
-2	38,1	0,86	42,70	0,94
0 oberes	36,7	0,55	47,00	0,72
0 unteres	35,6	0,60	41,60	0,87
0	36,1	0,58	43,60	0,81
I.	36	0,49	45,30	0,85
Gesamtflöz	36,4	0,60	43,90	0,83

Tabelle 8: Durchschnittliche Schwefel- und Aschegehalte der Bohrkern- und Schlitzprobendaten

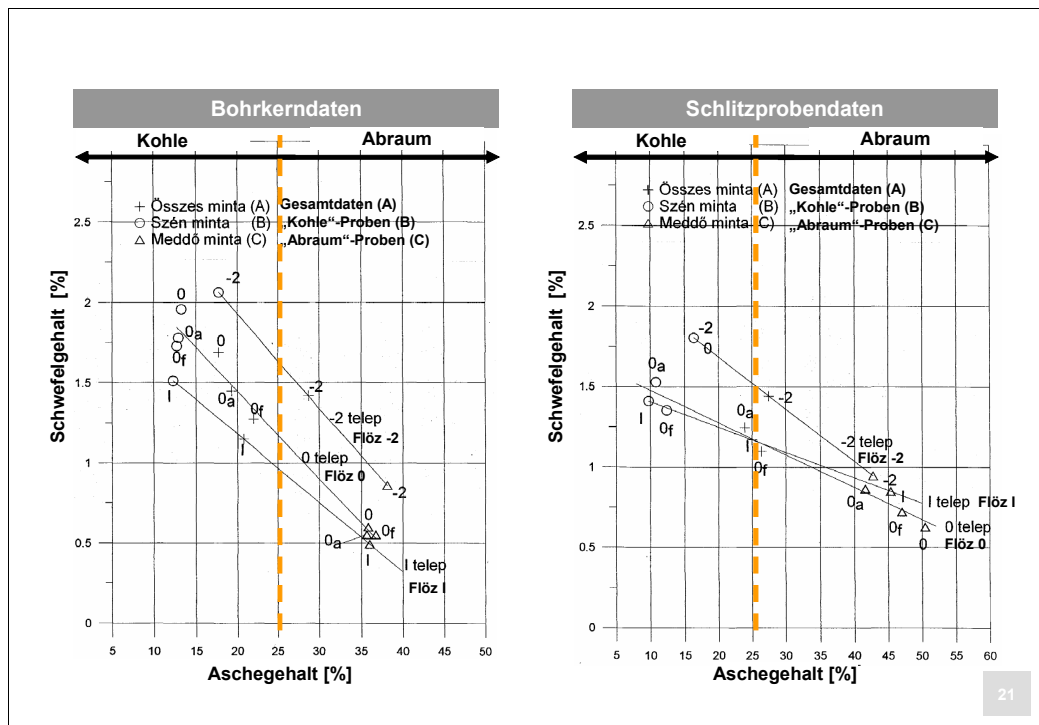


Abbildung 24: Flözbezogene Auswertung der Schwefelgehalte und Aschegehalte

Anhand der Ergebnisse (vgl. Abbildung 24) sind dabei zwei grundsätzliche Tendenzen auszumachen:

- Mit der Erhöhung des Aschegehaltes verringert sich der Schwefelgehalt im bedeutenden Maße bei allen 3 Flözen (-2, 0, I) nach einer linearen Funktion.
- Der Schwefelgehalt verringert sich mit der Erhöhung der Mächtigkeit des Flözes in bedeutendem Maße: Im mit durchschnittlich < 2 m geringmächtigsten Flöz -2 enthält die Kohle mit durchschnittlich 17,5 % Aschegehalt rd. 2,0 % Schwefel. Die in dem etwa 5 m mächtigen Flöz 0 enthaltenen Kohlen weisen mit etwa 12,5-13,0 % Aschegehalt eine Schwefelmenge von 1,7-1,9 % auf. Das ebenfalls im Abbaufeld Ost II überwiegend > 5 m ausgeprägte Flöz I zeigt bei einem Aschegehalt von durchschnittlich 12,5 % mit rd. 1,5 % den niedrigsten Schwefelgehalt.

Bei Betrachtung der für die Schlitzproben ermittelten Durchschnittswerte (Abbildung 24) ist zudem hervorzuheben, dass bei den „Abraum“-Proben mit einem durchschnittlichen Aschegehalt von > 40 % Aschegehalt in allen 3 Flözen Schwefelgehalte von durchschnittlichen 0,6-0,8 % auftreten.

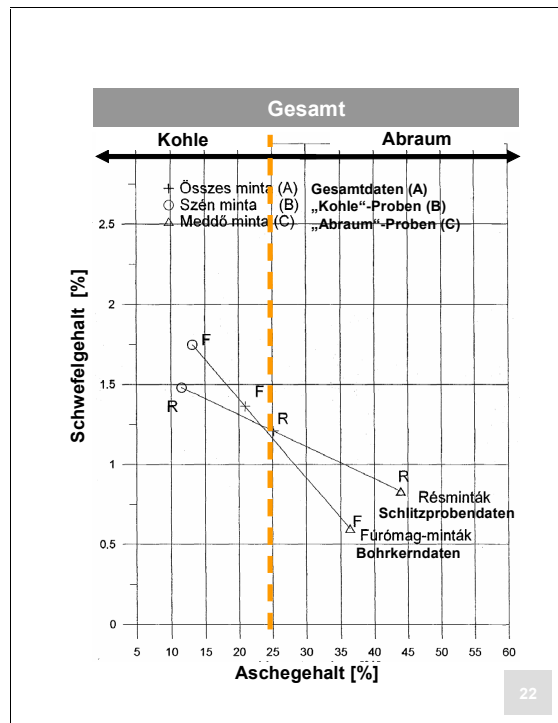


Abbildung 25: Auswertung der Schwefelgehalte und Aschegehalte entsprechend Bohrkern- und Schlitzprobendaten

Im Vergleich der Bohrkern- und Schlitzprobendaten (Abbildung 25) ist zusammenfassend Folgendes festzustellen:

- Mit der Erhöhung des Aschegehaltes verringert sich der Schwefelgehalt sowohl bei den Bohrkern- als auch bei den Schlitzprobendaten.
- Kohlen mit einem Aschegehalt von 11-13 % (≈ 8000 kJ/kg) zeigen einen durchschnittlichen Schwefelgehalt von 1,5-1,7 %.
- Der durchschnittliche Aschegehalt ist für die „Abraum“-Proben (Aschegehalt > 25 %) bei den Schlitzproben mit rd. 8-10 % deutlich größer als bei den Bohrkernproben. Entgegen dem generellen Trend sind jedoch die Schlitzprobendaten mit einem höheren Abraumanteil um rd. 0,2 % schwefelreicher als die Bohrkernproben.

5.6.2 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Schwefelgehalt und dem Heizwert auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobendaten

In Ergänzung zu der Betrachtung des Aschegehaltes ist der Zusammenhang von Schwefelgehalt und Heizwertes für die Bohrkernproben in Abbildung 26 und für die Schlitzprobendaten in Abbildung 27 wiedergegeben, wobei die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen der Durchschnittswerte in Abbildung 28 und Tabelle 9 zusammengefasst wurden.

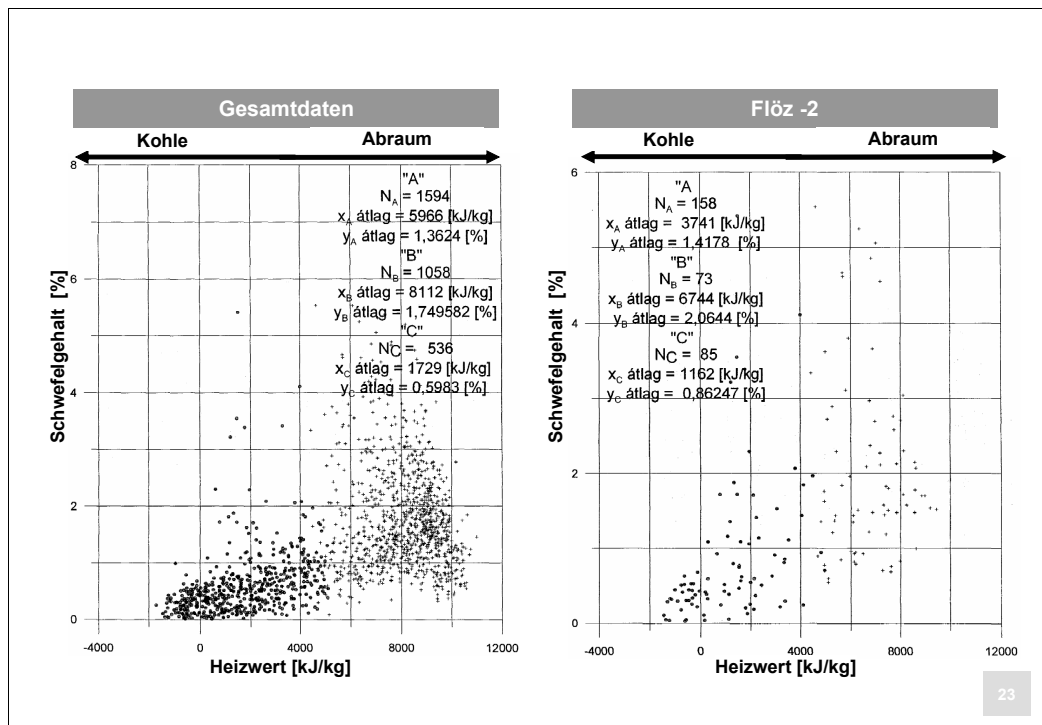


Abbildung 26: Schwefelgehalt und Heizwert der Bohrkerndaten

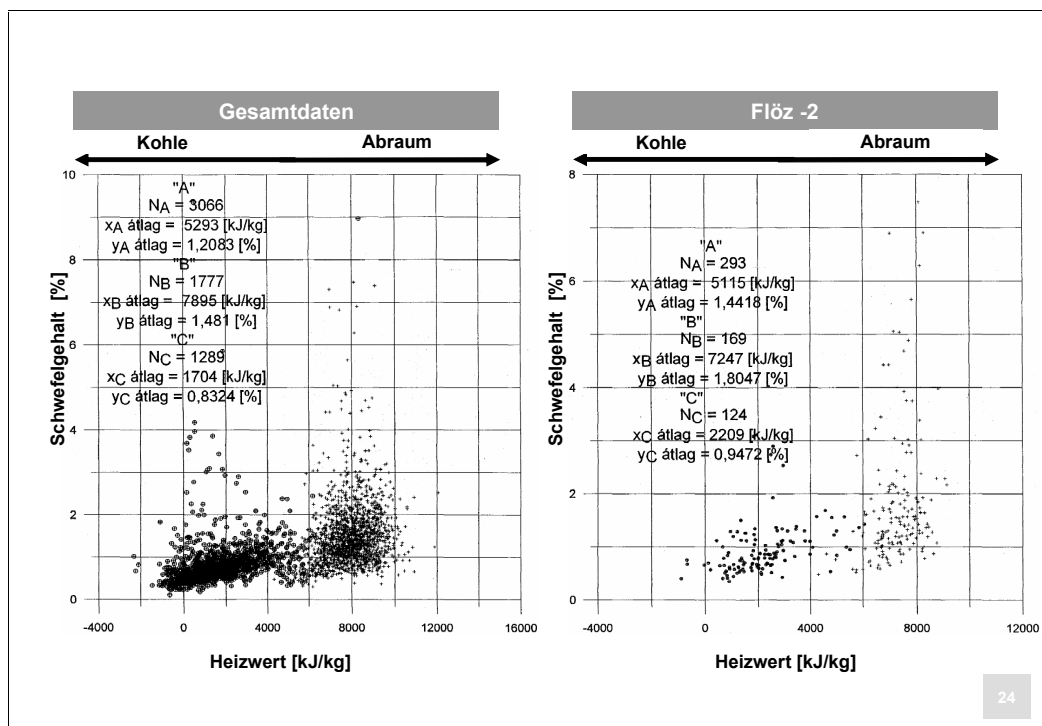


Abbildung 27: Schwefelgehalt und Heizwert der Schlitzproben

Flöz	Bohrkerndaten		Schlitzprobendaten	
	Heizwert [kJ/kg]	Schwefel [%]	Heizwert [kJ/kg]	Schwefel [%]
Gesamtdaten				
-2	3.741	1,42	5.115	1,44
0 oberes	5.689	1,27	5.063	1,10
0 unteres	6.408	1,45	5.287	1,25
0	6.263	1,45	5.199	1,19
I.	6.095	1,15	5.671	1,17
Gesamtflöz	5.966	1,36	5.293	1,21
Kohle (Aschegehalt < 25%)				
-2	6.744	2,06	7.247	1,80
0 oberes	8.232	1,73	7.656	1,35
0 unteres	8.162	1,78	7.901	1,53
0	8.134	1,81	7.802	1,46
I.	8.409	1,51	8.490	1,41
Gesamtflöz	8.112	1,75	7.895	1,48
Abraum (Aschegehalt > 25%)				
-2	1.162	0,86	2.209	0,94
0 oberes	1.650	0,55	1.232	0,72
0 unteres	1.903	0,60	1.777	0,87
0	1.791	0,58	1.570	0,81
I.	1.920	0,49	1.902	0,85
Gesamtflöz	1.729	0,60	1.702	0,83

Tabelle 9: Durchschnittliche Schwefelgehalte und Heizwerte der Bohrkern- und Schlitzprobendaten

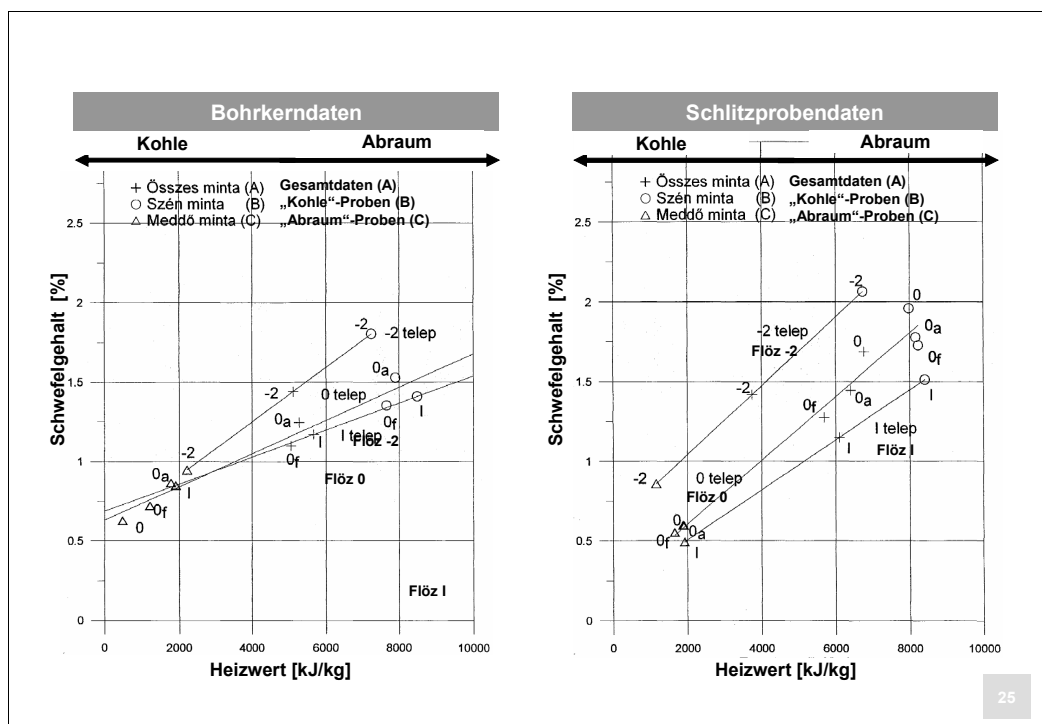


Abbildung 28: Flözbezogene Auswertung der Schwefelgehalte und Heizwerte

Als Ergebnis kann hieraus folgendes interpretiert werden:

- Der Schwefelgehalt erhöht sich weitestgehend linear mit dem Anstieg der Heizwerte bei allen drei Flözen.
- Die mächtigeren Kohleflöze weisen höhere Heizwerte und niedrigere Schwefelgehalte auf.
Bezüglich der Bohrkerndaten ergeben sich folgende Werte:
Flöz -2 (< 2 m) mit einem durchschnittlichen Heizwert von 6.750 kJ/kg und einem Schwefelgehalt von 2,1 %;
Flöz 0 (≈ 5 m) mit einem durchschnittlichen Heizwert von 8.000-8.200 kJ/kg und ein Schwefelgehalt von 1,8 % und
Flöz I (> 5 m) mit einem durchschnittlichen Heizwert von 8.400 kJ/kg und einem Schwefelgehalt von 1,5 %.
Bei den Schlitzprobedaten sind folgende Werte zu nennen:
Flöz -2 (< 2 m) mit einem durchschnittlichen Heizwert von 7.250 kJ/kg und einem Schwefelgehalt von 1,8 %;
Flöz 0 (≈ 5 m) mit einem durchschnittlichen Heizwert von 7.500-8.000 kJ/kg und ein Schwefelgehalt von 1,4-1,6 % und
Flöz I (> 5 m) mit einem durchschnittlichen Heizwert von 8.500 kJ/kg und einem Schwefelgehalt von 1,4 %.
- Der Schwefelgehalt der heizwertreichen Schlitzproben liegt im Vergleich zu den Bohrkernproben etwa 0,2 % höher.

Die Analyse der Abhängigkeiten zum Schwefelgehalt auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten des Abbaufeldes Visonta Ost II führt zu folgenden **Thesen (8)**:

Sowohl bei den Bohrkernen als auch bei den Schlitzproben verringert sich der Schwefelgehalt mit einer Erhöhung des Aschegehaltes weitestgehend linear. Dieser Zusammenhang ist für jedes Flöz festzustellen.

Analog steigt der Schwefelgehalt auch mit zunehmenden Heizwert, ebenfalls in linearer Funktion und bei jedem Flöz im bedeutenden Maß an.

Der Schwefelgehalt nimmt mit steigender Flözmächtigkeit ab.

Bei den Schlitzproben ist in den „Abraum“-Proben (Aschegehalt > 25%) der durchschnittliche Aschegehalt größer als bei den Bohrkerndaten. Gleichzeitig sind diese Schlitzprobedaten um rd. 0,2 % schwefelreicher als die Bohrkernproben.

5.6.3 Analyse der Abhängigkeiten zum Schwefelgehalt der auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten im Abbaufeld Bükkábrány

Ergänzend zum Abbaufeld Visonta Ost II wurde auch für das Abbaufeld Bükkábrány die Ausprägung der Schwefelgehalte in den Kohleflözen in Abhängigkeit des Aschegehaltes und des Heizwertes sowohl anhand der Bohrkern- als auch auf Basis der Schlitzproben untersucht. Da die angewandte Systematik wiederum identisch ist, wird ohne umfassende Erläuterung auf die ermittelten Ergebnisse verwiesen, die in der Tabelle 10 und der Tabelle 11 zusammenfassend dargestellt sind. Während bei den Bohrkernen sämtliche Flöze analysiert wurden (vgl. Tabelle 10), liegen für die Schlitzproben nur die Daten für die Flöze 1415, 1617, 1928 und 2931 vor (vgl. Tabelle 13).

Flöz	Bohrkerndaten		
	Asche [%]	Heizwert [kJ/kg]	Schwefel [%]
Gesamtdaten			
Flöz 1416	23,17	6.570	1,47
Flöz 1718	36,56	4.415	1,02
Flöz 1922	20,57	6.994	1,54
Flöz 1925	14,16	8.148	1,74
Flöz 1928	17,43	7.516	1,92
Flöz 1931	17,76	7.448	1,74
Flöz 2325	45,38	2.858	1,07
Flöz 2328	20,57	6.918	2,16
Flöz 2628	28,26	5.729	1,90
Flöz 2631	20,73	6.930	1,95
Flöz 2931	23,17	5.070	1,47
Flöz 3234	30,12	5.370	1,85
Flöz 3537	36,58	4.398	1,76
Gesamtflöz	23,17	6.570	1,47
Kohle (Aschgehalt < 25 % bzw. Heizwert > 12.000 kJ/kg)			
Flöz 1416	11,46	8.570	1,82
Flöz 1718	11,60	8.569	1,64
Flöz 1922	11,90	8.473	1,77
Flöz 1925	11,50	8.608	1,79
Flöz 1928	12,70	8.332	2,03
Flöz 1931	12,77	8.317	1,83
Flöz 2325	12,17	8.433	2,26
Flöz 2328	13,50	8.118	2,44
Flöz 2628	13,87	8.127	2,45
Flöz 2631	13,80	8.112	2,18
Flöz 2931	13,73	8.143	2,07
Flöz 3234	14,48	7.915	2,48
Flöz 3537	15,21	7.827	2,67
Gesamtflöz	12,23	8.273	2,11
Abraum (Aschgehalt > 25 % bzw. Heizwert < 12.000 kJ/kg)			
Flöz 1416	47,47	2.417	0,72
Flöz 1718	55,23	1.307	0,56
Flöz 1922	47,49	2.407	0,48
Flöz 1925	41,75	3.381	1,28
Flöz 1928	42,71	3.163	1,31
Flöz 1931	44,77	2.744	1,24
Flöz 2325	55,40	1.178	0,71
Flöz 2328	43,79	2.972	1,23
Flöz 2628	52,00	1.770	0,99
Flöz 2631	43,87	2.983	1,18
Flöz 2931	52,30	1.727	0,82
Flöz 3234	50,88	1.911	1,00
Flöz 3537	56,11	1.662	0,92
Gesamtflöz	48,75	2.248	0,98

Tabelle 10: Durchschnittliche Schwefelgehalt, Heizwerte und Aschegehalte der Bohrkerndaten

Flöz	Schlitzproben		
	Asche [%]	Heizwert [kJ/kg]	Schwefel [%]
Gesamtdaten			
Flöz 1415	16,72	7.434	1,81
Flöz 1617	18,23	6.210	1,52
Flöz 1928	28,34	5.774	2,49
Flöz 2931	29,04	5.501	1,78
Gesamtflöz	28,22	5.518	2,23
Kohle (Aschgehalt < 25 % bzw. Heizwert > 12.000 kJ/kg)			
Flöz 1415	16,26	7.508	1,84
Flöz 1617	14,79	7.328	1,58
Flöz 1928	12,94	8.807	2,39
Flöz 2931	12,57	8.675	2,25
Gesamtflöz	12,92	8.695	2,31
Abraum (Aschgehalt > 25 % bzw. Heizwert < 12.000 kJ/kg)			
Flöz 1415	26,40	5.876	1,09
Flöz 1617	27,48	3.211	1,17
Flöz 1928	46,04	1.648	2,61
Flöz 2931	53,06	925	1,10
Gesamtflöz	47,87	1.455	2,12

Tabelle 11: Durchschnittliche Schwefelgehalte, Heizwerte und Aschegehalte der Schlitzprobedaten

Die Analyse der Abhängigkeiten zum Schwefelgehalt auf Basis der Bohrkern- und Schlitzprobedaten des Abbaufeldes Bükkábrány lässt folgende **Thesen (9)** zu:

Anahand der Bohrkerndaten ist für den Schwefelgehalt mit Anstieg des Aschegehaltes eine rückläufige Tendenz auszumachen.

Mit einer Erhöhung des Heizwertes steigt auch der Schwefelgehalt deutlich an.

Einem 12%-igen Aschegehalt (Heizwert rd. 8.300 kJ/kg) ist ein durchschnittlicher Schwefelgehalt von 2,1% zuzuordnen.

Insbesondere bei den Schlitzprobedaten ist ein deutlicher Anstieg des durchschnittlichen Schwefelgehalt mit zunehmenden Heizwert zu erkennen.

Der durchschnittliche Schwefelgehalt der Bohrkerndaten ist mit 2,1 % deutlich niedriger als der durchschnittliche Schwefelgehalt der Schlitzproben mit 2,3 %.

Im Vergleich der Lagerstätten Visonta Ost II und Bükkábrány ist als **These (10)** noch festzuhalten, dass die 3 Flöze (-2,0,1) im Tagebau Visonta einen durchschnittlichen Schwefelgehalt in Höhe von 1,7-1,8 % haben und die 13 Flöze in Bükkábrány einen Schwefelgehalt von 2,0-2,1% aufweisen.

Aufgrund der Thesen 8 und 9 ist zudem ersichtlich, dass der Schwefelgehalt in der untersuchten Lignitflözen in Visonta und in Bükkábrány durch Korrelation mit Heizwert an die Kohle gebunden ist.

5.7 Analyse der Abhängigkeiten zum Wassergehalt auf Basis der Schlitzprobedaten

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der Heizwert in Abhängigkeit des Aschegehaltes durch Funktionen mit großer Korrelation bzw. durch Regressionsfunktionen mit kleinen Fehlern anzugeben werden kann (vgl. Kapitel 5.4.) wird im Folgenden anhand der Schlitzproben der Tagebaue Visonta Ost II und Bükkábrány betrachtet, inwieweit Abhängigkeiten zwischen dem Wassergehalt der Flöze und dem „trockenen“ Aschegehaltes sowie dem „trockenen“ Heizwertes auszumachen sind.

5.7.1 Analyse des Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt und dem Aschegehalt

Der Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Aschegehalt wurde anhand der Schlitzprobedaten der Flöze -2, 0/o, 0/u, I des Tagebaus Visonta, sowie der Flöze 1928 und 2931 des Tagebaus Bükkábrány untersucht, indem wiederum die linearen Regressionsparameter sowie die korrigierte empirische Streuung (D_{dy}) und deren spezifischen Wert (D_{dy}/Y_{atl}) ermittelt wurden. Die Daten wurden dabei sowohl summarisch als auch in Abhängigkeit des Aschegehaltes betrachtet, und bei einem Aschegehalt von 50% als „Kohle“ (< 50 % Aschegehalt) und „Abraum“ (> 50 % Aschegehalt) klassifiziert. (vgl. Tabelle 12)

Flöz		Korrigierte empirische Streuung D_{dy} [%]	spezifische Streuung D_{dy}/Y_{atl} [%]
Gesamtdaten			
Visonta Ost II	-2	2,79	6,09
	0 oberes	2,97	6,28
	0 unteres	2,70	5,54
	I.	3,33	7,30
Bük	1928	4,05	9,41
	2931	2,82	6,60
Gesamt		4,03	8,86
Kohle (< 50 % Aschegehalt)			
Visonta Ost II	-2	2,42	4,92
	0 oberes	2,85	5,50
	0 unteres	2,57	4,88
	I.	2,17	4,22
Bük	1928	2,50	5,25
	2931	2,15	4,43
Gesamt		3,22	6,43
Abraum (> 50 % Aschegehalt)			
Visonta Ost II	-2	3,04	7,44
	0 oberes	2,83	7,11
	0 unteres	2,80	6,45
	I.	3,40	6,86
Bük	1928	5,33	14,15
	2931	3,46	10,09
Gesamt		4,80	12,25

Tabelle 12: Regressionsmerkmale des Funktionszusammenhanges Wassergehalt und Aschegehalt der Schlitzproben

Wie aus der Tabelle 12 zu erkennen ist, liegt die empirische Streuung der einzelnen Flöze bei Betrachtung der Gesamtdaten zwischen 2,70 und 4,05%; bei einem Gesamtdurchschnitt beider Tagebaue von 4,03 %. Bei einer entsprechend dem Aschegehalt differenzierten Betrachtung ergeben sich für Aschegehalte > 50 % Werte für die korrigierte empirische Streuung von 2,15 bis 2,85 % und für Aschegehalte < 50 % von 2,80 bis 5,33 %.

Bei den spezifischen Werten der korrigierten empirischen Streuung sind im vollen Aschegehaltsbereich (Gesamtdaten) für die verschiedenen Flöze Werte von 5,54 bis 9,41 % bzw. bzgl. der zusammengefassten Daten von 8,86% festzustellen. Bei den „Kohleproben“ (Aschegehalt <50%) liegt die spezifische Streuung zwischen 4,22 und 5,50 %; beim den „Abraumproben“ (Aschegehalt >50%) zwischen 6,45 und 14,15 %.

Hieraus ergeben sich als Schlussfolgerungen, dass

- die korrigierte empirische Streuung und deren spezifischen Werte bei der separaten Betrachtung der „Kohleproben“ niedriger sind, als die Regressionswerte der „Abraumproben“,
- die sich für die „Kohleproben“ ergebenden Regressionsparameter erwartungsgemäß günstiger sind,
- die sich für die „Kohleproben“ ergebenden Regressionsparameter für jedes einzelne Flöz günstiger sind als der Wert, der durch die zusammengefassten Werte der Tagebaue Visonta und Bükkábrány entsteht.

5.7.2 Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Wassergehalt und dem Heizwert

Die Tabelle 13 enthält die durch die Regressionsanalyse des Zusammenhanges zwischen dem Wassergehalt und Heizwert der getrockneten Kohlen ermittelten Ergebnisse.

Die für die Flöze ermittelten Daten wurden neben einer gesamtheitlichen Betrachtung bei einem „trockenen“ Heizwert von $f=12.000$ kJ/kg als Kohle- und Abraum-Daten getrennt analysiert.

Die korrigierte empirische Streuung liegt flözabhängig zwischen 2,71 und 4,01 % bei einem Durchschnittswert der Gesamtflöze von 4,00 %. Die Werte der „Kohleproben“ schwanken zwischen 2,09 % und 2,81 %, der zusammengefasste Durchschnittswert (Tagebaue Visonta und Bükkábrány) zeigt 3,22%. Die „Abraumwerte“ liegen bei 2,11 bis 5,29 % (Durchschnitt 4,78 %).

Die spezifischen Werte der korrigierten empirischen Streuung zeigen ähnliche Werte und liegen je Flöz zwischen 5,56 und 9,30 %, bei einem Durchschnitt von 8,79 %. Bei den „Kohleproben“ resultieren Werte für die Flöze zwischen 4,31 und 5,46 % (Durchschnitt 6,43 %). Für die „Abraumproben“ sind Werte zwischen 6,15 und 14,04 % (Durchschnitt 12,19 %) festzustellen.

Flöz		Korrigierte empirische Streuung D_{dy} [%]	spezifische Streuung D_{dy}/Y_{atl} [%]
Gesamt			
Visonta Ost II	-2	2,75	6,01
	0 oberes	2,93	6,23
	0 unteres	2,71	5,56
	I.	3,39	7,29
Bük	1928	4,01	9,30
	2931	2,87	6,70
Gesamt		4,00	8,79
Kohle (> 12.000 kJ/kg "trockener" Heizwert)			
Visonta Ost II	-2	2,27	4,69
	0 oberes	2,81	5,42
	0 unteres	2,53	4,81
	I.	2,81	5,46
Bük	1928	2,38	5,00
	2931	2,09	4,31
Gesamt		3,22	6,43
Abraum (< 12.000 kJ/kg "trockener" Heizwert)			
Visonta Ost II	-2	3,24	7,92
	0 oberes	2,96	7,44
	0 unteres	2,91	6,70
	I.	3,67	9,35
Bük	1928	5,29	14,04
	2931	2,11	6,15
Gesamt		4,78	12,19

Tabelle 13: Regressionsmerkmale des Funktionszusammenhanges Wassergehalt und Heizwert der Schlitzproben

Die Regressionsanalyse des Zusammenhangs von Heizwert und Wassergehalt führt dabei zu vergleichbaren Ergebnissen wie beim Zusammenhang von Aschegehalt und Wassergehalt:

- Die Regressionsmerkmale der Daten der „Kohleproben“ sind günstiger, als die Daten der „Abraumproben“ und demnach auch günstiger als die Durchschnittswerte.
- Durch die gesamtheitliche Betrachtung der Flözdaten von Visonta und Bükkábrány liegt die Streuung bzw. die spezifische Streuung höher.

5.7.3 Änderung des Wassergehaltes in Abhängigkeit des Aschegehaltes und des Heizwertes

Zur Analyse der Abhängigkeiten des Wassergehalt von Aschegehalt und Heizwert wurden die Regressionsmerkmale durch eine Funktion mit eben diesen drei Merkmalen wie folgt beschrieben:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

mit $y = \text{natürlicher Wassergehalt \% [Na]}$

$x = \text{trockene Asche \% [Hsz]} \text{ oder}$

$x = \text{trockener Heizwert kJ/kg [Fsz]}$

Als Funktion mit zwei Variablen ergibt sich somit:

$$z = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 \quad [\text{Na}]$$

mit $z = \text{natürlicher Wassergehalt \% [Na]}$

$x = \text{trockene Asche \% [Hsz]}$

$y = \text{trockener Heizwert kJ/kg [Fsz]}$

In der Tabelle 14 sind die für die bestimmten zweitinstanzlichen Funktionen festgestellten spezifischen Werte für die korrigierte empirische Streuung zusammen mit den spezifischen Werten für die korrigierte empirische Streuung der linearen Funktionen (Tabelle 12 und Tabelle 13) wiedergegeben.

	Flöz	spezifischer Wert der korrigierten empirischen Streuung [%]				
		Zusammenhang zw. Asche- und Wassergehalt		Zusammenhang zw. Heizwert und Wassergehalt		
		lineare Funktion	zweitinstanz. Funktion	lineare Funktion	zweitinstanz. Funktion	zweitinstanz. Funktion (mit 2 Variablen)
Visonta Ost II	-2	6,09	5,73	6,01	5,65	5,55
	0 oberes	6,28	6,20	6,23	6,25	6,14
	0 unteres	5,54	5,39	5,56	5,42	5,34
	I.	7,30	6,62	7,29	6,97	6,57
	Gesamt		6,43		6,57	6,35
Bük	1928	9,41	11,02	9,30	10,80	10,59
	2931	6,60	6,69	6,70	6,75	6,61
	Gesamt	8,86		8,79		

Tabelle 14: Regressionsmerkmale (spezifischer Wert der korrigierten empirischen Streuung) des Funktionszusammenhanges Wassergehalt, Aschegehalt und Heizwert der Schlitzproben

In der Tabelle sind die für die bestimmten zweitinstanzlichen Funktionen festgestellten spezifischen Werte für die korrigierte empirische Streuung zusammen mit spezifischen Werten für die Korrigierte spezifischen Streuung der linearen Funktionen (Tabelle 12 und Tabelle 13) wiedergegeben.

Die Ergebnisse der Tabelle 14 zeigen, dass die spezifischen Streuungswerte der zweitinstanzlichen Funktion mit zwei Variablen „nur“ um 0,1 bis 0,4% niedriger bzw. „besser“ sind, als bei Funktion mit einer Variabel.

Zusammenfassend ist aus der Tabelle 14 abzuleiten, dass für die spezifische Streuung zwischen den Funktionen mit einer und zwei Variablen eine Abweichung von max. 0,5 bis 0,7% auszumachen ist. Die zweitinstanzliche Funktion mit einer Variabel führt im Vergleich zu der linearen Funktion zu einer Verringerung der korrigierten empirischen Streuungswerte von 0,1 bis 0,4 %, was eine 10%-ige „Verbesserung“ bedeutet.

Somit lassen die 5 bis 7 %-igen Streuungswerte darauf schließen, dass bei einem Wassergehalt von 44 % bis 55 % dieser mit einem 2,5 bis 4,0°-igen Fehler versehen ist. Bei der separaten Behandlung der Kohleproben ist der spezifische Fehler mit 2,2 % bis 2,9 % niedriger.

Die Genauigkeit der Regressionsfunktionen bei der Bewertung des natürlichen Wassergehaltes lässt sich somit durch die zweitinstanzliche Betrachtung nur geringfügig verbessern.

6 Möglichkeiten zur Optimierung der kohlequalitätsorientierten Betriebssteuerung

Aus der Analyse der Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften der Lignitflöze (vgl. Kapitel 5) wird deutlich, dass die Lagerstätteninformationen als hinreichend für eine Auslegung zukünftiger Kraftwerksblöcke und Weiterentwicklung der Tagebautechnologie zu bewerten sind. Mit einer weiteren Intensivierung der Lagerstätten erkundung durch Verdichtung der Kernbohrungen im Abbaufeld erwachsen keine wesentlich neuen Lagerstätten Erkenntnisse z.B. im Hinblick auf eine Verbreitung der Kohleflöze und deren Qualitätseigenschaften, die zur Optimierung der Betriebssteuerung der vorhandenen kraftwerks- und tagebauseitigen Anlagen genutzt werden könnten.

Die wechselnden Qualitätseigenschaften der abgebauten Flöze bzw. der in der weiteren Abbauentwicklung in Verhieb zu nehmenden Lagerstattenteile der Abbaufelder Visonta und Bükkábrány zeigen jedoch auch, dass durch eine zeitnahe Information über die gewonnenen und in den Kraftwerksblöcken eingesetzten Kohlequalitäten durch eine kohlequalitätsorientierte Betriebssteuerung Optimierungspotenziale für den Tagebau- und Kraftwerksbetrieb vorhanden sind. Die heute bei der Mátra Kraftwerk G.AG genutzten Informationssysteme liefern durch die Schlitzbeprobung am Kohlestoß und die automatische Probeentnahme im Haldenprozess nur mit einer mehrtägigen Verzögerung aktuelle Kenntnisse zu den abgebauten bzw. in den Kraftwerksblöcken eingesetzten Kohlequalitätsparametern.

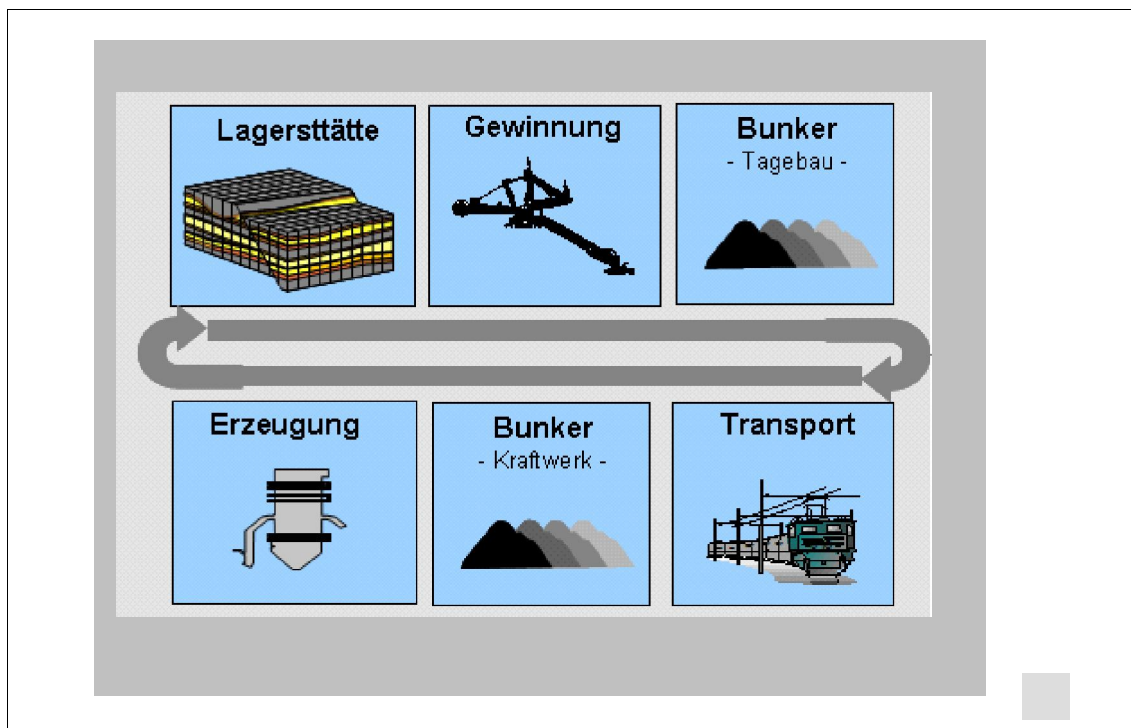


Abbildung 29: integriertes Kohlequalitätsmanagement über die gesamte Prozesskette

Vor diesem Hintergrund kommt der systematischen Entwicklung eines integrierten Kohlemanagements von der Lagerstätten erkundung bis zum Verarbeitungsprozess der Rohbraunkohle in den Kraftwerken eine wachsende Bedeutung für eine

nachhaltig effiziente und wirtschaftliche Kohleverstromung zu (vgl. Abbildung 29). Hierbei werden die auf die Qualitätseigenschaften der Kohlen entlang der gesamten Prozesskette mit dem Ziel einer fortlaufenden Optimierung des Gesamtprozesses konsequent analysiert und in Beobachtung bzw. Kenntnis ihrer Wirkung auf den Prozess gesteuert. Hierfür stehen mittlerweile eine Vielzahl von EDV-gestützten Werkzeugen zur Verfügung, die nachfolgend im Hinblick auf ihre Einsatzmöglichkeiten bei der Mátra Kraftwerk G. AG grob vorgestellt werden.

6.1 Tagebauseitige Optimierungspotentiale

Detaillierte Informationen über die anstehende Lagerstätte sind der Ausgangspunkt für die qualitätsorientierte Steuerung des Prozesses. Hierfür bedarf es einer zentralen Lagerstättenbank, die stratigraphie- und blockbezogen alle erforderlichen Kohlequalitätsparameter in digitaler Form enthält und abbildet. Ein darauf aufsetzendes Planungswerkzeug unterstützt die laufende qualitäts- und abnehmerorientierte Planung und Disposition des Baggereinsatzes bis hin zur konkreten Festlegung einzelner Baggerscheiben am Gewinnungsstoß. Durch entsprechende Planungswerkzeuge können ohne weitere manuelle Eingabe durch Kopplung der GPS-gestützten Positionserfassung des Baggers mit den blockbezogenen Qualitätsdaten entsprechende Qualitätsdatensätze generiert werden, die im laufenden Betrieb online an das nächste Betriebsführungssystem in der Prozesskette (z. B. Band-/Bahntransport) „übergeleitet“ werden.

Neben der Digitalisierung des Lagerstättenmodells mit Abbildung der relevanten Kohlequalitätsparameter und einer GPS-gestützten Steuerung des Baggereinsatzes kann dabei der qualitätsorientierte Abbauprozess auch noch durch eine Erfassung der Materialeigenschaften unterstützt werden. Mit dem Ziel einer möglichst reinen Gewinnung einzelner Kohleflöze bzw. -sorten kann eine Erkennung der Materialarten und der dazwischen liegenden Trennflächen (Schichtgrenzen) während des Grabvorgangs unterstützt werden. Hier kann auf ein breites Spektrum an Sensoriken zur Material- und Trennflächenenerkennung aufgesetzt werden, von denen aber nur wenige zum Online-Messeinsatz am Schaufelradbagger geeignet sind. Unter Beachtung der Anforderungen an die Sensorik sind hier folgende Messverfahren zu nennen [8]:

Georadar, Reflektionsmessungen

Beim Georadarverfahren, das zu den Impuls-Reflektionsverfahren zählt, werden über eine Sendeantenne kurze elektromagnetische Impulse in den Untergrund abgestrahlt. Diese elektromagnetischen Wellen breiten sich im Gestein aus und werden an den Schichtgrenzen teilweise reflektiert. Mit der Erfassung der Reflektionssignale an einer Empfängerantenne können aus den gemessenen Laufzeitdifferenzen auf die Teufenlage nachgewiesener Reflektoren (z. B. Schichtgrenzen, Hohlräume, Anthropogene Einlagerungen) geschlossen werden.

Geoelektrik, Widerstandsgeoelektrik

Mit der Geoelektrik wird die räumliche Verteilung des Widerstands im Gebirge bestimmt, in dem in den Untergrund über Punktelektroden ein Strom eingespeist wird, um ein elektrisches Potenzialfeld aufzubauen. Über die gemessene Potenzialfeldverteilung können zum Teil in Kombination mit weiteren Parametern wie Phasenwinkel und induzierte Polarisierung die Bodenarten klassifiziert werden.

Akustik

Diese Technologie fokussiert auf eine Auswertung der durch geeignete Mikrofone durch den Grabvorgang an den Schaufelspitzen ausgelösten Schallausbreitung.

Darüber hinaus ergeben sich Ansatzpunkte für eine Material- bzw. Trennflächenerkennung durch induzierte Polarisierung, die eine Bildverarbeitung oder Thermografie beinhaltet, sowie der Infrarotspektroskopie durch laserinduzierte Fluoreszenz.

Eine laufende Beobachtung relevanter Kohlequalitätsparameter lässt sich jedoch insbesondere durch eine Kohle-Online-Analytik aufbauen, mit der bei der Kohlegewinnung aus verschiedenen Gründen auftretende Abweichungen gegenüber den Qualitätsdaten aus der Lagerstättendatei identifiziert werden können und so die in den Tagebau- bzw. Kraftwerksbunkern einlaufenden Kohleströme gezielt gemanagt werden können.

Die modernste Analysetechnik nützt dabei die Röntgen-Fluoreszenz-Analyse, deren Helium-Spülung - statt der üblichen Luft zwischen Röntgenröhre und Detektor - das reflektierte Signal für wichtige Elemente in der Braunkohle deutlich weniger abschwächt und damit auch aussagekräftiger macht. Mit dieser Methode lassen sich nicht nur die Gehalte der Aschebestandteile summarisch, sondern insbesondere einzelne Aschenkomponenten wie Silizium, Aluminium als Indikatoren für schluffig-tonige Verunreinigungen erkennen. Diese Kohle-Online-Analysatoren sind an die speziellen Anforderungen der Rohkohlen zu entwickeln und können mit repräsentativen Probeentnahmegeräten im vollautomatischen Modus betrieben werden. Das heißt hier lassen sich im Minutentakt jeweils Messwerte aus repräsentativen Proben des Kohleförderstroms nach Aufbereitung über eine entsprechende Auswertesoftware zur Verfügung stellen. Diese Kohle-Online-Analysatoren sind an den strategischen Stellen des Kohleförderprozesses einzusetzen, an denen im Sinne der Prozesssteuerung Entscheidungen zu treffen sind bzw. noch getroffen werden können. Dies sind vorzugsweise die Eingangsförderwege in die tagebau- und kraftwerksseitigen Bunker.

Bezogen auf die vorhandene Bekohlungsinfrastruktur der Mára Kraftwerke G. AG bietet es sich daher an, die automatische Probeentnahme vor Einstapelung in den Kraftwerksbunker (vgl. Abbildung 7) mit einer Kohle-Online-Analytik auszurüsten.

Der Ein- und Ausstapelvorgang aus dem Kraftwerksbunker kann zudem durch rechnergestützte Bunkerbewirtschaftungssysteme optimiert werden. Hier werden die systematisch durch die Kohle-Online-Analytik erfassten Kohlequalitätsdaten entsprechend ihrer räumlichen Lage beim Einstapelvorgang durch eine Stellungserfassung der Einstapelgeräte abgebildet. Auf Basis des hierdurch entstehenden Modells des Bunkereinhaltes kann dann der Umschlagprozess ggf. mit Kalibrierung durch Scannen der Haldenoberfläche gezielt gesteuert werden. Dies ermöglicht sowohl die sortenreine Einlagerung einzelner Kohlechargen als auch die gezielte Durchmischung von Kohlesorten während der Ein- und Auslagerung in dem Kohlebunker.

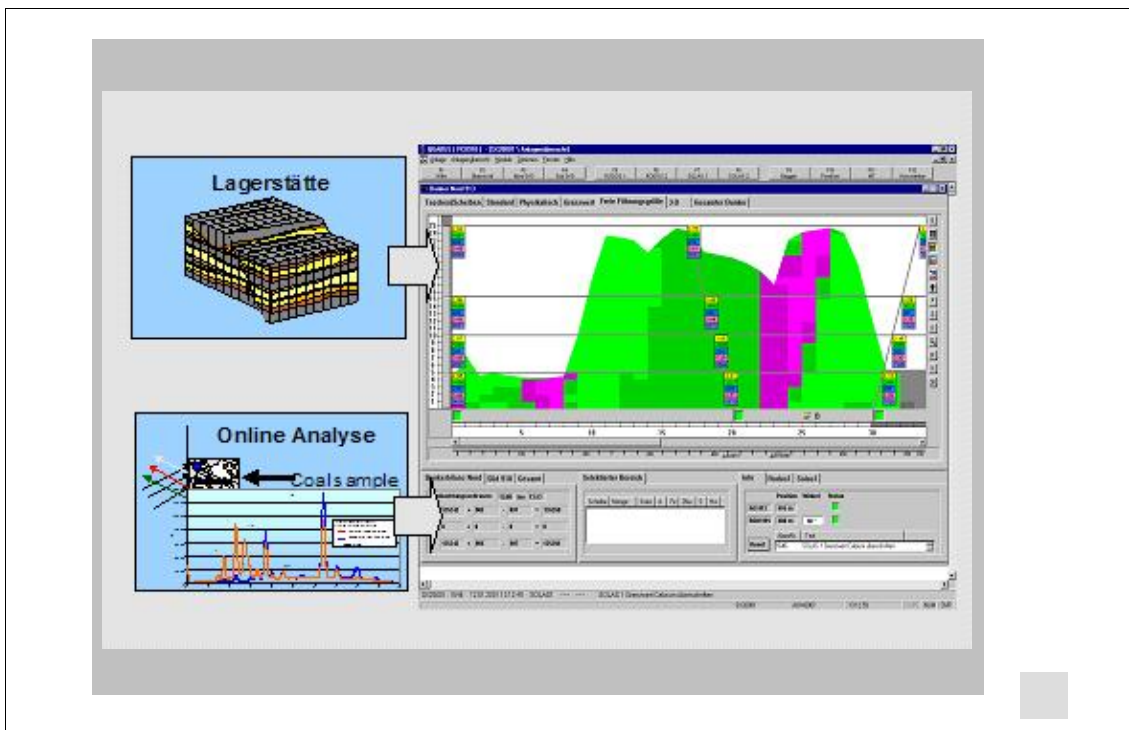


Abbildung 30: EDV-gestütztes Bunkerbewirtschaftungssystem

6.2 Kraftwerksseitige Optimierungspotentiale

Die Verbrennung der Kohle am Ende der Prozesskette wird heute bei modernen Kraftwerksblöcken durch umfangreiche Kesseldiagnosesysteme überwacht. Das wichtigste Maß zur Ableitung von Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen Kohlequalitätsparametern, Kesselbetriebseinstellungen und Kesselverschmutzungen stellt dabei die Heizflächeneffektivitäten in den Dampferzeugern dar. Aus einer intensiven Beobachtung des Verlaufs der Heizflächeneffektivitäten werden einerseits unmittelbare Eingriffe in die Steuerung des Dampferzeugerbetriebs abgeleitet und Einfluss auf die Einstellung der Kohlequalitätsparameter auf der Kohlelieferseite genommen. Sofern die Dampferzeuger mit Reinigungseinrichtungen ausgerüstet sind, werden diese im Allgemeinen über die Kesseldiagnose anhand der Heizflächeneffektivität gesteuert.

Bezogen auf mögliche Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung der kohlequalitätsorientierten Betriebssteuerung bei der Mátra Kraftwerke G.AG ist jedoch festzustellen, dass die Einführung von modernen EDV-gestützten Betriebsführungssystemen entlang der gesamten Prozesskette einen hohen Investitionsaufwand erfordern, der sich unter Berücksichtigung der vorhandenen Anlagentechnik kaum wirtschaftlich darstellen lässt.

Auf Basis der bestehenden Kohlelogistik sind mit dem Ausbau einer Kohle-Online-Analytik und rechnergestützten kraftwerksseitigen Bunkerbewirtschaftung Optimierungspotenziale zu erkennen, die bei zukünftigen Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen im Bereich der Kohleinfrastruktur zu berücksichtigen sind.

Die Qualitätssicherung der Kohleversorgung mittels teilautomatisierter Mischprozesse in den Kohlevorratsbunkern der Tagebaue einerseits und des Kraftwerks andererseits kann dadurch an Stellenwert gewinnen. Diese Mischverfahren könnten in weiteren Ausbaustufen durch entsprechende

Betriebsführungssysteme unterstützt werden, die den Verlauf des Kohlequalitätsflusses simulieren. Die einzelnen Kohleeigenschaften, die durch Vorerkundung der Kohleflöze mittels Bohrkernanalysen und Tagebauproben bereits heute in einem Lagerstättenmodell gespeichert sind, könnten dann gezielt zur Planung und Steuerung des Gewinnungs- und Mischprozesses verwendet werden.

Lokal in den Kohleflözen auftretende Verunreinigungen können grundsätzlich nicht durch eine Intensivierung der Vorerkundung ausgeschlossen bzw. vollständig erfasst werden. Hier ist daher eine Überprüfung durch die Onlineanalytik anzustreben. Die Kohle-Onlineanalytik dient dann neben den Qualitätsdaten aus dem Lagerstättenmodell als Basis für eine EDV-unterstützte Steuerung und Überwachung der Kohledisposition in den Betrieben.

Die Lagerstätten- und Qualitätserkundung kann in mehreren Optimierungsschritten von einer geringeren Bohrdichte im Langfristbereich hin zu einer höheren Erkundungsdichte im abbaunahen Bereich erfolgen. Die örtliche Bohrdichte ist dabei am Kompliziertheitsgrad der Lagerungsverhältnisse und der Qualitätsausprägung der Lagerstätte zu orientieren. Die für eine detaillierte Planung der Baggereinsätze im unmittelbaren Abbaubereich notwendige Genauigkeit kann dann durch eine den Abbau begleitende geologische Tagebaufaufnahme und Probenahme am Abbaustoß ergänzt werden. Die so gewonnenen Kenntnisse sind dann in einem Lagerstättenmodell zu übertragen.

Zur Verifikation der auf Basis von Lagerstättendaten ermittelten Qualitätsparameter werden die vor den Bunkerbereichen der Tagebaue bzw. vor der Blockbekohlung der Kraftwerke der automatische Probeentnahme nachgeschalteten Kohle-Online-Analysatoren genutzt. Durch eine kontinuierliche Probeentnahme und Aufbereitung der Kohle aus dem Bandförderstrom kann der Gehalt der kesselkritischen Elemente in der Kohle gemessen und mit den Lagerstättenwerten verglichen werden. Bei der Röntgenfluoreszenzanalyse sind insbesondere nachfolgende Voraussetzungen zu erfüllen.

Die Kohlequalitätskontrolle durch Online-Analysatoren kann dabei auch durch ein Warnsignal an die Betriebsüberwachung bei Überschreitung von voreingestellten Grenzwerten verschiedener Kohlequalitätsparameter unterstützt werden.

7 Zusammenfassung

Auch zukünftig wird den fossilen Energieträgern eine bedeutende Rolle bei der Deckung des Primärenergiebedarfs zukommen. Insbesondere wird der weltweite Einsatz von Stein- und Braunkohle, auch vor dem Hintergrund der im Vergleich zu Erdöl und Erdgas noch langfristig verfügbaren und geographisch breit verteilten Ressourcen, bei der Stromerzeugung auf absehbare Zeit unverzichtbar bleiben. Die effektive, d.h. sowohl umweltverträgliche als auch wirtschaftliche Nutzung der Kohlevorkommen, setzt dabei eine intensive Lagerstätten erkundung und -bewertung unter Berücksichtigung der sich aus den energiewirtschaftlichen und -politischen Rahmenbedingungen ergebenden Anforderungen an die Kohleverstromung bzw. die sonstigen Nutzungsoptionen (Kohleverflüssigung, -vergasung) voraus.

In Ungarn wird die Entwicklungsstrategie des hier bestehenden größten Kohlekraftwerks der Mátra Kraftwerke G.AG, das über zwei gesellschaftseigene Tagebaue (Visonta und Bükkábrány) jährlich mit rd. 8 Mio. t Rohkohle (Lignit) versorgt wird, durch die sich ändernden Marktbedingungen der europäischen Energiewirtschaft, wie z.B. die Senkung des CO₂-Ausstoßes, den Ausbau der regenerativen Energien durch Mitverbrennung von Biomassen und weiterer Verschärfungen der Kraftwerksemissionen, bestimmt. Maßgebend für die erzeugungsseitige Betriebssteuerung des Kraftwerks bleibt dabei der eingesetzte Hauptbrennstoff Kohle. Im Sinne einer Optimierung der Stromerzeugung mit maximaler Auslastung des Kraftwerks zu minimalen Betriebskosten ist daher bei der Mátra Kraftwerke G.AG die kohlequalitätsorientierte Kraftwerksbekohlung durch eine ausgeprägte Integration von Tagebau- und Kraftwerkseinsatzplanung auf Basis der Kohlequalitätsparameter weiterzuentwickeln.

Die Grundlage hierfür bilden die Lagerstätten, die im Falle der Mátra Kraftwerke G.AG durch umfangreiche Untersuchungsbohrungen mittels Bohrkerne direkt bzw. geophysikalische Bohrlochmessungen indirekt erkundet sind. Darüber hinaus erfolgt im Zuge der Abbauentwicklung eine Schlitzbeprobung der freigelegten Flözpartien mit anschließender Qualitätsanalyse der Kohlen.

Die Gewinnung der Bohrkerne bzw. Schlitzproben erfolgt unter verschiedenen Bedingungen. Während die „in-situ“ stattfindenden Kernbohrung durch das Bohrverfahren bzw. der Vernässungen durch die verwendete Bohrspülung beeinflusst wird, ist die durch Schlitzproben gewonnene Kohle verschiedenen Umweltwirkungen (Sonneneinstrahlung, Niederschlag, Wind) ausgesetzt.

Durch eine Analyse der Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften anhand der Bohrkerndaten einerseits und der Schlitzproben andererseits wurden im Regressionsverfahren mögliche mathematischen Gesetzmäßigkeiten untersucht, um auf Basis der durch die Laboruntersuchung ermittelten Ergebnisse auf andere Qualitätsmerkmale zu schließen bzw. die vorhandenen Daten insgesamt zu validieren und damit die „Stabilität“ der vorliegenden Lagerstätteninformationen zu verbessern sowie Ansatzpunkte für eine optimierte kohlequalitätsorientierte Betriebssteuerung der Kraftwerksbekohlung abzuleiten.

Als Grunddaten standen dabei der Heizwert, der Aschegehalt, der Wassergehalt, die Dichte und der Schwefelgehalt aus den Bohrkernen und den Schlitzproben für die Abbaufelder Visonta und Bükkábrány zur Verfügung.

Im Ergebnis der durchgeführten Analysen und der diesbezüglich aufgestellten Thesen zeigte sich, dass bei den meisten Kohlequalitätsparametern kaum ein belastbares mathematisches Funktionsverhältnis abgeleitet werden kann.

Lediglich beim Aschegehalt und Heizwert zeigen die bei der Regressionsanalyse ermittelten Korrelationskoeffizienten und spezifischen Streuungen für die betrachteten Lagerstättenbereiche der Abbaufelder Visonta und Bükkábrány eine ausreichend hohe Genauigkeiten, für eine belastbare Funktionsbeschreibung. Dies gilt insbesondere für niedrige Aschegehalten und die Bohrkerndaten.

Beim Schwefelgehalt der Kohlen, der insbesondere für die heute bereits an der Kapazitätsgrenze betriebenen Raugasentschwefelung von Bedeutung ist, konnte anhand der Bohrkernen und der Schlitzproben aufgezeigt werden, dass sich der Schwefelgehalt mit einer Erhöhung sowohl des Aschegehaltes als auch des Heizwertes weitestgehend linear verringert und dieser Zusammenhang für jedes Flöz festzustellen ist.

Die Analyse der Zusammenhänge der Qualitätseigenschaften der Lignitflöze bestätigte, dass die Lagerstätteninformationen hinreichend für eine Auslegung und Weiterentwicklung der Kraftwerks- und Tagebautechnologie sind. Mit einer weiteren Intensivierung der Lagerstätten erkundung durch Verdichtung der Kernbohrungen im Abbaufeld sind keine wesentlich neuen Lagerstätten Erkenntnisse z.B. im Hinblick auf eine Verbreitung der Kohleflöze und deren Qualitätseigenschaften zu erwarten, die zur Optimierung der Betriebssteuerung der vorhandenen kraftwerks- und tagesbauseitigen Anlagen genutzt werden könnten.

Die wechselnden Lagerstättenverhältnisse und Qualitätseigenschaften in der weiteren Abbauentwicklung lassen jedoch Optimierungspotenziale durch eine zeitnahe Information über die gewonnenen und in den Kraftwerksblöcken eingesetzten Kohlequalitäten durch eine kohlequalitätsorientierte Betriebssteuerung erkennen.

Die effiziente Steuerung des komplexen Gesamtprozesses und die beständige Entwicklung und Anpassung an kurz-, mittel- und längerfristig absehbare Entwicklungen in der Lagerstätte einerseits und den Betriebsparametern der Kraftwerksblöcke andererseits benötigt u. a. eine hohe Transparenz entlang der gesamten Prozesskette, die nur durch eine kontinuierliche messtechnische Beobachtung und Darstellung der einzelnen Teilprozesse und Systemparameter möglich ist. Sie liefern die Grundlage für eine zeitnahe Analyse des Prozessverhaltens mit zielgerichteter Planung und Prozesssteuerung.

Da moderne Informations- und Betriebsführungssysteme heute bei der der Mátra Kraftwerk G.AG nur ansatzweise genutzt werden, kommt der systematischen Entwicklung eines integrierten Kohlemanagements von der Lagerstätten erkundung bis zum Verarbeitungsprozess der Rohbraunkohle eine wachsende Bedeutung zu. Da die hierfür erforderlichen infrastrukturellen Voraussetzungen in der Kohlelogistik grundsätzlich vorhanden sind, sollte das Kohlequalitätsmanagement in Abhängigkeit der mit der Kraftwerksentwicklungsstrategie verbundenen Investitionsentscheidungen z.B. durch eine Ergänzung der automatischen Probeentnahmegeräte um eine Kohle-Onlineanalytik gezielt weiterentwickelt werden.

7 Quellenverzeichnis

- [1]Beitrag H.-W. Schiffer
- [2]Geschäftsbericht der Mátra Kraftwerk G.AG 2007 bis 2009
- [3]Markus Kosma, Stefan Hotz, Derekas, Barnabás: Current status and future prospects of the lignite industry and the Mátra in Hungary, In: World of Mining 6/2006, S.372-375
- [4]EURACOAL: Coal industry across Europe 2005
- [5]Markus Neuroth: Ansatzbildung in braunkohlegefeuerten Kraftwerkskesseln, In: VGB Präsentation Kassel 4/2004
- [6]Miskolci Egyetem Bányászati és Geotechnikai Tanszék: Visonta bánya K-III. bányaterület optimális lehatárolása. A telepjellemzők közötti kapcsolat elemzése. Kutatás részjelentés Miskolc, 2004. szeptember.
- [7]Werner Koenigs, Thomas Körber: Integrated lignite management at RWE Power AG, Germany, In: World of Mining 6/2006, S.345-354
- [8]Heinrich Rosenberg: Detection of materials and deposits as a basis for innovative operations management systems employed as part of opencast mine process optimizations, In: World of Mining 3/2007, S.173-180