

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zusammenfassung	11
1.1	Einleitung	11
1.2	Stand von Wissenschaft und Technik	12
1.3	Ziele des Vorhabens	14
1.4	Ergebnisse	15
1.4.1	AP 1: Weiterentwicklung der Meßsysteme	15
1.4.1.1	Entwicklung und Erprobung eines neuen Meßsystems für ausgedehnte Grubenfelder	15
1.4.1.2	Entwicklung und Erprobung von Intra-Kluft-Strainmetern	17
1.4.2	AP 2: Durchführung der Messungen und Beschaffung der Zusatzdaten	18
1.4.2.1	Planung der Messungen (Ablaufplan)	18
1.4.2.2	Gewinnung der Meßdaten / Beseitigung des bestehenden Datendefizits für Gebirgsverformungsfelder in lange stillliegenden Grubenbereichen	18
1.4.2.3	Bestimmung der mittleren jährlichen Konvergenzraten im Meßgebiet	19
1.4.3	AP3: Auswertung und Modellierung	20
1.4.3.1	Das einfachste Modell: Lokale Pfeiler-Kammer-Verformung, validiert mit den nach 60 Jahren Standzeit gemessenen jährlichen Konvergenzraten	20
1.4.3.1.1	FE-Modell zur Beschreibung der Kriechverformung des Probekörpers	20
1.4.3.1.2	FE-Modell für die lokale Pfeiler-Kammer-Verformung	22
1.4.3.2	Modellverbesserungen durch Berücksichtigung weiterer Verformungskomponenten	23
1.4.3.2.1	Berücksichtigung der Wirkungen neuer Sprengarbeiten	23
1.4.3.2.2	Berücksichtigung der Wirkungen der sich nähernden Abbaufront	25
1.4.3.2.3	Berücksichtigung der Wirkungen des Salzeinfließens in alte Abbaukammern im Liegenden	26
1.4.3.2.4	Berücksichtigung der saisonalen thermoelastischen Gebirgsverformungen	26
1.4.3.2.5	Berücksichtigung aperiodischer thermoelastischer Gebirgsverformungen	29
1.5	Schlußfolgerungen und Ausblick	29
1.5.1	Prognose der KV-Raten und Kammerhöhen in 1000 bzw. 10 000 Jahren	29
1.5.2	Schlußfolgerungen bezüglich der Meßgeräte und der Meßdauer	31
1.5.3	Schlußfolgerungen bezüglich der Reihenfolge von Validierungsmessungen und der Neuschaffung von Hohlraum	32
1.5.4	Schlußfolgerungen über Auflockerungen in lange stillliegenden Grubenbauen durch neue Sprengarbeiten	33
1.5.5	Einschätzung der erreichten Prognosegenauigkeit	33
1.5.6	Ausblick	36

2	Durchführung	36
2.1	Meßkonzeption und Standortwahl	36
2.2	Aufbau und Erprobung des neuen Vertikalstrainmeterarrays	39
2.2.1	Anpassung der Meßtechnik	39
2.2.2	Sensoren	43
2.2.3	Datenerfassung, Datenübertragung und Auswertung	43
2.2.3.1	Hardware	44
2.2.3.1.1	Die digitale Aufnehmerelektronik AED	44
2.2.3.1.2	Die PC's zur Datenerfassung	46
2.2.3.2	Software	46
2.2.4	Testmessungen	47
2.2.4.1	Meßleitung mit 2 km Länge	47
2.2.4.2	Datenübertragung mit 2-Drahtleitung und Binärwerten	48
2.3	Entwicklung und Erprobung des Intra-Kluft-Strainmeters	49
2.3.1	Aufgabenstellung und Lösungsweg	49
2.3.2	Beschreibung des Versuchsmusters	50
2.3.3	Ergebnisse der Modellrechnungen	51
2.3.4	Ergebnisse der Testmessungen an Vertikalklüften	53
2.3.4.1	Versuch 1: Experimentelle Bestimmung der Nutzsignalverstärkung mit Über-Kluft-Strainmetern und konventionellen Strainmetern	53
2.3.4.2	Versuch 2: Beseitigung der instrumentellen Fehler bei der Messung von Konvergenzsprüngen	54
2.3.5	Zusammenfassung: Anpassung der Hard- und Software	58
2.4	Bestimmung der Materialparameter des Pfeilermaterials aus dem Meßgebiet (Arbeiten des Unterauftragnehmers IfG Leipzig)	59
2.5	Bestimmung des Pfeilerbelastungsdruckes im Meßgebiet (Arbeiten des Unterauftragnehmers IfG Leipzig)	59
2.6	Beschaffung weiterer Informationen und Meßdaten für die Modellierung (Geologie, Bergbau, Markscheidewesen)	61
3	Auswertung und Modellierung	61
3.1	Periodische, elastische Verformungskomponenten	63
3.1.1	Gezeitenbedingte Verformungsanteile	63
3.1.2	Luftdruckbedingte Verformungsanteile	69
3.1.3	Thermoelastische Verformungsanteile	74
3.1.3.1	Thermoelastische Geräteeffekte	74
3.1.3.2	Gebirgsverformungen durch luftdruckinduzierte Temperaturänderungen	74
3.1.3.3	Gebirgsverformungen durch Temperaturänderungen der Grubenweiter	76
3.1.3.4	Aperiodische Gebirgsverformungen durch Umkehr der Wetterwege	79

3.2 Aperiodische, anelastische Verformungskomponenten	83
3.2.1 Auswertung und Modellierung der Kriechversuche	87
3.2.2 Pfeiler-Kammer-Modell	90
3.2.3 Einfluß der Abbaugrenze und von Hohlräumen im Liegenden	94
3.3 Geomechanische Einzelereignisse	96
3.3.1 Lokale Wirkung einer 9 kN-Punktlast	96
3.3.2 Regionale Wirkung von Pfeilerschwächungen	97
3.3.3 Einfluß von Sprengarbeiten	99
3.3.4 Einfluß einer nahenden Abbaufront	102
4 Schlußfolgerungen und Ausblick	104
4.1 Schlußfolgerungen	104
4.2 Ausblick	107
5 Literatur	108

[mit zusammen 72 Bildern und 20 Tabellen]