

Einsatz der Hassediagrammtechnik zum Vergleich von Bergbaubetrieben unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit – Dargestellt am Beispiel Kupfer

Von der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.
Daniela Gutberlet

aus Nürnberg

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Per Nicolai Martens
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Seeliger

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung und Lösungsweg	4
2	Der Rohstoff Kupfer	7
2.1	Allgemeines	7
2.2	Profil des internationalen Kupferbergbaus	8
2.3	Prozesskette des Kupferbergbaus	13
2.3.1	Abbau in Tagebau und Tiefbau	14
2.3.2	Aufbereitung	14
2.3.3	Entsorgung der bei der Aufbereitung anfallenden Massenabfälle	15
2.4	Ökologische, ökonomische und soziale Wirkungen des Kupferbergbaus	16
2.5	Ableitung des Betrachtungsschwerpunktes	18
3	Nachhaltige Entwicklung und die Schwierigkeit ihrer Quantifizierung	21
3.1	Allgemeines	21
3.2	Nachhaltige Entwicklung im Bergbau	23
3.3	Indikatoren als Kernelemente für ein Entscheidungsunterstützungssystem	25
3.3.1	Zielsetzungen und Anforderungen	25
3.3.2	Ökonomische Indikatoren	28
3.3.2.1	Beurteilung der Ertragslage	29
3.3.2.2	Beurteilung der finanziellen Stabilität	30
3.3.3	Ökologische Indikatoren	31
3.3.3.1	Beurteilung der Ressourceninanspruchnahme des Kupferbergbaus	32
3.3.3.2	Beurteilung der Emissionen des Kupferbergbaus	33
3.3.4	Soziale Indikatoren	34
3.3.5	Darstellung der Ersatzindikatoren	36
4	Multikriterielle Analysemodelle	39
4.1	Anforderungen an multikriterielle Analysemodelle	39
4.2	Auswahl multikriterieller Analysemodelle	41
4.2.1	Grundlagen	41
4.2.2	MADM-Verfahren zur Entscheidungsfindung	43
4.2.2.1	Nutzwertanalyse	43
4.2.2.2	Analytical Hierarchy Process	45
4.2.2.3	Multiple-Attribute Utility Theory	47
4.2.3	Multikriterielle Analysemodelle zur Entscheidungsunterstützung	48
4.2.3.1	Outranking-Verfahren	49

4.2.3.1.1	ELECTRE	50
4.2.3.1.2	PROMETHEE	51
4.2.3.2	Ordnungstheoretische Verfahren: Hassediagrammtechnik	53
4.2.4	Auswahl eines Verfahrens	56
4.3	Anwendung der Hassediagrammtechnik	58
4.3.1	Wichtige Begriffsbildungen	58
4.3.2	Kenngrößen zur Interpretation von Hassediagrammen	59
4.3.3	Hasse for Windows	63
5	Einsatz der Hassediagrammtechnik zum Vergleich von Kupferbergwerken	65
5.1	Einsatz der Rohdaten	66
5.2	Klassifizierung der Daten	71
5.3	Aggregation der Daten	78
5.4	Ergebnisse	80
6	Diskussion und Ausblick	85
6.1	Diskussion der Ergebnisse	85
6.2	Ausblick	87
7	Zusammenfassung	89
8	Anhang	97
8.1	Berechnung der Ersatzindikatoren	97
8.2	Datenbasis für die Berechnung der Ersatzindikatoren	97
8.2.1	Allgemeine Daten	97
8.2.2	Bergwerksspezifische Daten	98
	Literaturverzeichnis	101
	Abbildungsverzeichnis	105
	Tabellenverzeichnis	107
	Abkürzungsverzeichnis	109
	Lebenslauf	111