

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines	1
1.1 Themenstellung und Ziel der Arbeit	1
1.2 Durchführung der Arbeit	2
2 Naturwerksteine	3
2.1 Definition	4
2.2 Verwendung von Naturwerksteinen	4
2.3 Bearbeitung von Naturwerksteinen	5
2.4 Anforderungen der Naturwerkstein-Industrie	7
Spezielle Anforderungen der Weiterverarbeiter an die Steinbrüche	7
2.5 Wirtschaftliche Übersicht	9
2.5.1 Bemerkungen zur Statistik	10
2.5.2 Zukunft	15
3 Derzeitiger Stand der Untersuchung, Bewertung und Gewinnung von Naturwerksteinen	17
3.1 Bisheriger Untersuchungsstand	17
3.2 Stand der Bewertung und Erschließung	18
3.3 Stand der Abbauplanung und Gewinnung	19
3.4 Offene Probleme	19
4 Exploration von Naturwerksteinlagerstätten	21
4.1 Derzeitige Methoden	21
4.1.1 Kriterien für die Auswahl untersuchungswürdiger Gebiete	21
4.1.2 Erfassung von Abraum und Nutzgestein, gebräuchliche Methoden	21
4.1.3 Kosten für die Untersuchung einer Lagerstätte	22
4.1.4 Bewertung derzeitiger Methoden	22
4.2 Orientierende Marktstudie	23
4.3 Geologische Kartierung und Abgrenzung des höffigen Gebietes	23
4.4 Untersuchung und Abgrenzung einer Lagerstätte	25
4.4.1 Schürfgräben	26
4.4.2 Kernbohrungen	26
4.4.3 Geophysikalische Verfahren	27
4.4.3.1 Refraktionsseismik	27
4.4.3.2 Reflexionsseismik	27
4.4.3.3 Geomagnetik	27
4.4.3.4 Gravimetrie	28
4.4.3.5 Geoelektrik	28
4.4.3.6 Ultraschallmessungen	28
4.4.3.7 Elektromagnetische Reflexionsmessungen (Radar)	29
4.4.4 Technische Prüfung	29
4.4.4.1 Probenahme	29
4.4.4.2 Prüfverfahren	30
4.4.5 Abbauplanung	32
5 Vorratsermittlung von Naturwerksteinlagerstätten	33
5.1 Mindestblockgröße	33
5.2 Natürliche Trennflächen als Maß für erreichbare Blockgrößen	35
5.3 Meßmethode	36
5.4 Erfassen von Trennflächen mittels elektromagnetischer Reflexionsmessungen	37
Anwendungsmöglichkeiten	41
5.5 Auswerten von Messungen der Trennflächenabstände	42
5.5.1 Häufigkeitsverteilung	43
5.5.2 Durchschnittsblock	45

5.6 Gewinnbare Naturwerkstein-Rohblöcke	46
5.6.1 Rohblockhöflichkeit	46
5.6.1.1 Rechenansatz	47
5.6.1.2 Faustformel zur Abschätzung der Rohblockhöflichkeit	47
5.6.1.3 Grafische Darstellungen	49
5.6.1.4 Computer - Modell zur Berechnung der Rohblockhöflichkeit	50
5.7 Vorrat	51
5.8 Einschränkungen	51
6 Beschreibung der vermessenen Steinbrüche	53
6.1 Diorit	54
Herchenrode	54
6.2 Granit, Granodiorit	56
6.2.1 Tittling	57
6.2.2 Oberfrauenwald	58
6.3 Sandstein	59
6.3.1 Cornberger Sandstein	59
6.3.2 Roter Eifelsandstein	61
Neuheilenbach	61
6.3.3 Wesersandstein	63
6.3.3.1 Eckberg	65
6.3.3.2 Eschershausen	66
6.3.3.3 Amelungsborn	67
6.3.3.4 Arholzen	68
6.3.3.5 Bad Karlshafen 1	69
6.3.3.6 Bad Karlshafen 2	70
6.3.3.7 Bad Karlshafen 3	71
6.3.3.8 Bad Karlshafen 4	72
6.3.3.9 Wülmersen	73
6.3.3.10 Wesersandstein-Gesamt	74
6.3.4 Roter Mainsandstein	74
6.3.4.1 Remlingen	76
6.3.4.2 Eichenbühl	77
6.3.4.3 Dietenhan	78
6.3.5 Udelfanger Sandstein	79
6.3.6 Werksandstein	81
Schleerieth	81
6.3.7 Schilfsandstein	82
6.3.7.1 Sand am Main	84
6.3.7.2 Weiler/Sinsheim	85
6.3.7.3 Mühlbach	86
6.3.7.4 Niederhofen	87
6.3.7.5 Freudental	88
6.3.7.6 Schilfsandstein-Gesamt	89
6.3.8 Coburger Bausandstein	90
Neubrunn	90
6.3.9 Sandstein des Rhätolias	92
6.3.9.1 Heiligersdorf	93
6.3.9.2 Burgpreppach	94
6.3.9.3 Gereuth	95
6.3.10 Obernkirchener Sandstein	96
6.4 Kalkstein	98
6.4.1 Quaderkalk	98
6.4.1.1 Kirchheim 1	99
6.4.1.2 Kirchheim 2	100

6.4.1.3 Eiblstadt	101
6.4.1.4 Winterhausen 1	102
6.4.1.5 Winterhausen 2	103
6.4.1.6 Quaderkalkstein-Gesamt	104
6.4.2 Jura-Kalkstein (Dickbankkalk)	105
6.4.2.1 Gundelsheim	108
6.4.2.2 Treuchtlingen 1	109
6.4.2.3 Rehlingen	110
6.4.2.4 Treuchtlingen 2	111
6.4.2.5 Grafenmühle	112
6.4.2.6 Kaldorf 1	113
6.4.2.7 Kaldorf 2	114
6.4.2.8 Petersbuch 1	115
6.4.2.9 Petersbuch 2	116
6.4.2.10 Erkertshofen 1	117
6.4.2.11 Erkertshofen 2	118
6.4.2.12 Sankt Egid	119
6.4.2.13 Jura-Kalkstein-Gesamt	120
6.4.3 Thüster Kalkstein	121
6.4.4 Anröchter Kalkstein	122
6.5 Dolomitstein	124
6.5.1 Nüxeier Dolomit	124
6.5.2 Kleinziegenfelder Dolomit	125
6.6 Tuffstein	127
6.6.1 Tuffstein, Osteifel	128
6.6.1.1 Ettringer Tuffstein	128
6.6.1.2 Weiberner Tuffstein	130
6.6.2 Tuffstein, Kassel	131
6.7 Auswertung der Meßergebnisse	132
6.7.1 Trennflächen und Histogramme	132
6.7.2 Messungen in benachbarten Aufschlüssen bzw. Regionen	132
6.7.2.1 Quaderkalk	133
6.7.2.2 Wesersandstein-Region	133
6.7.2.3 Jura-Kalksteine	136
6.7.2.4 Trennflächen in anderen natürlichen Aufschlüssen	136
6.7.3 Durchschnittsblock-Volumen	137
6.7.4 Rohblockhöffigkeit	140
6.8 Abhängigkeiten der Rohblockhöffigkeit	140
6.8.1 Zusammenhang zwischen Blockgröße und Höffigkeit	141
Kritische Überprüfung der η -Werte	141
6.8.1.1 Computersimulation	142
6.8.1.2 Vergleich der Rechenmethoden	143
6.8.2 Lagerstättentypische Einflüsse	144
6.9 Vergleiche eigener Ergebnisse mit Befunden aus den Lagerstätten	146
6.10 Eignung der Methode zur Beurteilung von Naturwerksteinlagerstätten	150
7 Gewinnungsverfahren	151
7.1 Einführung	151
7.2 Alte Techniken der Gesteinsgewinnung	153
7.3 Erfassen und Beschreiben der Gewinnungsverfahren	153
7.3.1 Hammer und Meißel	154
7.3.2 Bohrgeräte	154
7.3.2.1 Handbohrgerät	156
7.3.2.2 Reihenbohrgerät	156
Schlitzbohren	159

7.3.2.3 Nachgeschaltetes Lösen	160
7.3.2.3.1 Federkeil	161
7.3.2.3.2 Hydraulisches Steinspaltgerät	161
7.3.2.3.3 Explosivstoffe	163
- Schwarzpulver	163
- Sprengschnur	163
7.3.2.3.4 Expansivzement	165
7.3.3 Schrämmaschine	167
7.3.4 Seilsägeverfahren	169
Seilkonstruktion	171
7.3.4.1 Blockabschieber	173
7.3.5 Flammenschneidverfahren	173
7.3.6 Wasserschneidverfahren	174
7.3.7 Laserschneidverfahren	177
7.3.8 Hydraulikbagger	178
7.3.9 Einsatz von Transportgeräten	178
7.3.9.1 Laderaupen und Radlader	179
7.3.9.2 Derrick	181
7.4 Umweltschutz- und Arbeitsschutzgesichtspunkte	182
7.4.1 Allgemeines	182
7.4.2 Entstaubungsverfahren	183
7.4.3 Schallemissionen	183
8 Auswahl der Gewinnungsverfahren	187
8.1 Auswahlkriterien	187
8.1.1 Abbauverlust in Abhängigkeit von der Blockgröße	188
8.1.2 Maschinen-Einsatz nach Blockgröße	190
8.2 Einsatz nach Gesteinsart und Morphologie	191
8.2.1 Bohrverfahren	191
Schlitzbohren	192
8.2.2 Schrämverfahren	192
8.2.3 Seilsägeverfahren	193
8.2.4 Flammenschneidverfahren	193
8.2.5 Wasserschneidverfahren	193
8.2.6 Zusammenfassung	194
8.3 Güte der Löseflächenausbildung und Verluste	196
8.3.1 Breite der Lösefläche	196
8.3.2 Güte der Lösefläche	196
8.3.3 Bohrverfahren	197
8.3.3.1 Handbohrhammer	197
8.3.3.2 Reihenbohren	197
Schlitzbohren	198
8.3.4 Schrämverfahren	198
8.3.5 Seilsägeverfahren	198
8.3.6 Flammenschneidverfahren	199
8.3.7 Wasserschneidverfahren	199
8.3.8 Addition der Verluste	200
8.4 Leistungen der Gewinnungsverfahren	202
8.4.1 Bohrverfahren	202
Kalkstein	203
Sandstein	203
Granit	203
8.4.1.1 Schlitzbohren	203
8.4.2 Schrämverfahren	203
Kalkstein	204

Dolomitstein	204
8.4.3 Seilsägeverfahren	204
Kalkstein	204
Dolomitstein	205
Sandstein	205
Granit	205
8.4.4 Flammenschneidverfahren	205
Granit	205
8.4.5 Wasserschneidverfahren	205
Sandstein	206
Granit	206
Andere Gesteinsarten	206
8.4.6 Zusammenfassung	206
8.5 Kosten der Gewinnungsverfahren nach Gesteinsart	208
8.5.1 Kalkstein	211
8.5.2 Sandstein	211
8.5.3 Granit	212
8.5.4 Kosten und Ausbeute	213
8.6 Ergebnis	214
8.7 Kombination von Gewinnungsverfahren	215
8.7.1 Kombination zweier Verfahren	215
8.7.2 Kombination zweier Geräte	216
9 Anlage von Naturwerksteinbrüchen und Abbauplanung	217
9.1 Generelle wirtschaftliche Gesichtspunkte	217
9.2 Feldezuschnitt, Abbauart und -planung	219
9.2.1 Abbauart	219
9.2.2 Abraumbeseitigung	221
9.2.3 Lagerungsverhältnisse und Tektonik	222
9.2.3.1 Flache Lagerungsverhältnisse	223
9.2.3.2 Steile Lagerungsverhältnisse	223
9.3 "Gänge" bzw. bevorzugte Spaltbarkeiten und Gebirgsspannungen	224
9.3.1 Abbau und Steinbrucharanlage bei Auftreten von Gebirgsspannungen	226
Spannungsentlastung	227
9.4 Fehlbeurteilung von Qualität und Vorrat und sonstige Abbauprobleme (ausgewählte Beispiele)	228
9.4.1 Eifelsandsteinbruch Neuheilenbach	228
9.4.2 Tuffsteinbruch Kassel	229
9.4.3 Kalksteinbruch Marching	231
9.4.4 Granitsteinbruch Kösseine	233
9.4.5 Trachytsteinbruch Weidenhahn	235
9.4.6 Sandsteinbruch Udelfangen	237
9.5 Nutzbarer Inhalt einer Naturwerkstein-Lagerstätte	237
10 Schlußbemerkungen	239
11 Literaturverzeichnis	241
Erläuterung einiger in der Arbeit verwendeter Begriffe	253
Sachverzeichnis	255