

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	15
1	Grundlagen	17
1.1	Naturstein	17
1.2	Übersicht über Außenmauerwerk	18
1.2.1	Aufbau von Außenmauerwerk	18
1.2.2	Steinbearbeitung	23
1.3	Untersuchungen	24
1.3.1	Schadensaufnahme	24
1.3.1.1	Quellenstudium	25
1.3.1.2	Kartierung	26
1.3.1.3	Zerstörungsfreie Erkundung	30
1.3.1.4	Schurfaufnahme	34
1.3.1.5	Erkundung des Mauerwerksaufbaus	35
1.3.1.6	Begleitende Untersuchung	37
1.3.1.7	Fotografische, zeichnerische und textliche Aufnahme	37
1.3.2	Probenahme	37
1.3.2.1	Bohrungen	37
1.3.2.2	Weitere Materialproben	38
1.3.3	Untersuchungsverfahren	39
1.3.3.1	Allgemeine Gesteinskenndaten zur Klassifikation	41
1.3.3.2	Allgemeine physikalische Eigenschaften	43
1.3.3.2.1	Druckfestigkeit	43
1.3.3.2.2	Haftzugfestigkeit	44
1.3.3.2.3	Biegezugfestigkeit	45
1.3.3.2.4	Abriebfestigkeit	46
1.3.3.2.5	Elastizitätsmodul	47
1.3.3.2.6	Ausbruchlast am Ankerdornloch	48
1.3.3.2.7	Thermische und hygrische Längenänderung	48
1.3.3.2.8	Frost-Tau-Wechsel	50
1.3.3.2.9	Kristallisationsversuche	51
1.3.3.2.10	Verwitterungsbeständigkeit	52
1.3.3.2.11	Bestimmung der Dichte	53
1.3.3.3	Feuchtigkeitsbestimmung	55

1.3.3.3.1	Feuchtigkeitsgehalt	56
1.3.3.3.2	Maximale Wasseraufnahme	61
1.3.3.3.3	Durchfeuchtungsgrad	62
1.3.3.3.4	Kapillare Wasseraufnahme	63
1.3.3.3.5	Hygroskopische Wasseraufnahme	65
1.3.3.3.6	Kondenswasser	66
1.3.3.3.7	Wärmeschutzberechnung	72
1.3.3.3.8	Wasserdampfdiffusion	75
1.3.3.4	Salzanalysen	76
1.3.3.4.1	Qualitative Salzbestimmung	77
1.3.3.4.2	Quantitative Salzbestimmung	79
1.3.3.5	Mikrobiologische Untersuchungen	80
1.3.3.6	Konservierungsversuche	81
1.3.3.6.1	Festigung	81
1.3.3.6.2	Hydrophobierung	82
1.3.3.7	Mörteluntersuchungen	83
1.3.3.7.1	Bindemittel	85
1.3.3.7.2	Zuschlag	88
1.3.3.7.3	Bindemittel-Zuschlag-Verhältnis	89
1.3.3.7.4	Sonstige Untersuchungen	89
1.3.3.8	Anstrichuntersuchungen	90
1.4	Sanierungsmethoden	91
1.4.1	Reinigung	91
1.4.2	Beseitigung von und Schutz vor Bewuchs	95
1.4.3	Farbentfernung	97
1.4.4	Steinaustausch	99
1.4.4.1	Ganze Quader oder Werkstücke	100
1.4.4.2	Platten	100
1.4.4.3	Vierungen	101
1.4.5	Steinergänzung	102
1.4.5.1	Restauriermörtel	102
1.4.5.2	Abformen	104
1.4.6	Verfugung	104
1.4.7	Verankerung	111
1.4.8	Trockenlegung	114
1.4.8.1	Horizontalabdichtung	114
1.4.8.2	Vertikalabdichtung	121
1.4.8.3	Innenabdichtung	128
1.4.8.4	Dränung	128
1.4.9	Entsalzung	130
1.4.10	Festigung	134

1.4.11	Hydrophobierung	137
1.4.12	Putz und Schlämme	140
1.4.12.1	Verarbeitung	140
1.4.12.2	Sanierputz nach WTA	144
1.4.12.3	Andere Putzsysteme	147
1.4.12.4	Festigung	148
1.4.12.5	Fixieren gelöster Putzflächen	148
1.4.13	Anstrich	149
1.4.14	Korrosionsschutz	151
1.4.15	Rissbehandlung	153
1.4.16	Statische Sicherung des Mauerwerks	156
1.4.16.1	Verpressen	156
1.4.16.2	Vernadelung	157
1.4.16.3	Verankerung	158
1.4.17	Metallabdeckung	158
1.4.18	Wärmedämmung	162
1.4.18.1	Außendämmung	162
1.4.18.2	Kerndämmung	166
1.4.18.3	Innendämmung	166
2	Schadensarten	169
2.1	Schäden an Naturstein	169
2.1.1	Bewuchs	169
2.1.2	Ablagerung von Taubenkot	173
2.1.3	Krustenbildung	177
2.1.4	Salzbildung	180
2.1.4.1	Schadensursache: aufsteigende Feuchtigkeit	183
2.1.4.2	Schadensursache: seitlich eindringende Feuchtigkeit	187
2.1.4.3	Schadensursache: Nutzung	189
2.1.4.4	Schadensursache: Tausalz	189
2.1.4.5	Schadensursache: Materialreaktion	190
2.1.5	Verfärbung	191
2.1.5.1	Schadensursache: handwerkliche Mängel beim Aufbringen von Konservierungsmitteln	191
2.1.5.2	Schadensursache: Durchfeuchtung	194
2.1.5.3	Schadensursache: Mobilisation von Mineralen	195
2.1.6	Schimmelbildung und/oder Feuchteflecken	197
2.1.6.1	Schadensursache: Kondensation	197
2.1.6.2	Schadensursache: konstruktiv	199
2.1.6.3	Schadensursache: hygroskopische Feuchtigkeit und Hydratation	199

2.1.7	Absanden	201
2.1.7.1	Schadensursache: Wasser	202
2.1.7.2	Schadensursache: Versalzung	203
2.1.7.3	Schadensursache: Behinderung der Wasserdampfdiffusion	204
2.1.7.4	Schadensursache: Winderosion	204
2.1.8	Reliefbildung	205
2.1.9	Schuppen	207
2.1.9.1	Schadensursache: Ablösung von Schalen	208
2.1.9.2	Schadensursache: Versalzung	208
2.1.10	Flächige Schalen	208
2.1.10.1	Schadensursache: salzinduzierte Volumenveränderung	209
2.1.10.2	Schadensursache: Frostsprengung	212
2.1.10.3	Schadensursache: Verdichtung der Oberfläche durch Festigung oder filmbildende Beschichtung	213
2.1.10.4	Schadensursache: Hinterwanderung von Hydrophobierungen mit Feuchtigkeit	214
2.1.10.5	Schadensursache: hygrische Dehnung	215
2.1.10.6	Schadensursache: thermische Dehnung	217
2.1.10.7	Schadensursache: Brand	217
2.1.10.8	Schadensursache: Steinbearbeitung	218
2.1.11	Kantenparallele Schalen	220
2.1.11.1	Schadensursache: hygrische und thermische Längenänderung	220
2.1.11.2	Schadensursache: Bauwerksbewegungen	221
2.1.12	Aufblättern	222
2.1.13	Bröckeln	222
2.1.13.1	Schadensursache: Überlagerung mehrerer Schalen- und/oder Rissysteme	223
2.1.13.2	Schadensursache: konstruktiv	224
2.1.14	Ausbruch	224
2.1.14.1	Schadensursache: mechanisch	225
2.1.14.2	Schadensursache: Kriegsschäden	225
2.1.15	Rostsprengung	226
2.1.16	Schichtparallele Risse	228
2.1.17	Steindurchschlagende Risse	229
2.1.17.1	Schadensursache: konstruktiv	229
2.1.17.2	Schadensursache: Treibmineralbildung	232
2.1.17.3	Schadensursache: Brand	233
2.1.18	Verformung von Mauerwerk	234
2.1.19	Hohlräume in Mauerwerk	235

2.1.20	Mangelhafter Austausch geschädigter Quader	236
2.1.21	Falsch eingesetzte Vierungen oder Platten	237
2.1.22	Fehlerhafte Restauriermörtelergänzungen	239
2.2	Schäden an Fugen	242
2.2.1	Mörtelrisse	242
2.2.1.1	Schadensursache: materialspezifisch	242
2.2.1.2	Schadensursache: handwerkliche Mängel	244
2.2.1.3	Schadensursache: konstruktiv	245
2.2.2	Absanden	246
2.2.2.1	Schadensursache: materialspezifisch	246
2.2.2.2	Schadensursache: handwerkliche Mängel	247
2.2.2.3	Schadensursache: Versalzung	247
2.2.2.4	Schadensursache: Feuchtigkeit	248
2.2.3	Rahmenartig vorstehender Fugenmörtel	248
2.2.4	Fehlstellen	249
2.3	Schäden an Putz und Schlämme	250
2.3.1	Ablösung	250
2.3.1.1	Schadensursache: handwerkliche Mängel	250
2.3.1.2	Schadensursache: materialspezifisch	251
2.3.1.3	Schadensursache: Feuchtigkeit	252
2.3.1.4	Schadensursache: Rostsprengung	254
2.3.2	Absanden	255
2.3.2.1	Schadensursache: Feuchtigkeit	255
2.3.2.2	Schadensursache: Salzbildung	256
2.3.2.3	Schadensursache: materialspezifisch	257
2.3.2.4	Schadensursache: Frost	258
2.3.3	Schwindrisse	258
2.3.4	Putzdurchschlagende Risse	260
2.3.4.1	Schadensursache: thermische Spannung	260
2.3.4.2	Schadensursache: mangelhafter Untergrund	261
2.3.4.3	Schadensursache: konstruktiv	262
2.3.5	Verfärbung	263
2.3.5.1	Schadensursache: Durchfeuchtung	263
2.3.5.2	Schadensursache: materialspezifisch	264
2.3.5.3	Schadensursache: Verunreinigung	265
2.4	Schäden an Anstrichen	266
2.4.1	Ablösung	266
2.4.1.1	Schadensursache: materialspezifisch	266
2.4.1.2	Schadensursache: handwerkliche Mängel	267
2.4.1.3	Schadensursache: Feuchtigkeit	268

2.4.1.4	Schadensursache: schadhafter Untergrund	269
2.4.1.5	Schadensursache: Salzbildung	269
2.4.2	Risse	270
2.4.2.1	Schadensursache: Risse im Untergrund	270
2.4.2.2	Schadensursache: thermische Längenänderung	271
2.4.2.3	Schadensursache: hygrische Längenänderung	271
2.4.3	Verfärbung	272
2.4.3.1	Schadensursache: Mobilisation von Mineralen	272
2.4.3.2	Schadensursache: handwerkliche Mängel	273
2.4.3.3	Schadensursache: materialspezifisch	274
2.4.3.4	Schadensursache: Feuchtigkeit	274
2.4.4	Abkreiden	274
2.4.5	Bewuchs	275
2.4.6	Salzausblühung	276
2.5	Schäden an Bauteilen	276
2.5.1	Sockel	276
2.5.2	Tür	278
2.5.3	Treppe	280
2.5.4	Fenster	282
2.5.5	Balkon	286
2.5.6	Dach	290
2.5.7	Vorgehängte Fassade bzw. Schale	292
2.5.8	Brückenbauwerke	295
2.5.9	Tunnel	297
	Literaturverzeichnis	299
	Stichwortverzeichnis	311