

# Handbuch Instandsetzung und Sicherung von Bauwerken

## Verfahren, Baustoffe, Qualitäts- sicherung und rechtliche Aspekte

Dr.-Ing. Mohammad Nodoushani

Dipl.-Ing. Holger Graeve

Andreas Nodoushani

Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Reichel

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Siegfried Röbert

Mit 76 Bildern, 3 Tabellen und 193 Literaturstellen

expert  verlag

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Allgemeine Verfahren, Maßnahmen und Baustoffe zur Instandsetzung</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Tiefenverfugung und Spritzbetonsanierung im Trockenspritzverfahren</b> M. Nodoushani	<b>1</b>
1.1.1	Einführung	1
1.1.2	Tiefenverfugung im Trockenspritzverfahren	2
1.1.2.1	Das Verfahren	3
1.1.2.2	Die Mörtelauswahl	8
1.1.2.2.1	Luftkalkmörtel	9
1.1.2.2.2	Hydraulischer Kalk- und reiner Zementmörtel	10
1.1.2.2.3	Gips und gebrannter Kalk mit Sulfatanteilen	11
1.1.2.2.4	Traßkalk	12
1.1.3	Spritzbetonsanierung im Trockenspritzverfahren	13
1.1.3.1	Die vier Hauptparameter bei der Instandsetzung und Verstärkung mit Spritzbeton im Trockenspritzverfahren	13
1.1.3.2	Das Verfahren	14
1.1.3.3	Das Trockengemisch	16
1.1.4	Qualitätssicherung	16
1.1.4.1	Bei Mauerwerkssanierungen	16
1.1.4.2	Fugenschlußuntersuchung	16
1.1.4.3	Bei Spritzbeton	17
1.1.5	Schlußbetrachtung	19
1.1.6	Literaturverzeichnis	20
<b>1.2</b>	<b>Die Einflüsse der Untergrundbeschaffenheit von Alt-Betonflächen auf ihre Verbundfestigkeit mit Spritzbeton bei der Instandsetzung und Verstärkung</b> M. Nodoushani	<b>21</b>
1.2.1	Einführung	21
1.2.2	Die vier Hauptparameter bei der Instandsetzung und Verstärkung mit Spritzbeton im Trockenspritzverfahren	22
1.2.3	Der besondere Einfluß der Untergrundvorbereitung auf den Haftverbund – Spritzbeton und Alt-Beton – sowie seine Ursachen	22
1.2.4	Realisierungsmöglichkeiten der an die Untergrundvorbereitung nach DIN 18551 gestellten Anforderungen	23

1.2.4.1	Ausreichende Sauberkeit des Untergrundes	23
1.2.4.2	Ausreichende Rauigkeit des Untergrundes	25
1.2.4.3	Ausreichende Festigkeit des Untergrundes	26
1.2.5	Schlußbetrachtung	27
1.2.6	Literaturverzeichnis	28
<b>1.3</b>	<b>Einsatzmöglichkeiten zementgebundener Injektions- systeme bei der Instandsetzung und Erhaltung von Bauwerken</b>	<b>29</b>
	H. Graeve	
1.3.1	Einleitung	29
1.3.2	Mögliche Schäden an Stahlbetonbauwerken	29
1.3.3	Erfassung von Rißursachen, Rißzuständen, Hohlräumen	30
1.3.4	Ziele der Injektion	31
1.3.5	Injektionsmaterialien	32
1.3.5.1	Epoxidharze	33
1.3.5.2	Zementleime und Zementsuspensionen	33
1.3.6	Anwendungsspezifische Kriterien zur Verwendung von Füllgütern für die kraftschlüssige Injektion	34
1.3.6.1	Viskosität	35
1.3.6.2	Viskositätsanstieg	35
1.3.6.3	Mischungsstabilität	36
1.3.6.4	Festigkeitsentwicklung	36
1.3.6.5	Feuchteverträglichkeit	37
1.3.7	Injektionstechnologie	38
1.3.7.1	Injektionsgeräte	38
1.3.7.2	Hilfsmittel und Hilfsmaterialien	39
1.3.8	Erfahrungen in der Anwendung von Zementleimen und -suspensionen	40
1.3.9	Schlußbetrachtung	44
1.3.10	Literaturverzeichnis	45
<b>1.4</b>	<b>Der Baustoff Beton – Stand und Entwick- lungs- tendenzen</b>	<b>46</b>
	W. Reichel	
1.4.1	Einleitung	46
1.4.2	Beispiele zur geschichtlichen und aktuellen Entwicklung	48
1.4.3	Hochfester Beton	53
1.4.4	Dauerhaftigkeit der Betonrandzone	55
1.4.5	Recycling	59
1.4.6	Forschung	61
1.4.7	Ausblick	62
1.4.8	Literaturverzeichnis	65

<b>1.5</b>	<b>Der Spritzbeton – Herstellung, Anwendung und Geschichte</b>	<b>66</b>
	M. Nodoushani	
1.5.1	Einführung	66
1.5.2	Der Spritzbeton	67
1.5.2.1	Begriffsdefinitionen	67
1.5.2.2	Die Hauptparameter der Spritzbetonherstellung und -verarbeitung	67
1.5.2.2.1	Die Zusammensetzung der Mischrezeptur des Spritzmaterials	68
1.5.2.2.2	Der Spritzvorgang	69
1.5.2.2.3	Die Nachbehandlung des Spritzbetons	70
1.5.2.3	Die Hauptanwendungsbereiche	70
1.5.2.4	Spritzbeton im Naßspritzverfahren	71
1.5.3	Die Geschichte des Spritzbetons	73
1.5.3.1	Über die Gipsspritze zur „Cement-Gun“	73
1.5.3.2	Die Cement-Gun Company und die ersten Anwendungen des „Gunite“	77
1.5.3.3	Spritzbeton in Deutschland – der „Tector“ und Carl Weber	80
1.5.4	Schlußbetrachtung	83
1.5.6	Literaturverzeichnis	84
<b>1.6</b>	<b>Instandsetzungsmöglichkeiten und -probleme bei industriell hergestellten Fassadenplatten von Plattenbauten in den neuen Bundesländern</b>	<b>86</b>
	M. Nodoushani	
1.6.1	Einführung	86
1.6.2	Diagnostik	87
1.6.2.1	Bestandsaufnahme	87
1.6.2.2	Aufbau der Fassadenplatten	87
1.6.2.2.1	Dreischichtplatten	87
1.6.2.2.2	Zweischichtplatten	88
1.6.2.2.3	Einschichtplatten	89
1.6.3	Schadensbilder und Schadensursachen	90
1.6.3.1	Allgemeine Vorbemerkung	90
1.6.3.2	Schadensbilder und -ursachen bei Fassadenplatten	90
1.6.3.2.1	Dreischichtplatten	92
1.6.3.2.2	Zweischichtplatten	93
1.6.3.2.3	Einschichtplatten	94
1.6.4	Sanierungskonzept	95
1.6.4.1	Allgemeine konzeptionelle Aspekte	95
1.6.4.2	Sanierung der klassischen Betonschäden	96
1.6.5	Wiederherstellung der Standsicherheit sowie Erhöhung der Tragfähigkeit der haufwerksporigen und mit Blähtonzuschlägen hergestellten Fassadenplatten (Einschichtplatten)	97

1.6.5.1	Druckfestigkeit	97
1.6.5.2	Sanierung bzw. Tragfähigkeitserhöhung mittels Zementleim- suspensionen	98
1.6.6	Schlußbetrachtung	102
1.6.7	Literaturverzeichnis	103
<b>2</b>	<b>Sanierung und Instandsetzung von historischen Bauwerken</b>	<b>105</b>
<b>2.1</b>	<b>Verfahrenstechnische und -technologische Lösungsmöglichkeiten für Sanierungsprobleme bei historisch bedeutenden Bauwerken aus Naturstein</b> M. Nodoushani	<b>105</b>
2.1.1	Einführung	105
2.1.2	Bestandsaufnahme	107
2.1.3	Verfahren	110
2.1.3.1	Nutzung des historischen Bauwerks als vorbeugende Sanierung	112
2.1.3.2	Tiefenverfugung im Trockenspritzverfahren	113
2.1.3.3	Vernadelungen	115
2.1.3.4	Verspannungen	116
2.1.3.5	Hohlraumverpressungen	117
2.1.3.6	Rißsicherungen	118
2.1.3.7	Verankerungen	118
2.1.3.7.1	Nadelanker	118
2.1.3.7.2	Verspannanker	120
2.1.3.7.3	Spaltzuganker	123
2.1.4	Schlußbetrachtung	123
2.1.5	Literaturverzeichnis	125
<b>2.2</b>	<b>Sicherung und Sanierung von historischen Rundtürmen am Beispiel der Desenburg</b> M. Nodoushani	<b>127</b>
2.2.1	Allgemeine Grundsätze zur Turmsicherung	127
2.2.2	Der Rundturm der Desenburg	129
2.2.2.1	Geschichte und Nutzung der Burgruine Desenburg	129
2.2.2.2	Baubeschreibung des Rundturms	129
2.2.3	Schadensbild und Schadensanalyse	130
2.2.4	Sanierungskonzept und baupraktische Durchführung	132
2.2.4.1	Provisorische Sicherungsmaßnahmen	132
2.2.4.2	Endgültige Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen	132
2.2.5	Schlußbetrachtung	136
2.2.6	Literaturverzeichnis	138

<b>3</b>	<b>Instandsetzung und Sicherung bei durch Feuchtigkeit verursachten Schäden und Gefahren</b>	<b>139</b>
<b>3.1</b>	<b>Sicherung von wasserführenden Böschungen mittels Spritzbeton und Rückverankerung</b>	<b>139</b>
	M. Nodoushani	
3.1.1	Einleitung	139
3.1.2	Allgemeine Sicherungsverfahren	140
3.1.3	Baupraktisches Beispiel der Sicherung einer wasserführenden Böschung	142
3.1.4	Sanierungskonzept und baupraktische Durchführung	143
3.1.4.1	Sofortige Verhinderung der Rutschgefahr	143
3.1.4.2	Entwässerung der Böschung	144
3.1.4.3	Spritzbetonsicherung der Böschung	144
3.1.4.4	Zusätzliche Rückverankerung	146
3.1.4.5	Wasserentsorgung	146
3.1.5	Technologische Lösung von Problemen bei der Durchführung von Bohrungen in wasserführenden Böschungen	147
3.1.6	Landschaftliche, naturnahe Einbindung der Spritzbeton-Böschungssicherung	149
3.1.7	Zusammenfassung und Schlußbetrachtung	150
3.1.8	Literaturverzeichnis	151
<b>3.2</b>	<b>Abdichtungsmaßnahmen und -verfahren bei feuchte- und salzgeschädigtem Mauerwerk</b>	<b>152</b>
	M. Nodoushani	
3.2.1	Einleitung	152
3.2.2	Feuchtigkeits- und Salzschäden	153
3.2.3	Einwirkungsarten von Feuchtigkeit auf Mauerwerk	154
3.2.4	Abdichtungsmaßnahmen und -verfahren	156
3.2.4.1	Vertikalabdichtung	157
3.2.4.1.1	Außenabdichtung	157
3.2.4.1.1.1	Außenabdichtung gem. DIN 18195	157
3.2.4.1.1.2	Außenabdichtung mit Gel-Schleiern	158
3.2.4.1.2	Innenabdichtung	159
3.2.4.2	Horizontalabdichtungen	159
3.2.4.2.1	Mechanische Verfahren	160
3.2.4.2.1.1	Mauerwerksaustausch	160
3.2.4.2.1.2	Eingeschlagene Sperrschichten	161
3.2.4.2.1.3	Mauersägeverfahren	162
3.2.4.2.2	Injektionsverfahren	163
3.2.4.3	Flankierende Maßnahmen	165
3.2.4.3.1	Salzreduzierung	167

3.2.4.3.1.1	Kompressenverfahren	167
3.2.4.3.1.2	Opferputzverfahren	167
3.2.4.3.1.3	Injektions-Kompressenverfahren	168
3.2.4.3.1.4	AET-Verfahren	168
3.2.4.3.1.5	Kerasan-Verfahren	169
3.2.4.3.1.6	Delta-P-Verfahren	169
3.2.4.3.1.7	Vakuum-Fluid-Verfahren	170
3.2.4.3.2	Salzumwandlung	170
3.2.4.3.2.1	Chemische Salzumwandlung	171
3.2.4.3.2.2	Biologische Salzumwandlung	171
3.2.4.3.3	Salzbeibehaltung (Sanierputze)	171
3.2.4.3.4	Dränung	172
3.2.5	Schlußbetrachtung	173
3.2.6	Literaturverzeichnis	174
<b>4</b>	<b>Ein Qualitätssicherungssystem für den Instandsetzungssektor und Vorschläge zur baupraktischen Organisation</b>	<b>176</b>
	M. Nodoushani	
4.1	Einleitung	176
4.2	Der Begriff „Qualität“	177
4.3	Die Notwendigkeit eines Qualitätssicherungssystems und seine Basiselemente	178
4.4	Baupraktische Organisationsvorschläge	181
4.4.1	Organisationsmaßnahmen vor Baustelleneinrichtung	181
4.4.2	Baustelleneinrichtungs- und -ablauforganisationsmaßnahmen	181
4.4.3	Sanierungs- bzw. Instandsetzungsvorarbeiten	186
4.4.4	Eingesetztes Material	188
4.4.5	Technologie zur Verarbeitung der eingesetzten Materialien	189
4.4.6	Normierte Qualitätsprüfung	191
4.4.7	Bauzeitkontrolle	192
4.4.8	Baustellenräumung und Abnahme der Baumaßnahme	194
4.4.9	Kostenkontrolle	195
4.5	Schlußbetrachtung	196
4.6	Literaturverzeichnis	198
<b>5</b>	<b>Rechtliche Aspekte bei der Instandsetzung</b>	<b>199</b>
<b>5.1</b>	<b>Rechtliche Anforderungen an den Planer bei Arbeiten zur Instandsetzung von Betonbauteilen nach der Richtlinie des DAfStb</b>	<b>199</b>
	A. Nodoushani	
5.1.1	Einleitung	199

5.1.2	Schuldner der Planungsaufgabe	200
5.1.2.1	Bauherr bzw. Auftraggeber	200
5.1.2.2	Unternehmer bzw. Auftragnehmer	202
5.1.3	Berufsgruppenspezifische Zuweisung der Planungsaufgabe	203
5.1.3.1	Zuweisung durch das Bauordnungsrecht	204
5.1.3.2	Zuweisung durch die HOAI	205
5.1.3.3	Zuweisung durch die Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen	206
5.1.3.4	Verfassungsrechtliche Würdigung der Zuweisung an den „Sachkundigen Planungsingenieur“	207
5.1.4	Schlußbetrachtung	210
5.1.5	Verzeichnis der Literatur und Rechtsprechung	211
<b>5.2</b>	<b>Haftung für Baugrundschäden im Rahmen von Instandsetzungs- und Verstärkungsmaßnahmen</b>	<b>212</b>
	A. Nodoushani	
5.2.1	Einleitung	212
5.2.2	Begriffsdefinitionen	213
5.2.3	Die Pflichten und die Haftung des Bauherrn / Auftraggebers	214
5.2.3.1	Die Beschreibungspflicht nach § 9 Nr.3 Abs.3 VOB/A	214
5.2.3.2	Haftung bei Mißachtung der Beschreibungspflicht nach § 9 Nr.3 Abs.3 VOB/A	215
5.2.4	Die Pflichten und die Haftung des Architekten / Ingenieurs	217
5.2.5	Die Pflichten und die Haftung des Statikers	218
5.2.6	Die Pflichten und die Haftung des Auftragnehmers / Bauunternehmers	219
5.2.6.1	Vertragliche Regelung des Baugrundrisikos	219
5.2.6.2	Die Prüfungs- und Mitteilungspflicht gemäß § 4 Nr.3 VOB/B	220
5.2.6.3	Mitverschulden bei Verstoß gegen die Prüfungs- und Mitteilungspflicht aus § 4 Nr.3 VOB/B	221
5.2.7	Schlußbetrachtung	222
5.2.8	Verzeichnis der Literatur und Rechtsprechung	223
<b>6</b>	<b>Die Baustofflehre als Erfahrungsbereich und Wissenschaft</b>	<b>225</b>
	S. Röbert	
6.1	Vorbemerkungen	225
6.1.1	Zur Themenstellung	225
6.1.2	Zum Autor	226
6.2	Aufgabenstellung	226
6.2.1	Ausbildungsaufträge	226
6.2.2	Vermittlung des Entwurfsprinzips	227

6.2.3	Vermittlung wissenschaftlicher Arbeitsweisen	228
6.2.4	Vermittlung von Grundlagen der Material- und Energie-Ökonomie	229
6.2.5	Aufgabenumfang	229
6.3	Erfahrungsbereiche	230
6.3.1	Praxis und Wissenschaft	230
6.3.2	Ausbildung von Baustoffingenieuren an der früheren Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar	231
6.3.3	Grundstudien- und Vertiefungsrichtungen	232
6.3.4	Weiterbildung	233
6.3.5	Handwerkliche Kunst, Wissenschaft und Hochschulen	233
6.4	Wissenschaftsentwicklung	234
6.4.1	Wissenschaftliche Arbeitsweisen	234
6.4.2	Baustoffanwendung als Suchprozeß	236
6.4.3	Verallgemeinerung des Begriffes Widerstand	238
6.4.4	Material- und Energie-Ökonomie	242
6.4.5	Systematische Baustofflehre	244
6.4.6	Baustofflehre und „Metaphysik“	247
6.5	Schlußfolgerungen	251
6.5.1	Zu den Aufgabenstellungen für die Baustofflehre	251
6.5.2	Zur Durchführung der Baustofflehre	252
6.6	Literaturverzeichnis	253
	<b>Sachregister</b>	<b>254</b>