

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Naturstein – Baustein seit Jahrhunderten</b>	<b>1</b>
	Michael Stahr	
1.1	Historischer Abriss	1
1.2	Definition – Einflüsse	5
1.3	Entstehung – Arten – Eigenschaften	6
1.3.1	Mineralien	6
1.3.2	Gesteine	8
1.3.2.1	Magmatische Gesteine (Magmatite)	9
1.3.2.2	Ablagerungs- oder Sedimentgesteine	10
1.3.2.3	Umwandlungs- oder metamorphe Gesteine (Metamorphite)	14
1.3.3	Zusammenfassende Übersicht	16
	Literatur	19
<b>2</b>	<b>Schadensursache - Schadensbilder - Schadensdokumentation</b>	<b>21</b>
	Michael Stahr	
2.1	Natursteinverwitterung	21
2.1.1	Verwitterungsvorgänge	21
2.1.2	Ursachen der Natursteinverwitterung	25
2.1.2.1	Verwitterungsarten	25
2.1.2.2	Verwitterungsschäden an historischen Bauwerken	25
2.1.2.3	Verwitterungsformen	29
2.2	Schadensursachen	33
2.2.1	Erscheinungsformen	33
2.2.2	Ursachen der Natursteinschädigung	36
2.2.3	Auswirkungen verschiedener Schadenseinflüsse	41
2.3	Schadensbilder	42
2.3.1	Schadensrelevante Gesteinseigenschaften	42
2.3.2	Physikalische Eigenschaften	44
2.3.3	Schäden – Ursachen – Vermeidung	46
2.3.4	Gesteinsfehler	49

2.3.5	Verfärbungen und Ausblühungen . . . . .	52
2.3.6	Schadensbilder an der Werkstoffoberfläche . . . . .	57
2.4	Schadensdokumentation . . . . .	59
2.4.1	Bestandsaufnahme . . . . .	59
2.4.2	Arbeitsbereiche der Bestandserfassung und Bewertung . . . . .	63
2.4.3	Kulturhistorische baugeschichtliche Aufnahme . . . . .	64
2.4.4	Checklisten zur Bestandserfassung . . . . .	66
2.4.5	Bestandsaufnahmeprotokoll . . . . .	68
	Literatur . . . . .	69
<b>3</b>	<b>Gewinnung - Abbau - Bearbeitung . . . . .</b>	<b>71</b>
	Michael Stahr	
3.1	Gewinnung und Abbau . . . . .	71
3.1.1	Bedeutung und Wirkung . . . . .	71
3.1.2	Von den Anfängen bis zur Gegenwart . . . . .	71
3.1.3	Beteiligte und Einflussfaktoren . . . . .	77
3.1.4	Erschließung und Erweiterung historisch genutzter Lagerstätten . . . . .	78
3.1.5	Aufschluss und Gewinnung . . . . .	84
3.1.5.1	Einflussfaktoren . . . . .	84
3.1.5.2	Voraussetzungen . . . . .	84
3.1.5.3	Geologische Erkundungen . . . . .	85
3.1.5.4	Abbaumethoden . . . . .	87
3.1.6	Rekultivierung . . . . .	92
3.2	Bearbeitung . . . . .	94
3.2.1	Qualitätsmerkmale . . . . .	94
3.2.2	Bearbeitung der Rohblöcke . . . . .	96
3.2.3	Steinmetzmäßige Bearbeitung . . . . .	96
3.2.4	Industrielle Bearbeitung . . . . .	96
3.2.4.1	Zuschneiden . . . . .	98
3.2.4.2	Schleifen und Polieren . . . . .	103
3.2.4.3	Flammen und Strahlen . . . . .	104
3.3	Ergebnis . . . . .	105
	Literatur . . . . .	106
<b>4</b>	<b>Natursteinerhaltungsmaßnahmen . . . . .</b>	<b>109</b>
	Michael Stahr	
4.1	Planung – Analyse – Lösung . . . . .	109
4.1.1	Erfolgsfaktor – Planung . . . . .	109
4.1.2	Konstruktive Vorbereitung . . . . .	110
4.1.3	Abfolge möglicher baulicher Maßnahmen . . . . .	112
4.1.4	Ablaufplanung einer Restaurierungsmaßnahme . . . . .	115

4.1.5	Begriffe – Abgrenzung . . . . .	116
4.2	Renovierung – Reinigung . . . . .	117
4.2.1	Reinigungsgrundsätze . . . . .	117
4.2.2	Reinigungsverfahren . . . . .	118
4.2.3	Untergrundschonende Reinigung . . . . .	120
4.2.4	Trockene Verfahren . . . . .	121
4.2.5	Nasse Verfahren . . . . .	121
4.2.6	Reinigen mit Säuren und Laugen . . . . .	122
4.2.7	Entsalzen von Naturstein . . . . .	124
4.2.8	Laserreinigung . . . . .	125
4.3	Farbbeschichtungen auf Natursteinen . . . . .	128
4.3.1	Historische und konstruktive Vorüberlegungen . . . . .	128
4.3.2	Anstriche . . . . .	129
4.4	Konservierungsmaßnahmen . . . . .	130
4.4.1	Konstruktive Vorüberlegungen . . . . .	130
4.4.2	Natursteinkonservierung . . . . .	131
4.4.2.1	Auswirkungen – Aufgaben . . . . .	131
4.4.2.2	Quellminderung . . . . .	133
4.4.2.3	Festiger . . . . .	135
4.4.2.4	Hydrophobierende Imprägnierungen . . . . .	135
4.5	Handwerklich konstruktive Maßnahmen . . . . .	141
4.5.1	Natursteinbearbeitung . . . . .	141
4.5.2	Werkzeuge . . . . .	144
4.5.3	Steinfestigung . . . . .	148
4.5.3.1	Klassische Verfahren . . . . .	148
4.5.3.2	Arbeitsgänge . . . . .	153
4.5.3.3	Tiefenfestigung . . . . .	153
4.5.3.4	Steinfestigung aus einem Material (KSE) . . . . .	154
4.5.4	Steinergänzung – Steinersatz – Steinaustausch . . . . .	155
4.5.4.1	Steinergänzung . . . . .	155
4.5.4.2	Steinersatz . . . . .	155
4.5.4.3	Steinaustausch . . . . .	161
4.6	Verfugung . . . . .	163
4.6.1	Konstruktive und werkstoffliche Grundsätze . . . . .	163
4.6.2	Fugenausbildung . . . . .	163
4.6.3	Fugenbreite . . . . .	164
4.6.4	Austrocknungszeiten . . . . .	164
4.6.5	Fugmörtel . . . . .	165
4.7	Einhausungen . . . . .	169
4.7.1	Einhausung – eine wichtige Erhaltungsmaßnahme . . . . .	169
4.7.2	Arbeitsablauf einer Einhausung . . . . .	174
	Literatur . . . . .	177

<b>5</b>	<b>Vorbereitung und Ausführung von Natursteinarbeiten</b>	<b>179</b>
	Michael Stahr	
5.1	Restauratorische Planungen	179
5.1.1	Ziel und Aufwand	179
5.1.2	Bereiche und Methoden restauratorischer Bauplanung	179
5.1.2.1	Restauratorische Laboruntersuchungen	179
5.1.2.2	Schadens- und Maßnahmenkartierung	180
5.1.2.3	Verformungsgerechtes Aufmaß	180
5.1.2.4	Photogrammetrie und 3D-Laserscanning	182
5.1.2.5	Farbfassungsuntersuchungen	183
5.1.3	Dokumentation	183
5.2	Konservierungs- und Restaurierungskonzeption	186
5.2.1	Maßnahmenkatalog	186
5.2.2	Musterleistungsverzeichnis	190
	Literatur	190
<b>6</b>	<b>Sanierungsmaßnahmen</b>	<b>191</b>
	Michael Stahr	
6.1	Sanieren mit Natursteinen	191
6.1.1	Konstruktive Vorbemerkungen	191
6.1.2	Steinmetzmäßige Bearbeitung	193
6.2	Sanierung konstruktiver Bauglieder	204
6.2.1	Natursteinmauerwerk	204
6.2.1.1	Grundlagen des Bauens mit Naturstein	204
6.2.1.2	Verarbeitungsregeln	206
6.2.1.3	Arten des Natursteinmauerwerks	210
6.2.1.4	Besonderheiten bei Konstruktion, Verarbeitung und Pflege von Natursteinmauerwerk	216
6.2.2	Werksteine	219
6.3	Sanierung ausgewählter Natursteinbauten	226
6.3.1	Sanierung der Natursteinfassade	226
6.3.1.1	Steinmetzmäßiges Vorgehen	226
6.3.1.2	Plattenstärke und Plattenverankerung	228
6.3.1.3	Fugengestaltung	231
6.3.1.4	Arbeitsabläufe beim Setzen einer Natursteinplatte	232
6.3.2	Bodenbeläge	232
6.3.2.1	Verlegeverfahren	232
6.3.2.2	Naturwerksteinbeläge im Innenbereich	241
6.3.3	Treppen mit Natursteinbelägen	246
6.3.3.1	Treppenstufen	246
6.3.3.2	Rutschsicherheit auf Treppen	248
6.3.3.3	Treppenkonstruktionen mit Natursteinbelägen	250

6.3.4	Fensterbänke . . . . .	250
6.3.4.1	Vorüberlegungen zur Sanierung . . . . .	250
6.3.4.2	Sanierungsbeispiel Fensterbank . . . . .	251
6.3.5	Schmuck- und Dekorationssteine . . . . .	255
6.3.6	Pflaster- und Wegesteine . . . . .	256
6.3.6.1	Arten . . . . .	256
6.3.6.2	Anforderungen . . . . .	258
6.3.6.3	Konstruktionsprinzipien . . . . .	259
6.3.7	Begrenzungs- und Markierungssteine . . . . .	264
6.3.8	Dach- und Wandschiefer . . . . .	265
6.4	Gartengestaltung . . . . .	266
6.5	Grabdenkmale . . . . .	269
6.6	Brandschutz an Natursteinbauten . . . . .	276
	Literatur . . . . .	279
<b>7</b>	<b>Sanierungsbeispiele an ausgewählten Bauwerken . . . . .</b>	<b>281</b>
	Michael Stahr und Klaus-Michael Rohrwacher	
7.1	Historische Natursteinbauwerke . . . . .	281
7.1.1	Rathaus – Wesel/Niederrhein . . . . .	281
7.1.2	Peterskirche Leipzig . . . . .	282
7.1.3	Waldschlösschen Dresden . . . . .	285
7.1.4	Das Völkerschlachtdenkmal zu Leipzig – eine Meisterleistung der Sanierung . . . . .	289
7.1.4.1	Historische Betrachtung . . . . .	289
7.1.4.2	Naturstein und Beton – Eine außergewöhnliche Verbin- dung . . . . .	293
7.1.4.3	Beton – Stampfbeton – Eisenbeton . . . . .	294
7.1.4.4	Beton am Denkmal – Eine bautechnische Pionierleistung . . . . .	297
7.1.4.5	Granitporphyr – vorherrschender Naturbaustein am Denkmal . . . . .	301
7.1.4.6	Schadenserscheinungen – Ursachen – Folgen . . . . .	302
7.1.4.7	Die Sanierung – eine monumentale Aufgabe . . . . .	305
7.1.4.8	Sanierung der Reiterkuppel – ein ausgewähltes Sanie- rungsbeispiel . . . . .	307
7.1.5	Stiftskirche Gernrode/Harz – Heiliges Grab . . . . .	311

7.2	Moderne Natursteinbauwerke und Sanierungsmaßnahmen . . . . .	317
7.2.1	Katholischen Probsteikirche St. Trinitatis Leipzig . . . . .	317
7.2.2	Natursteinfassade – Wärmeschutztechnische Verbesserung . . . .	318
7.2.3	Oberflächengestaltung . . . . .	320
7.2.3.1	Wärmedämmungsverbesserung durch Putz . . . . .	320
	Literatur . . . . .	323
<b>8</b>	<b>Entwicklung der Berufe – Traditionspflege . . . . .</b>	<b>325</b>
	Michael Stahr	
8.1	Begriff – Beruf – Arbeitsbedingungen . . . . .	325
8.1.1	Begriff . . . . .	325
8.1.2	Beruf . . . . .	325
8.1.3	Arbeitsbedingungen . . . . .	326
8.1.3.1	Die Anfänge 15.–19. Jahrhundert . . . . .	326
8.1.3.2	Um 2015 . . . . .	334
8.2	Historische Entwicklung . . . . .	335
8.2.1	Urgeschichte . . . . .	335
8.2.2	Ägypten . . . . .	336
8.2.3	Griechenland . . . . .	339
8.2.4	Rom . . . . .	340
8.2.5	Romanik (800–1230) . . . . .	342
8.2.6	Gotik (1135–1520) . . . . .	343
8.2.7	Renaissance (1420 bis 1570) . . . . .	345
8.2.8	Barock (1570–1730) . . . . .	346
8.2.9	Rokoko (1723–1770) . . . . .	347
8.2.10	Klassizismus (1770–1840) . . . . .	348
8.2.11	Historismus (1840–1910) . . . . .	350
8.2.12	Jugendstil (1890–1910) . . . . .	352
8.2.13	20. Jahrhundert . . . . .	352
8.2.14	Heutige Tätigkeitsfelder . . . . .	354
8.3	Berufsausbildung – Weiterbildung . . . . .	364
8.3.1	Lehrlingsausbildung . . . . .	364
8.3.2	Meisterausbildung . . . . .	369
8.3.3	Fort- und Weiterbildung . . . . .	369
	Literatur . . . . .	371
<b>9</b>	<b>Rechtliche Grundlagen . . . . .</b>	<b>373</b>
	Klaus-Peter Radermacher	
9.1	Der Bauvertrag . . . . .	377
9.1.1	Vertragsschluss . . . . .	378
9.1.2	Schweigen im kaufmännischen Rechtsverkehr . . . . .	379
9.1.3	Regelungen im Werkvertrag . . . . .	381

9.1.4	Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB) . . . . .	381
9.2	Die Bauabwicklung . . . . .	384
9.2.1	Untersuchungs- und Rügepflicht . . . . .	384
9.2.2	Bedenken- und Hinweispflicht . . . . .	386
9.2.3	Der Schutz der Leistung/Gefahrtragung . . . . .	389
9.2.4	Dokumentation . . . . .	391
9.3	Vergütung/Nachträge . . . . .	394
9.3.1	Vergütungsformen . . . . .	394
9.3.2	Nachträge (Mehrvergütungsansprüche) . . . . .	396
9.3.2.1	§ 2 Abs. 7 VOB/B . . . . .	397
9.3.2.2	§ 2 Abs. 5 VOB/B . . . . .	398
9.3.2.3	§ 2 Abs. 6 VOB/B . . . . .	404
9.3.2.4	§ 2 Abs. 8 VOB/B . . . . .	405
9.3.2.5	§ 2 Abs. 9 VOB/B . . . . .	406
9.3.2.6	§ 2 Abs. 3 VOB/B . . . . .	407
9.4	Behinderung bei der Leistungserbringung . . . . .	408
9.4.1	Anforderungen der Rechtsprechung an die Darlegung von Baubehinderungen und ihre Folgen . . . . .	408
9.4.2	Folgerungen für den Umgang mit Behinderungsnachverhalten . . . . .	411
9.4.3	Rechtsfolgen (Bauzeitverlängerung und Schadensersatz/Mehrvergütung/Entschädigung) . . . . .	412
9.4.4	Weitere Anspruchsgrundlagen . . . . .	413
9.4.5	Weitere behinderungsbedingte Rechtsfolgen . . . . .	414
9.5	Abnahme . . . . .	414
9.5.1	Allgemeiner Überblick . . . . .	415
9.5.2	Vorbehalte des Auftraggebers . . . . .	416
9.5.2.1	Vorbehalt der Vertragsstrafe . . . . .	416
9.5.2.2	Vorbehalte bekannter Mängel . . . . .	417
9.5.3	Beispielsfälle . . . . .	417
9.5.4	Sonderfall: Schäden/Gefahrtragung vor Abnahme . . . . .	419
9.5.5	Abnahmeformen . . . . .	421
9.5.6	Teilabnahmen . . . . .	422
9.6	Abrechnung und Zahlung . . . . .	423
9.6.1	Prüfbarkeit der Rechnung . . . . .	423
9.6.2	Abschlagszahlungen . . . . .	424
9.6.3	Schlussrechnung . . . . .	428
9.6.4	Folgen verspäteter Zahlungen . . . . .	430
9.6.5	Verjährung von Vergütungsansprüchen . . . . .	431
9.7	Mängelansprüche . . . . .	432
9.7.1	Entscheidende Schaltstelle: Abnahme . . . . .	432
9.7.2	Mangeldefinition . . . . .	433
9.7.3	Rechte des Bestellers bei Mängeln . . . . .	438

9.7.4	Unverhältnismäßigkeit der Mangelbeseitigung	439
9.7.5	Keine sogenannten „versteckten Mängel“	440
9.7.6	Mangelbeseitigung nach Verjährung	440
9.7.7	Mangelbeseitigungsaufforderung	441
9.7.8	Unberechtigte Mangelrüge	441
9.7.9	Ersatzvornahme	442
9.7.10	Verjährungsfragen	443
9.8	Sicherheiten	445
9.8.1	Gesetzlich geregelte Sicherheiten	446
9.8.1.1	Bauhandwerkersicherungshypothek	446
9.8.1.2	Bauhandwerkersicherung, Sicherheit nach § 648a BGB	447
9.8.2	Vertragliche Sicherheiten	449
9.8.2.1	Vorauszahlungssicherheit	449
9.8.2.2	Vertragserfüllungssicherheit	450
9.8.2.3	Mängelanspruchssicherheit	451
9.8.2.4	Einzahlung auf ein Sperrkonto, § 17 Abs. 6 VOB/B	451
9.9	Bauproduktenrecht	452
9.9.1	Bauproduktenrechtliche Grundlagen	452
9.9.2	CE-Zeichen	454
9.9.3	Folgerung: Pflicht zur CE-Kennzeichnung	455
9.9.4	Verwenden von Bauprodukten nach den Landesbauordnungen – Ü-Zeichen	455
9.9.5	Rechtsfolgen fehlender CE-Kennzeichnung/ Leistungserklärung	457
9.9.5.1	Strafrecht/Ordnungswidrigkeiten	457
9.9.5.2	Zivilrecht	457
9.9.5.3	Marktüberwachung	458
9.10	Vertragsbeendigung	459
9.10.1	Kündigung durch den Auftraggeber	459
9.10.1.1	Freie Kündigung	459
9.10.1.2	§ 8 Abs. 2 VOB/B – Insolvenz Kündigung	460
9.10.1.3	Auftragsentziehung nach § 8 Abs. 3 VOB/B	461
9.10.1.4	Unterbrechung von mehr als drei Monaten	462
9.10.1.5	Fristlose Kündigung aus wichtigem Grund	462
9.10.2	Vertragsbeendigung durch den Auftragnehmer	463
9.10.2.1	Unterlassene Mitwirkungshandlung des Auftraggebers	463
9.10.2.2	Kündigung wegen ausbleibender Zahlungen	464
9.10.2.3	Unterbrechung von mehr als drei Monaten	464
9.10.2.4	Kündigung wegen fehlender Bauhandwerkersicherung	464
9.10.2.5	Fristlose Kündigung aus wichtigem Grund	464



9.10.3	Einvernehmliche Vertragsaufhebung . . . . .	465
9.11	Vergaberecht . . . . .	465
9.11.1	Leitprinzipien . . . . .	465
9.11.2	Schwellenwerte . . . . .	466
9.11.3	Vergabe unterhalb der Schwellenwerte . . . . .	466
9.11.3.1	Ausschreibungsarten . . . . .	466
9.11.3.2	Ablauf der Vergabe . . . . .	467
9.11.3.3	Rechtsschutzmöglichkeiten bei „Unterschwellenverga- ben“ . . . . .	470
9.11.4	Vergabe oberhalb der Schwellenwerte . . . . .	471
9.12	Architektenrecht . . . . .	472
9.12.1	Grundlage: BGB . . . . .	473
9.12.2	Preisrecht (HOAI) . . . . .	473
9.12.2.1	Leistungsphasen . . . . .	473
9.12.2.2	Leistungsarten . . . . .	475
9.12.2.3	Abrechnungssystematik . . . . .	475
9.13	Öffentliches Baurecht . . . . .	477
9.13.1	Überblick: Rechtsgrundlagen/Bauplanungsrecht- Bauordnungsrecht . . . . .	477
9.13.2	Baugenehmigungsverfahren . . . . .	478
9.14	Möglichkeiten der Anspruchsdurchsetzung bzw. Anspruchsabwehr . . . . .	480
9.14.1	Prozessuale Möglichkeiten . . . . .	481
9.14.2	Selbständiges Beweisverfahren . . . . .	485
9.14.3	Einstweiliges Verfügungsverfahren . . . . .	486
9.14.4	Schiedsgerichtliches Verfahren . . . . .	486
9.14.5	Mediation . . . . .	487
Literatur	. . . . .	487
<b>10</b>	<b>Fachbegriffe Natursteine . . . . .</b>	<b>489</b>
	Michael Stahr und Klaus-Michael Rohrwacher	
10.1	A . . . . .	489
10.2	B . . . . .	495
10.3	C . . . . .	500
10.4	D . . . . .	501
10.5	E . . . . .	502
10.6	F . . . . .	503
10.7	G . . . . .	505
10.8	H . . . . .	509
10.9	I . . . . .	509
10.10	K . . . . .	510
10.11	L . . . . .	512
10.12	M . . . . .	512

---

10.13 N . . . . .	513
10.14 O . . . . .	514
10.15 P . . . . .	514
10.16 R . . . . .	517
10.17 S . . . . .	520
10.18 T . . . . .	525
10.19 U . . . . .	526
10.20 V . . . . .	526
10.21 W . . . . .	527
10.22 X . . . . .	528
10.23 Z . . . . .	528
Literatur . . . . .	530
<b>Normen – Richtlinien – Merkblätter . . . . .</b>	<b>531</b>
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>535</b>