
Inhaltsverzeichnis

1	Naturstein – Baustein seit Jahrhunderten	1
	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 methamorphe Gesteine (Metamorphite)	14
1.3.3	Zusammenfassende Übersicht	16
	Literatur	19
2	Schadensursache - Schadensbilder - Schadensdokumentation	21
	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
3	Gewinnung - Abbau - Bearbeitung	71
	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
4	Natursteinerhaltungsmaßnahmen	109
	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

5	Vorbereitung und Ausführung von Natursteinarbeiten	179
	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
6	Sanierungsmaßnahmen	191
	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
7	Sanierungsbeispiele an ausgewählten Bauwerken	281
	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 Gemrode/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
8	Entwicklung der Berufe – Traditionspflege	325
	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
9	Rechtliche Grundlagen	373
	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	Beispielfälle	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	Mängelansprüchesicherheit	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 – Insolvenzkündigung	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
10 Fachbegriffe Natursteine	489
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
10.10K	510
10.11L	512
10.12M	512

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