



Arbeitskreis »Beurteilungsgrundlagen Farb-/Textur Naturstein«

Leitfaden für die Beurteilung von Flächenbefestigungen mit Naturwerkstein

Grundlagen für die Beurteilung optischer Eigenschaften



Fraunhofer IRB | Verlag

Leitfaden für die Beurteilung von Flächenbefestigungen mit Naturwerkstein

Herausgegeben vom Arbeitskreis »Beurteilungsgrundlagen Farb-/Textur Naturstein«
(kurz: AK Beurteilungsgrundlagen Naturstein)



Leitfaden für die Beurteilung von Flächenbefestigungen mit Naturwerkstein

vom Arbeitskreis
»Beurteilungsgrundlagen Farb-/Textur Naturstein«
(kurz: AK Beurteilungsgrundlagen Naturstein)

1. Auflage, April 2024

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-7388-0891-9

ISBN (E-Book): 978-3-7388-0893-3

Lektorat: Julia Ehl

Satz, Layout, Herstellung: Gabriele Wicker

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Umschlagbild: Montage © Burgetsmeier

Druck: Offizin Scheufele Druck & Medien GmbH + Co. KG, Stuttgart

Die vorliegenden Buchinhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Trotzdem können technische und inhaltliche Fehler nicht vollkommen ausgeschlossen werden, für die keine Haftung übernommen werden kann.

Die Bearbeiter erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit des Inhalts dieses Leitfadens.

Der Arbeitskreis »Beurteilungsgrundlagen Naturstein« ist dankbar für Anregungen aus der Anwendungspraxis. Bitte teilen Sie uns diese über QSP (Kontaktdaten siehe Impressum) mit.

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlags unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2024

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-2500

Telefax +49 711 970-2508

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Herausgeber

**Arbeitskreis »Beurteilungsgrundlagen Farb-/Textur Naturstein« (kurz: AK Beurteilungsgrundlagen Naturstein)
unter Beteiligung der folgenden Verbände und Personen:**



Deutscher Naturstein-Verband e.V. (DNV)
Sanderstraße 4, 97070 Würzburg, Telefon +49 931 12061
info@natursteinverband.de, www.natursteinverband.de



Qualitätssicherung Pflasterbauarbeiten e.V. (QSP)
Großwallstädter Str. 7 A, 63843 Niedernberg, Telefon +49 6028 992355
info@qspflaster.de, www.qspflaster.de



Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. (ZDB)
Kronenstraße 55-58, 10117 Berlin, Telefon +49 30 20314-0
info@zdb.de, www.zdb.de

Leiter des AK Beurteilungsgrundlagen Farb-/Textur Naturstein:

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Burgetsmeier, öbuv SV f. Straßen-/Pflasterbau, Friedberg

Mitarbeiter:innen im AK Leitfaden Farb-/Textur Naturstein:

Dipl.-Geol. Dennis La Bouchardiere, SV für Naturwerkstein, Erkelenz
Jörn Dahnke, öbuv SV für Fliesen-, Platten-, Mosaikverlegung, Bonn
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Donderer, öbuv SV für Planung, Veitshöchheim †
Dipl.-Ing. (FH) Franz Knobling, Vorstand QSP, Hattersheim †
Ulrich Köhnken, Sales Manager Naturstein, Diepholz
Dipl.-Ing. (FH) Reiner Krug, DNV, Würzburg
Dipl.-Ing. (FH) Wolf D. Meyer-Ricks, öbuv SV GaLaBau, Meerbusch
Dipl.-Min. Henning Rohowski, öbuv SV für Naturstein, Neuwied
Stefan Reckling, Sales Manager Naturstein, Berlin
Thomas Schaller, Fachbauleiter Pflasterbau (EIPOS), Moosburg

Korrespondierende Mitglieder im AK Leitfaden Farb-/Textur Naturstein:

Siegfried Bolz, öbuv SV f. Straßen-/Pflasterbau, Meßkirch
Dr. Jörn Buchholz, Dortmund
Dr. Albrecht Henn, Scheyern
Denis Vahle, öbuv SV f. Straßen-/Pflasterbau, Löhne

Vorwort

Die Angebotsvielfalt an werkseitig vorgefertigten Naturwerksteinprodukten für Verkehrsflächen sowie die Ansprüche an entsprechende Plattenbeläge und Pflasterdecken haben in den vergangenen Jahrzehnten zugenommen. Damit einhergehend gibt es Diskussionen über das Aussehen der Naturwerksteine. Eine Vielzahl der Reklamationen und Beanstandungen bezieht sich dabei auf das äußere, optisch wahrnehmbare Erscheinungsbild des Belags und/oder der dafür eingesetzten Produkte.

Bei Verkehrsflächenbefestigungen sind grundsätzlich auch die optischen Anmutungen, das heißt die Ästhetik des Flächenbelags (Geltungswert), neben dessen technischer Funktionalität ein wichtiges Merkmal.

Die Beurteilung, ob eine vorliegende optische Beschaffenheit des Belags oder der Produkte der vereinbarten Beschaffenheit entspricht, ist jedoch außerordentlich schwierig. Oftmals sind unterschiedliche Einflüsse mit unterschiedlicher Gewichtung zu berücksichtigen, die sich im Allgemeinen nicht wie zum Beispiel eine Mindestbiegezugfestigkeit oder eine Sollfugenbreite, standardisieren lassen.

Die einschlägigen Produktnormen und andere Regelwerke sind für die Beurteilung einer optischen Beschaffenheit oftmals nicht ausreichend, da sie entweder nur das Produkt selbst, nicht aber das daraus gefertigte Bauwerk berücksichtigen, oder aber nicht in dem erforderlichen Maß auf die Besonderheiten von vorgefertigten Natursteinprodukten eingehen.

Mit dem vorliegenden **Leitfaden für die Beurteilung von Flächenbefestigungen mit Naturwerkstein** wird der Versuch unternommen, diese Lücke zu schließen. Die Beurteilungsgrundlagen wurden in einem interdisziplinär besetzten Arbeitskreis gemeinsam von Sachverständigen mit den Arbeitsschwerpunkten Straßen-, Landschafts- und Gartenbau sowie von Vertretern aus der Industrie und des Baugewerbes erarbeitet und berücksichtigen in ausgewogener Weise die verschiedenen fachlichen und praktischen Kenntnisse der Mitwirkenden und ihrer Organisationen.

Die vorliegenden Beurteilungsgrundlagen sollen als Leitfaden für die Bemusterung und Bewertung von Natursteinen unter Berücksichtigung der optischen Beschaffenheit dienen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1 Anwendungsbereich	15
2 Zweck	17
3 Begriffe und Definitionen	19
3.1 Allgemein	19
3.2 Bautechnik	19
3.3 Äußeres Erscheinungsbild	22
3.4 Oberflächenschutz	24
3.5 Oberflächenbearbeitung und Kantenbeschaffenheit	26
4 Beurteilung optischer Eigenschaften	31
4.1 Allgemeines	31
4.2 Grundlagen	31
4.3 Methodik	32
4.4 Funktionswert	36
4.4.1 Allgemeines	36
4.4.2 Gebrauchswert	37
4.4.3 Geltungswert	37
4.5 Verhältnis von Gebrauchs- und Geltungswert bei Plattenbelägen und Pflasterdecken	39
4.6 Musterprobe/Musterfläche	40
5 Minderwertermittlung	43
5.1 Allgemeines	43
5.2 Methodik der Minderwertermittlung	43

6	Beurteilung optischer Eigenschaften	45
6.1	Allgemeines	45
6.2	Optische Untersuchungsmethoden und fotografische Dokumentation	45
6.2.1	Farbabgleich bei fotografischer Dokumentation	45
6.2.2	Weißabgleich bei fotografischer Dokumentation	46
6.2.3	Helligkeitsunterschiede bei fotografischer Dokumentation	46
6.2.4	Munsell Rock Colour Chart (Steinfarbkarte)	47
6.3	Leuchtdichtekontrast	48
7	Farb-, Struktur- und Texturunterschiede	49
7.1	Allgemeines	49
7.2	Adern und Gesteinsrisse	50
7.3	Gesteinsporen	50
7.4	Feine Risse im Kristallgefüge	51
7.5	Überzähne	51
7.6	Ebenheit	51
7.7	Fugenbild	51
7.8	Oberflächenbearbeitung von Unterseiten	52
7.9	Sockelplatten	52
7.10	Maßtoleranzen	52
7.11	Pressfugen in Bodenbelägen	52
7.12	Veralgungen	52
7.13	Verwitterungsbeständigkeit	53
7.14	Optische Veränderung infolge der Bewitterung	53
7.15	Feuchtflecken im Außenbereich	53
7.16	Ausblühungen	54
7.16.1	Allgemeines	54
7.16.2	Chemie der Ausblühungen	54
7.16.3	Ursachen der Entstehung von Ausblühungen	55
7.17	Carporteffekt	55
7.18	Abtrocknungsverhalten	57
7.18.1	Allgemeines	57
7.18.2	Einflussfaktoren	58

8	Mögliche Ursachen von Farb-/Texturunterschieden	59
8.1	Vorkommensbedingte Ursachen	60
8.1.1	Farbschwankungen durch unterschiedliche Farben der Minerale	60
8.1.2	Schwankungen der prozentualen Zusammensetzung der Gesteinsbestandteile	65
8.1.3	Unterschiedliche Ausbildung der Gesteinsbestandteile	66
8.1.4	Unterschiedliche Orientierung der Gesteinsbestandteile	70
8.1.5	Aderung, Gang	76
8.1.6	Einschlüsse, Fossilien	81
8.1.7	Poren und/oder Fehlstellen	84
8.1.8	Klüfte	89
8.1.9	Drusen	90
8.1.10	Umwandlung von metallhaltigen Mineralen	91
8.1.11	Wechsel der Gesteinsart in einem Vorkommen	100
8.1.12	Sonnenbrand	101
8.1.13	Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins – selektiver Abbau	102
8.2	Produktionsbedingte Ursachen	105
8.2.1	Schnittlage zur Vorzugsorientierung	105
8.2.2	Art der Oberflächenbearbeitung	107
8.2.3	Aufrauende Oberflächenbearbeitungen	109
8.2.4	Intensität der Oberflächenbearbeitung	111
8.2.5	Strukturen und Texturen	113
8.2.6	Sägeausbrüche »Mausezähne«	115
8.2.7	Kantenbearbeitung	116
8.2.8	Produktionsreste	120
8.2.9	Maschinenöl oder Metallrückstände	121
8.2.10	Rückstände der Verpackung	122
8.2.11	Spachtelung von Fehlstellen	124
8.2.12	Inhomogene Farbtonvertiefung des Gesteins	125
8.2.13	Reinigung der Produkte nach dem Produktionsvorgang mit Säuren und Laugen	127
8.2.14	Unterschiedlich starkes Oberflächenbearbeitungsergebnis	128
8.3	Planungs- oder ausführungsbedingte Ursachen	130
8.3.1	Lagerung und Transport auf der Baustelle	130
8.3.2	Unzureichende Entwässerung (Planung/Ausführung)	133
8.3.3	Geringe Oberflächenneigung	134
8.3.4	Kapillarer Wassertransport innerhalb des Schichtenaufbaus	136
8.3.5	Ausblühungen	137

8.3.6	Art, Größe und Farbe des Bettungs-, Fugen- und/oder Fugenschlussmaterials	139
8.3.7	Bei gebundener Fugenfüllung	141
8.3.8	Bei Bewegungsfugen	145
8.3.9	Schutzbehandlungen von Naturstein (z. B. Imprägnierung)	146
8.3.10	Verlegung der Produkte, ohne das Mischen aus unterschiedlichen Paketen/Lagen	147
8.3.11	Ausführungsbedingte Verschmutzungen	148
8.3.12	Unsachgemäße oder fehlende Baustellenendreinigung	149
8.3.13	Sichtbare Veränderung infolge technischer Mängel	151
8.4	Nutzungs- und umweltbedingte Ursachen	154
8.4.1	Unterschiedliche Exposition	154
8.4.2	Lichteinfall	155
8.4.3	Art und Intensität der Nutzung	156
8.4.4	Unzureichende und/oder unsachgemäße Unterhaltung der Fläche	159
8.4.5	Einfluss der natürlichen Bewitterung	160
8.4.6	Schäden durch Anflug von Rost	161
8.4.7	Schäden durch langanhaltende Einwirkung von Tausalz ohne Abwitterung/Bewässerung	162
8.4.8	Lösliche Bestandteile	163
9	Eck-/Kantenabplatzungen	167
9.1	Vorbemerkung	167
9.2	Faktoren	167
9.2.1	Planung	167
9.2.2	Herstellung	170
9.2.3	Lieferung und Logistik	171
9.2.4	Einbau und Verwendung	174
9.2.5	Risse	182
9.2.6	Nutzung	182

10	Beispiele und Bewertung	185
10.1	Muschelförmige Kantenabplatzung	188
10.2	Tiefer Bruch	190
10.3	Gespaltene/gehauene Naturwerksteine	191
10.4	Risse	193
10.5	Besondere Belastungszustände	196
11	Empfehlung und Schlusswort	197
12	Quellenverzeichnis	199
12.1	Technische Regelwerke	199
12.1.1	Nationale Normen	199
12.1.2	Europäische Normen	199
12.1.3	Bautechnische Informationen DNV	200
12.1.4	Richtlinien FGSV	201
12.1.5	Richtlinien FLL	201
13	Verzeichnisse	203
13.1	Abbildungsverzeichnis	203
13.2	Tabellenverzeichnis	207
13.3	Sachwortverzeichnis	208

1 Anwendungsbereich

- › DIN EN 1341 – Platten aus Naturstein für Außenbereiche
- › DIN EN 1342 – Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche
- › DIN EN 1343 – Bordsteine aus Naturstein für Außenbereiche

Die Beurteilungsgrundlagen gelten zudem sowohl für Naturwerkstein mit oder ohne Oberflächenbearbeitung, als auch für solche mit oder ohne Oberflächenschutz. Die Beurteilungsgrundlagen gelten auch für Bauwerke aus den vorbeschriebenen Produkten.

Darüber hinaus können sie für die Beurteilung der optischen Eigenschaften von anderen vorgefertigten Natursteinprodukten Anwendung finden, z. B.

- › Fliesen nach DIN EN 12057
- › Bodenplatten und Stufenbeläge nach DIN EN 12058
- › Steine für Massivarbeiten nach DIN EN 12059

Diese Beurteilungsgrundlagen gelten nicht für rein funktionale, durch festgeschriebene Prüfmethode messbare Eigenschaften, wie zum Beispiel Tragfähigkeit, Standfestigkeit oder Ebenheit.

2 Zweck

Die Beurteilungsgrundlagen sollen bei Meinungsverschiedenheiten zwischen den betroffenen Parteien über die optische Beschaffenheit eines Plattenbelags oder einer Pflasterdecke helfen, anhand von nachvollziehbaren und möglichst objektiven Kriterien eine sachgerechte Bewertung vornehmen zu können.

Sie dienen aber auch allen einschlägigen Baubeteiligten als Informationsquelle, zum Beispiel in Hinblick auf die möglichen Ursachen für die optische Beschaffenheit von Naturwerksteinen sowie entsprechender Belagsflächen.

3

Begriffe und Definitionen

3.1 Allgemein

Funktionswert

Summe des ästhetischen und technischen Werts der erbrachten Leistung (Ist) im Verhältnis zur vertraglich geschuldeten Leistung (Soll), der bei fehlerfreier Leistung bei 100 % liegt.

Gebrauchswert

Erfüllungsgrad des technischen Nutzwerts der erbrachten Leistung (Ist) im Verhältnis zur vertraglich geschuldeten Leistung (Soll).

Geltungswert

Erfüllungsgrad des ästhetischen Werts der erbrachten Leistung (Ist) im Verhältnis zur vertraglich geschuldeten Leistung (Soll).

3.2 Bautechnik

Bettung

Auf der Tragschichtoberfläche hergestellte, ausreichend feste und wasserdurchlässige Schicht zur Aufnahme von Plattenbelägen und Pflasterbelägen

- › ungebunden: aus einem Baustoffgemisch ohne Zugabe von Bindemitteln, wie z. B. Brechsand-, Splitt- oder Natursand-Kies-Gemisch sowie ggf. Sand oder Splitt,
- › gebunden: aus einem Baustoffgemisch unter Zugabe von Bindemitteln.

Einfassung

Begrenzung von Flächenbefestigungen durch den Einbau von vorgefertigten Einfassungssteinen, die auch als Kanten- oder Bordstein bezeichnet werden.

Frostschuttschicht

Tragschicht ohne Bindemittel, die Frostschäden im Oberbau vermeiden soll und aus frostunempfindlichen Mineralstoffgemischen besteht, welche im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sind.

Fuge

Planmäßig vorgesehener Zwischenraum zwischen Platten/Pflastersteinen oder zu den Randeinfassungen bzw. den in der Fläche liegenden Einbauten zum Ausgleich maßlicher Toleranzen und zum Abbau von Spannungen als Folge von Temperaturunterschieden und Verkehrsbelastungen.

Naturwerkstein

Ein durch Bearbeitung hergestelltes Natursteinprodukt.

Oberbau

Alle Schichten oberhalb des Planums, bestehend aus einer oder mehreren Tragschichten sowie des Plattenbelags oder der Pflasterdecke.

Oberfläche

Alle Flächen eines Naturwerksteins (Ober-/Unterseite sowie alle Seitenflächen).

Pflasterdecke

Oberste Schicht des Oberbaus, bestehend aus Pflastersteinen einschließlich ihrer Bettung und der Fugenfüllung.

Pflasterstein

Von Hand oder maschinell hergestellter Natursteinblock mit einer Mindestnenndicke von 40 mm, wobei die Nennbreite nicht das Zweifache der Dicke und die Länge nicht das Zweifache der Breite überschreitet.

Planum

Technisch bearbeitete Oberfläche des Untergrunds oder des Unterbaus mit festgelegten geometrischen Eigenschaften wie Ebenheit und Querneigung. Grenzfläche zwischen Untergrund bzw. Unterbau/Oberbau.

Platte

Von Hand oder maschinell als Belag hergestellter Naturwerkstein, bei dem die Nennbreite mehr als das Doppelte der Dicke beträgt.

Plattenbelag

Oberste Schicht des Oberbaus, bestehend aus Platten einschließlich ihrer Bettung und der Fugenfüllung.

Produktionscharge

Gleiches Produkt einer fortlaufenden Fertigung aus Rohmaterial der gleichen Abbaustelle und des gleichen Abbaueiterraums.

Rinne aus Naturwerkstein

Linienförmiges Bauteil zum Fassen und Ableiten von Oberflächenwasser.

Sichtfläche

Nach dem Einbau sichtbare Oberfläche des Naturwerksteins.

Tragschicht(en)

Im Wesentlichen lastverteilend wirkende Schicht(en) zwischen Plattenbelag/Pflasterdecke und Planum. Tragschichten können ohne Bindemittel (ungebunden) oder mit Bindemitteln (gebunden) ausgeführt sein.

Unterbau

Künstlich hergestellter Erdkörper (z. B. Dammschüttung) zwischen Untergrund und Oberbau.

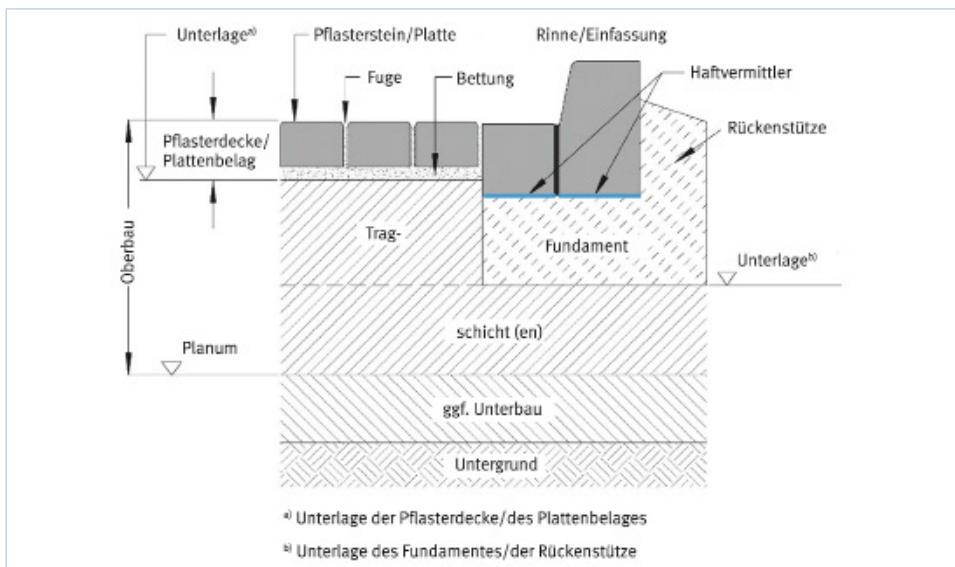


Bild 1 Schichtaufbau der (ungebundenen) Pflasterbauweise [Quelle: FGSV]

Untergrund

Unmittelbar unter dem Ober- oder Unterbau angrenzender Boden oder Fels.

Unterlage

Bereich unterhalb einer herzustellenden Schicht oder Lage im Verkehrswegebau, z. B. das Planum oder die Oberfläche von Tragschichten.

Verkehr

Ortsveränderung von Personen, Gütern, Nachrichten oder Energie.

Verkehrsfläche

Fläche, die dem Verkehr dient oder zu dienen bestimmt ist.

3.3 Äußeres Erscheinungsbild

Ausblühungen

Anlagerungen mineralischer Neubildungen in Form von Salzaggregaten auf (= Effloreszenzen) oder unter der Gesteinsoberfläche (= Subfloreszenzen).

Ausbruch

Verlust kompakter Gesteinsstücke infolge baukonstruktiver oder natürlicher Ursache.

Beschichtung (Versiegelung)

Behandlung zur Herstellung einer geschlossenen Schutzschicht auf der Natursteinoberfläche.

Biologische Besiedlung

Besiedelung von Oberflächen durch Mikroflora (Pilze, Algen, Flechten) und Bakterien und/oder durch höhere Pflanzen.

Farbunterschiede

Inhomogenes Erscheinungsbild der Farbe (Farbton, Helligkeit, Sättigung) bei einem Naturwerkstein oder bei einem Bauwerk.

Gesteinsrisse

Einzelne oder miteinander verschnittene Trenn- bzw. Bruchflächen (nicht texturfolgend oder texturfolgend) infolge natürlicher oder baukonstruktiver Ursachen.

Biegeriss

Risse, die infolge einer äußeren Belastung (hier Biegebeanspruchung mit Zug- und Druckspannungen) meist senkrecht zur Bauteilachse verlaufen.

Haarriss

Feine, bis ca. 0,2 mm weite Risse im Bereich der Oberfläche eines Naturwerksteins. Diese Risttiefe hat meist keinen Einfluss auf die konstruktive Funktion des Bauteils.

Krakelee

Netzförmige Risse mit meist geringer Breite und Tiefe, die nur im Bereich der Bauteiloberfläche auftreten.

Schwindriss

Riss, der durch die Volumenverminderung infolge Schwindens entsteht.

Hydrophob

Wasserabweisend.

Imprägnierung

Wasser- oder lösemittelgebundene Schutzbehandlung zur Herstellung einer hydrophoben und/oder oleophoben Oberfläche.

Kantenabplatzung/-ausfransung

Unplanmäßiger einzelner oder mehrfacher Materialausbruch an der Kante eines Naturwerksteins.

Kratzer

Linienförmige Vertiefung in der Oberfläche des Naturwerksteins durch mechanische Einwirkung.

Loch

Größer dimensionierte Hohlräume (cm-Bereich), die an der Oberfläche des Natursteins sichtbar sein können (z. B. bei einem Travertin).

Oleophob

Ölabweisend.

Poren

Klein dimensionierte Hohlräume (Mikro-, Kapillar- und Makroporen im mm-Bereich), die mit Gasen (meistens Luft) und/oder Flüssigkeiten (meistens Wasser) gefüllt sind. Die Art und Größe der Poren beeinflusst maßgeblich die Porositätseigenschaften des Natursteins.

Relief

Veränderung der Morphologie der Gesteinsoberfläche infolge partiellen Auswitterns (z. B. durch Auswitterung von Gesteinskomponenten).

Rückverwitterung

Einheitliches Zurückwittern parallel zur ursprünglichen Gesteinsoberfläche (z. B. durch Schalenverlust).

Sichtfläche

Oberflächenteile von Bauteilen und Elementen, die vom Betrachter aus unterschiedlicher Lage gesehen werden können.

Anmerkung 1: Flächen, die im Gebrauchszustand verdeckt sind, sind keine Sichtflächen.

Anmerkung 2: Bei Platten aus Naturstein nach DIN EN 1341 und bei Pflastersteinen nach DIN EN 1342 wird die Fläche, die im Gebrauchszustand sichtbar bleiben sollen, gemäß den genannten Normen als »Oberseite« bezeichnet.

Rostverfärbungen

Gelbbraune bis braune Verfärbungen durch Limonit (»Rost«). Hierbei handelt es sich um ein Gemenge aus Eisenhydroxiden, dem auch Manganverbindungen beigemischt sein können, was zu einer dunklen bis schwarzen Einfärbung führt.

Struktur

Ausbildung und Größe der einzelnen Gesteinsbestandteile.

Textur

Räumliche Anordnung und Verteilung von Gesteinsbestandteilen.

Verfärbungen

Farbänderung der ursprünglichen Gesteinsfarbe infolge chemischer Mineralverwitterung, durch Intrusion/Akkumulation farbgebender Stoffe, oder Flecken durch biogene Pigmente.

Verkrustung

Fest anhaftende Anlagerungen auf der Gesteinsoberfläche.

Verschmutzungen

Schmutzablagerung auf der Gesteinsoberfläche.

3.4 Oberflächenschutz

Imprägnierung (hydrophob/oleophob)

Behandlung des Natursteins zur Herstellung einer wasser- und/oder ölabweisenden Oberfläche. Die Poren und Kapillaren sind nur ausgekleidet, jedoch nicht gefüllt. Auf der Oberfläche des Natursteins bildet sich kein geschlossener Film. Das äußere Erscheinungsbild ändert sich nicht oder wenig. Die optische Veränderung sollte vor der Verwendung geprüft werden. Die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit wird nicht maßgeblich beeinflusst.

Anmerkung: Imprägnierungen auf Basis von Alkylsilanen und/oder oligomeren Siloxanen werden durch Kapillarkräfte aufgenommen und kleiden nach Reaktion die Wandungen der Kapillarporen mit einem wasserabweisenden (hydrophoben), oder wasser- und ölabweisenden (hydrophoben und oleophoben) Film aus. Es handelt sich hierbei um eine irreversible Maßnahme, ein Entfernen des Schutzstoffes zu einem späteren Zeitpunkt ist nicht oder nur teilweise möglich. Unter Witterungseinflüssen werden die siliziumorganischen hydrophobierenden Imprägnierungen nur oberflächlich abgebaut. Polyacrylate, die an ihren Seitenketten fluoriert sind, bauen sich oberflächlich deutlich schneller ab. Grundsätzlich kann der Einsatz von Imprägnierungsmitteln, abhängig vom Gesteinstyp, zu einer geringfügigen Farbtonvertiefung führen. Imprägnierungsmittel auf Lösemittelbasis mit Farbtonvertiefung können u. a. als Wirkstoffe natürliche und synthetische Wachse, Öle oder siliciumorganische Verbindungen enthalten. Diese besitzen, im Unterschied zu den Imprägnierungsmitteln ohne Farbtonvertiefung, deutlich höhere Wirkstoffgehalte.

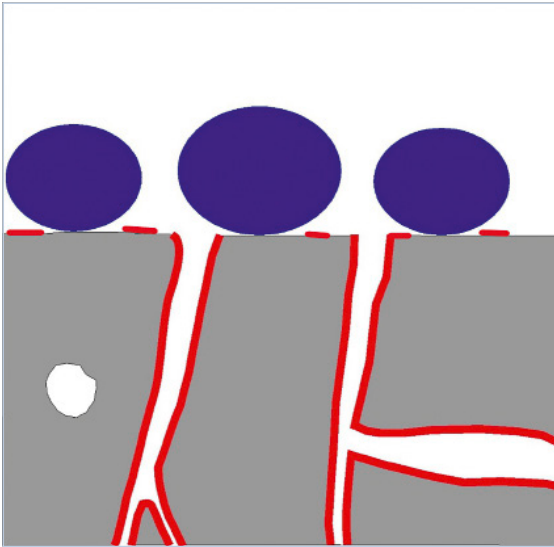


Bild 2 Imprägnierung (Schematische Darstellung) [Quelle: La Bouchardiere]

Beschichtung

Behandlung zur Herstellung einer geschlossenen Schutzschicht auf der Natursteinoberfläche. Das äußere Erscheinungsbild sowie die Nutzungseigenschaften und die Dauerhaftigkeit (Gesteinseigenschaften) werden von der Beschichtung (Versiegelung) deutlich beeinflusst.

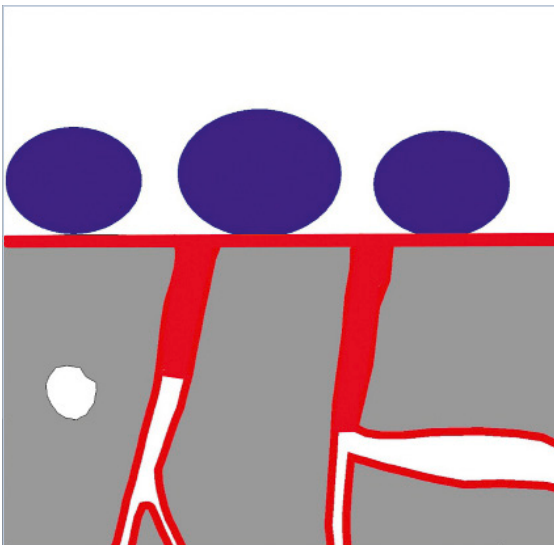


Bild 3 Beschichtung (schematische Darstellung) [Quelle: La Bouchardiere]

3.5 Oberflächenbearbeitung und Kantenbeschaffenheit

Im fortlaufenden Text sind übliche Oberflächenbearbeitungen für Befestigungselemente aus Naturwerkstein aufgeführt. Bei Bedarf können weitere Oberflächenbearbeitungen und entsprechende Begriffsbestimmungen den Herstellerunterlagen entnommen werden.

Gehauen, gebrochen, gespalten

Raue Oberfläche, die durch Spalten oder Brechen des Naturwerksteins entsteht.

Bearbeitet bzw. strukturiert

Oberfläche, die durch zusätzliche Bearbeitung aus einer gesägten oder gehauenen Oberfläche entsteht.

Fein bearbeitet bzw. fein strukturiert

Oberfläche, mit einem Abstand von höchstens 1,0 mm zwischen den Scheitelpunkten und tiefsten Punkten.

Grob bearbeitet bzw. grob strukturiert

Oberfläche, mit einem Abstand von mehr als 1,0 mm zwischen den Scheitelpunkten und tiefsten Punkten.

Abgesäuert, chemisch behandelt

Oberfläche, bei der Mineralbestandteile durch eine Behandlung mit Säure angegriffen wurden.

Gekollert, gerumpelt, getrommelt

Bearbeitung, die dem Ziel dient, die Kanten unregelmäßig zu brechen und somit eine Veränderung der Oberfläche bewirken kann.

Gefräst

Oberfläche, die mittels Diamantwerkzeugen grob abgetragen wird.

Geschliffen

Oberfläche, die mit Schleifkörpern bearbeitet wurde. Dies kann von sehr fein bis grob erfolgen. Je nach Schliffgrad können Schleifspuren sichtbar bleiben. Es entsteht ein mattes bis glänzendes Erscheinungsbild.

Gespachtelt

Oberfläche, deren Poren/Hohlräume durch Spachtelmasse verschlossen wurde.

Gestockt

Oberfläche, die von Hand mit dem Stockhammer oder maschinell bearbeitet wird. Dies kann von sehr fein bis grob erfolgen.

Gebeilt

Raue Oberfläche, die durch Bearbeitung mit einem Dorn oder Beil von Hand oder maschinell hergestellt wurde.

Geriffelt

Oberfläche aus parallelen halbzylindrischen Riefen, die von Hand oder maschinell erzielt wurde.

Gesägt

Oberfläche, die durch Sägen des Gesteins erzeugt wurde.

Gewachst

Mit Wachs behandelte Oberfläche eines Werksteins.

Gespitzt

Mit dem Spitzeisen von Hand oder maschinell hergestellte raue Oberfläche.

Gekrönelt

Grobe linienförmige Oberflächenbearbeitung mit einem speziellen Hammer (Krönel), die von Hand oder maschinell durchgeführt wurde.

Bossiert

Bruchraue Oberfläche, die mit einem Bossierhammer grob bearbeitet wurde.

Wasser-, jetgestrahlt

Oberfläche, die mit einem Hochdruck-Wasserstrahl mit oder ohne Beimengung von Schleifmitteln bearbeitet wurde.

Scharriert

Raue Oberfläche, die mit dem Scharriereisen von Hand oder maschinell linienförmig hergestellt werden kann.

Geflammt

Raue Oberfläche, die durch thermische Behandlung der Steinoberfläche mit einer Hochtemperaturflamme erzeugt wurde.

Sandgestrahlt

Raue Oberfläche, die durch den Aufprall von Strahlgut, z. B. Sand, erzeugt wurde.

Kugelgestrahlt

Raue Oberfläche, die durch das Auftreffen von Stahl- oder Edelstahlkörpern mittels einer Strahlmaschine entsteht.

Gebürstet

Mattglänzende Oberfläche, die durch das Bearbeiten mittels Bürsten entsteht.

Bruch-/spaltrau

Unbearbeitete Oberfläche, die bei der Gewinnung im Steinbruch entsteht oder durch Spalten erzeugt wurde.

Poliert

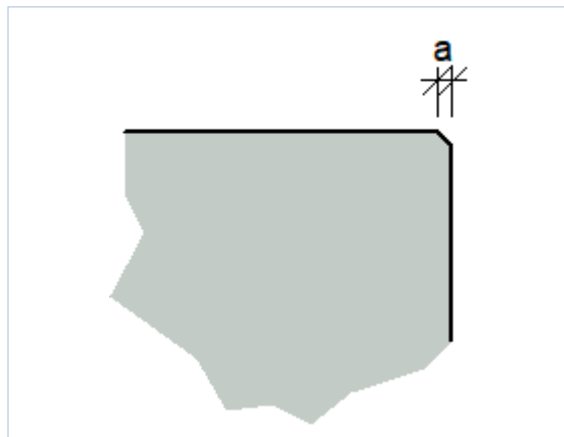
Glatte Oberfläche, die mit Schleifkörpern bis zur Erzielung eines Glanzgrads bearbeitet wurde.

Fase/abgezogen/scharfkantig/gerundet

Gemäß DIN EN 1341, DIN EN 1342 und DIN EN 1343 wird hinsichtlich der Kantenausbildung zwischen »scharfkantig« und »mit Fase (gefast)« wie nachfolgend unterschieden.

Scharfkantig

Wenn $a \leq 2 \text{ mm}$.

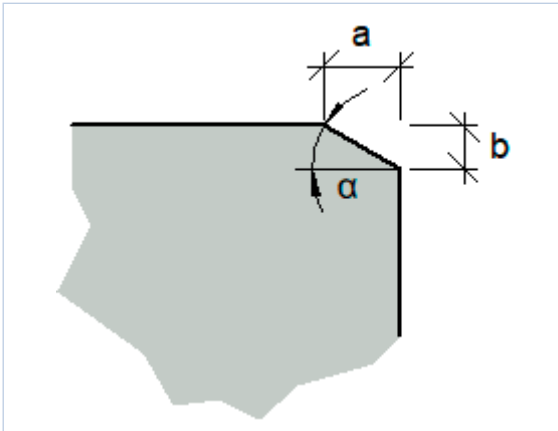


[Quelle: Denis Vahle]

Anmerkung: Gewerüblich werden die Steinkanten abgezogen. Dabei entstehen Minifasen bis 2 mm, die als scharfkantig bezeichnet werden.

Gefast

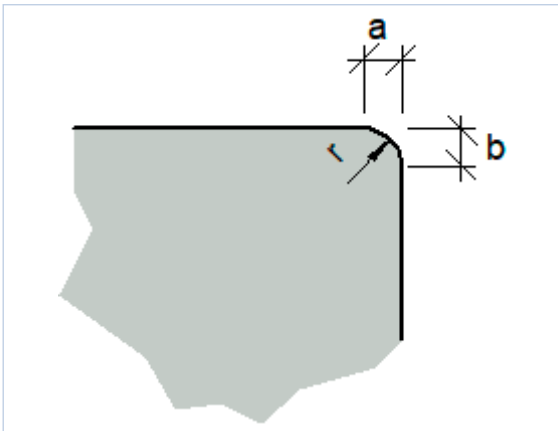
Wenn a oder $b > 2$ mm.



[Quelle: Denis Vahle]

Abgerundet

Wenn a oder $b > 2$ mm.



[Quelle: Denis Vahle]

Falls die Platten mit einer gefasteten oder abgerundeten Kante geliefert werden, sind die Maße anzugeben und die vertikalen und horizontalen Maße müssen innerhalb von ± 2 mm der angegebenen Maße liegen.

Anmerkung: Auf besondere Vereinbarung können feine Ausbrüche, die v. a. beim Sägen entstehen (sog. Mäusezähne) durch das Abfasen der Kante beseitigt werden. Erfolgt dies nicht, sind die feinen Ausbrüche kein Grund für eine Beanstandung, wenn sie bei normaler Betrachtung nicht offensichtlich erkennbar und störend sind oder wenn sie fachgerecht ausgebessert wurden.

Grat

Beim Sägen des Naturwerksteins bleibender Überstand an einer oder mehreren Kanten.

4.1 Allgemeines

Bei Abweichungen des optischen Erscheinungsbilds im Hinblick auf den Ist- und Sollzustand, sollte sich die Beurteilung stets an der Gewichtung des optischen Erscheinungsbilds einerseits und dem Grad der optischen Abweichung bzw. Beeinträchtigung andererseits orientieren.

Gerade in diesem schwer zu fassenden Bereich kommt der besonderen Sachkunde, der Objektivität und der persönlichen Erfahrung des Beurteilenden eine besondere Bedeutung zu.

4.2 Grundlagen

Die Beurteilung von Befestigungselementen aus Naturwerkstein hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften – dies gilt auch für Muster- und Referenzflächen – ist stets bei Tageslicht, trockener Witterung und trockener Belagsoberfläche sowie aus dem üblichen Betrachtungsabstand vorzunehmen. Ein Betrachtungsabstand von 2 Meter – vom zu betrachtenden Punkt aus gemessen – ist in der Regel üblich.

Die Beurteilung hat weiterhin unter Berücksichtigung des natürlichen Gefüges (Struktur/Textur) der Natursteine zu erfolgen, die eine Schwankungsbreite im optischen Erscheinungsbild bewirkt, die unvermeidbar ist.

Da es sich bei der Herstellung von Plattenbelägen und Pflasterdecken um eine überwiegend handwerkliche Leistung handelt, ist bei der Beurteilung ein Ausführungsstandard zugrunde zu legen, der bei üblicher Sorgfalt und Fachkunde erreicht werden kann.

Naturwerksteine werden heute bei Neubauten oder in der Sanierung nicht wie früher für tragende Bauteile, sondern überwiegend als plattenförmige Bekleidungen für Wand- und Bodenflächen, als Werksteine für Treppenstufen, Abdeckungen, Fensterbänke sowie als Pflastermaterial verwendet. Bei den meisten Anwendungsfällen stehen hierbei die optischen Eigenschaften des Materials im Vordergrund.

Bei bewitterten Flächen spielt die Witterungsbeständigkeit und die Schlagregenschutzfunktion eine wichtige Rolle. Bei begangenen und befahrenen Flächen ist das Abriebverhalten und die Festigkeit ebenfalls von großer Bedeutung. Im Hinblick auf die Frage von hinzunehmenden Unregelmäßigkeiten geht es meist um die Bewertung von optischen Beeinträchtigungen.

Bauherren und Eigentümer von Gebäuden erwarten eine mangelfreie Ausführung von Naturwerksteinarbeiten. Der ausführende Fachbetrieb übernimmt die Gewähr, dass seine Leistung zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln ist und somit

- › die vereinbarte Beschaffenheit hat und
- › den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.

Ist die Beschaffenheit nicht vereinbart, so ist die Leistung nach VOB DIN 1961 § 13 zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln, wenn sie sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte, sonst für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist und die der Auftraggeber nach der Art der Leistung erwarten kann.

In einigen Fällen werden natürliche Erscheinungen wie Adern, Poren, Farbabweichungen usw. im Naturwerkstein beanstandet, die sich bei genauer Betrachtung als unvermeidbar und hinnehmbar erweisen. Naturwerkstein ist ein Naturprodukt, dessen Aussehen und Eigenschaften bei seiner Entstehung vor vielen Millionen Jahren bestimmt wurden. Naturwerkstein kann daher nicht wie ein unter industriellen Bedingungen gefertigtes Produkt ausgewählt und beurteilt werden.

Folgende Grundsätze werden von einschlägigen Sachverständigen für die Bewertung von Naturwerksteinarbeiten anerkannt:

1. Naturstein ist ein Naturprodukt, der Stein für Stein ein Unikat ist und dessen entstehungsbedingte Besonderheiten zu berücksichtigen sind.
2. Optische Eigenschaften sind unter gebrauchstüblichen Bedingungen zu beurteilen, d. h. üblicher Betrachtungsabstand und Beleuchtung. Eine Betrachtung unter Streiflichtbedingungen gilt nicht als Beurteilungskriterium.
3. Ohne besondere Vereinbarungen werden Werkleistungen nach dem allgemein üblichen Standard, der sogenannten gewerblichen Verkehrssitte, bewertet.
4. Handwerklich ausgeführte Bauleistungen sind unter Berücksichtigung der vorhandenen Baustellenbedingungen und technischen Ausführbarkeit zu bewerten.

4.3 Methodik

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten zur Bewertung von optischen Eigenschaften. Eine Möglichkeit dafür **kann** als **Basiswerkzeug** die Beurteilungsmatrix aus Oswald und Abel (2000) in **angepasster Form** sein.

Insofern bietet Bild 4 eine geeignete Vorlage für die Beurteilung von Plattenbelägen und Pflasterdecken, die einer regelmäßigen Beanspruchung durch Begehen, Befahren, Reinigen, Winterdienst usw. unterliegen und daher nicht wie ein Gebäude betrachtet werden können.

Bild 5 zeigt eine Einordnung optischer Beeinträchtigungen bei Plattenbelägen und Pflasterdecken aus Naturwerksteinbauteilen in die nachfolgend aufgeführten Bereiche:

- › Nicht hinnehmbare Beeinträchtigungen. Solche sind zu beseitigen.
- › Hinnehmbare Beeinträchtigungen. Solche sind in der Regel zu beseitigen. Für solche kann aber in begründeten Fällen (z. B. hohe Austauschkosten) als Alternative auch eine Minderung in Betracht kommen.
- › Bagatelle. Hinzunehmende Beeinträchtigungen. Für solche kommt weder eine Beseitigung noch eine Minderung in Betracht, weil sie unter Berücksichtigung des optischen Erscheinungsbilds und des Grads der Beeinträchtigung derart geringfügig sind, dass sie als »mangelfrei« einzustufen sind.

Für die Beurteilung optischer Abweichungen bei Pflasterdecken und Plattenbelägen aus Naturwerkstein ist zu berücksichtigen, dass Farb-, Struktur- und Texturabweichungen bei Naturwerkstein der Regelfall sind und Naturwerkstein sich durch die Varietäten im Aussehen auszeichnet.

Es sind daher bei der Beurteilung andere Kriterien als bei künstlich produzierten Bauprodukten anzusetzen, deren Aussehen durch den Produktionsprozess besser steuerbar ist.

Grundlage der Beurteilung optischer Abweichungen von Naturwerkstein ist dessen charakteristisches Aussehen unter Berücksichtigung des jeweiligen Natursteinvorkommens.

Bei industriell gefertigten Produkten können die optischen Eigenschaften gezielt bei der Herstellung eingestellt werden. Bei Naturstein sind aus folgenden Gründen deutlich weitere Bereiche vorzusehen, bei welchen aufgrund der optischen Beeinträchtigung von einer Bagatelle auszugehen ist bzw. eine Minderung möglich erscheint:

- › Naturstein zeigt häufig sehr deutliche Inhomogenitäten, welche schwierig einzuschränken sind.
- › Optische Beeinträchtigungen sind bei der Gewinnung oftmals nicht erkennbar.
- › Die Möglichkeiten zur Selektion nach optischen Eigenschaften findet oftmals wirtschaftliche Grenzen, insbesondere in hoch automatisierten Verarbeitungsprozessen.
- › Eine Nachbeschaffung kann aufgrund der oftmals langen Logistikkette sehr schwierig sein.
- › Die Anpassung von Ersatzmaterial kann sehr schwierig bis unmöglich sein.

Matrix zur Bewertung der Hinnehmbarkeit von optischen Beeinträchtigungen		Bedeutung des optischen Erscheinungsbildes (Geltungswert) in %																							
		sehr wichtig						wichtig						eher unbedeutend						unwichtig					
		100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5				
Grad der optischen Beeinträchtigung in %	100	...	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%	10%	5,0%				
	95	95%	90%	86%	81%	76%	71%	67%	62%	57%	52%	48%	43%	38%	33%	29%	24%	19%	14%	10%	4,8%				
	90	90%	86%	81%	77%	72%	68%	63%	59%	54%	50%	45%	41%	36%	32%	27%	23%	18%	14%	9,0%	4,5%				
	85	85%	81%	77%	72%	68%	64%	60%	55%	51%	47%	43%	38%	34%	30%	26%	21%	17%	13%	8,5%	4,3%				
	80	80%	76%	72%	68%	64%	60%	56%	52%	48%	44%	40%	36%	32%	28%	24%	20%	16%	12%	8,0%	4,0%				
	75	75%	71%	68%	64%	60%	56%	53%	49%	45%	41%	38%	34%	30%	26%	23%	19%	15%	11%	7,5%	3,8%				
	70	70%	67%	63%	60%	56%	53%	49%	46%	42%	39%	35%	32%	28%	25%	21%	18%	14%	11%	7,0%	3,5%				
	65	65%	62%	59%	55%	52%	49%	46%	42%	39%	36%	33%	29%	26%	23%	20%	16%	13%	10%	6,5%	3,3%				
	60	60%	57%	54%	51%	48%	45%	42%	39%	36%	33%	30%	27%	24%	21%	18%	15%	12%	9,0%	6,0%	3,0%				
	55	55%	52%	50%	47%	44%	41%	39%	36%	33%	30%	28%	25%	22%	19%	17%	14%	11%	8,3%	5,5%	2,8%				
50	50%	48%	45%	43%	40%	38%	35%	33%	30%	28%	25%	23%	20%	18%	15%	13%	10%	7,5%	5,0%	2,5%					
45	45%	43%	41%	38%	36%	34%	32%	29%	27%	25%	23%	20%	18%	16%	14%	11%	9,0%	6,8%	4,5%	2,3%					
40	40%	38%	36%	34%	32%	30%	28%	26%	24%	22%	20%	18%	16%	14%	12%	10%	8,8%	7,0%	5,3%	4,0%	2,0%				
35	35%	33%	32%	30%	28%	26%	25%	23%	21%	19%	17%	15%	14%	12%	11%	9,0%	7,5%	6,0%	4,5%	3,0%	1,5%				
30	30%	29%	27%	26%	24%	23%	21%	20%	18%	17%	15%	14%	12%	11%	10%	9,0%	7,5%	6,0%	4,5%	3,0%	1,5%				
25	25%	24%	23%	21%	20%	19%	18%	16%	15%	14%	13%	11%	10%	8,8%	7,5%	6,3%	5,0%	3,8%	2,5%	1,3%					
20	20%	19%	18%	17%	16%	15%	14%	13%	12%	11%	10%	9,0%	8,0%	7,0%	6,0%	5,0%	4,0%	3,0%	2,0%	1,0%					
15	15%	14%	14%	13%	12%	11%	11%	10%	9,0%	8,3%	7,5%	6,8%	6,0%	5,3%	4,5%	3,8%	3,0%	2,3%	1,5%	0,75%					
10	10%	10%	9,0%	8,5%	8,0%	7,5%	7,0%	6,5%	6,0%	5,5%	5,0%	4,5%	4,0%	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,5%	1,0%	0,50%					
5	5,0%	4,8%	4,5%	4,3%	4,0%	3,8%	3,5%	3,3%	3,0%	2,8%	2,5%	2,3%	2,0%	1,8%	1,5%	1,3%	1,0%	0,75%	0,50%	0,25%					
Nachbesserung i. d. R. erforderlich (min. 50 %)		Minderung diskutable (> 18 % bis < 40 %)						Minderung wahrscheinlich ggf. Nachbesserung erforderlich i. d. R. erforderlich (40 % < 50 %)						Bagatelle (< 9 %)											
		Minderung wahrscheinlich ggf. Nachbesserung erforderlich i. d. R. erforderlich (40 % < 50 %)						Minderung wahrscheinlich ggf. Nachbesserung erforderlich i. d. R. erforderlich (40 % < 50 %)						Minderung wahrscheinlich ggf. Bagatelle (min. 9% bis 18 %)											

Anmerkung: Die Prozentangaben entsprechen nicht dem Minderungsanteil, sondern sind unter Berücksichtigung der Ausführungen in Abschnitt 5.2. zu ermitteln.

Bild 4 Grafische Darstellung zur Einordnung optischer Beeinträchtigungen bei Plattenbelägen und Pflasterdecken angepasst an Abel und Oswald (2000). Diese Tabelle kann und soll aus Sicht der Autoren von allen Beurteilenden stets der vorliegenden Situation angepasst verwendet werden. [Quelle: AK Naturstein in Anlehnung an Abel/Oswald]

Beispiel 1 a – Hochwertiger Plattenbelag im Eingangsbereich eines Hotels

Einem Plattenbelag mit feingestockten Platten vor einem Hoteleingang, dessen Erscheinungsbild als wichtig zu bewerten ist, wird ein Geltungswert von 75 % zugeordnet (Gebrauchswert des Plattenbelags beträgt demzufolge 25 %). Der Grad der optischen Beeinträchtigung wird wegen vorliegender Farb- und Texturabweichungen bei dem Plattenbelag als deutlich bewertet und beträgt 55 %. Durch Multiplikation der beiden Prozentwerte $0,75 \times 0,55$ ergibt sich 0,41 (entsprechend 41 %), also ein Wert, der für das betreffende Bauvorhaben bedeutet, dass hier in der Regel eine Nachbesserung zu erfolgen hat.

Wäre bei dem vorbeschriebenen Beispiel der Grad der optischen Beeinträchtigung lediglich geringfügig und betrüge nur 20 %, ergäbe sich durch Multiplikation mit dem Geltungswert (75 %) ein Wert von 0,15 (entsprechend 15 %), was bedeuten würde, dass in diesem Fall über eine Minderung zu diskutieren wäre.

Beispiel 1b – Granitpflasterdecke im Eingangsbereich eines Hotels

Einer Pflasterdecke mit gestocktem grauen Kleinpflastersteinen vor einem Hoteleingang, dessen Erscheinungsbild als wichtig zu bewerten ist, wird ein Geltungswert von 60 % zugeordnet (der Gebrauchswert der Pflasterdecke beträgt demzufolge 40 %). Der Grad der optischen Beeinträchtigung wird wegen vorliegender Farbabweichungen bei der Pflasterdecke als deutlich bewertet und beträgt 55 %. Durch Multiplikation der beiden Prozentwerte $0,6 \times 0,55$ ergibt sich 0,33 (entsprechend 33 %), was bedeuten würde, dass in diesem Fall über eine Minderung zu diskutieren wäre.

Wäre bei dem vorbeschriebenen Beispiel der Grad der optischen Beeinträchtigung lediglich geringfügig und betrüge nur 10 %, ergäbe sich durch Multiplikation mit dem Geltungswert (60 %) ein Wert von 0,06 (entsprechend 6 %), was bedeuten würde, dass in diesem Fall die Beeinträchtigung als Bagatelle einzustufen wäre.

Beispiel 2 a – Hochwertiger Plattenbelag vor Mehrfamilienhaus

Einem Plattenbelag mit geflammten Platten vor einem Mehrfamilienhaus, dessen Erscheinungsbild als eher unbedeutend zu bewerten ist, wird ein Geltungswert von 40 % zugeordnet (der Gebrauchswert des Plattenbelags beträgt demzufolge 60 %). Der Grad der optischen Beeinträchtigung wird wegen vorliegender Farbabweichungen bei dem Plattenbelag als deutlich bewertet und beträgt 55 %. Durch Multiplikation der beiden Prozentwerte $0,4 \times 0,55$ ergibt sich 0,22 (entsprechend 22 %). In diesem Fall ist über eine Minderung zu diskutieren.

Wäre bei dem vorbeschriebenen Beispiel der Grad der optischen Beeinträchtigung lediglich geringfügig und betrüge nur 15 %, ergäbe sich durch Multiplikation mit dem Geltungswert (40 %) ein Wert von 0,06 (entsprechend 6 %), was bedeuten würde, dass in diesem Fall die Beeinträchtigung als Bagatelle einzustufen wäre.

Beispiel 2b – Standardpflasterdecke vor Mehrfamilienhaus

Einer Pflasterdecke mit grauen Rechtecksteinen aus Granit vor einem Mehrfamilienhaus, dessen Erscheinungsbild als eher unbedeutend zu bewerten ist, wird ein Geltungswert von 40 % zugeordnet (der Gebrauchswert der Pflasterdecke beträgt demzufolge 60 %). Der Grad der optischen Beeinträchtigung wird wegen vorliegender Farbabweichungen und Löchern in der Oberfläche bei der Pflasterdecke als sehr stark bewertet und beträgt 90 %. Durch Multiplikation der beiden Prozentwerte $0,4 \times 0,9$ ergibt sich 0,36 (entsprechend 36 %), also ein Wert, der für das betreffende Bauvorhaben bedeutet, dass hier in der Regel eine Nachbesserung zu erfolgen hat.

Wäre bei dem vorherbeschriebenen Beispiel der Grad der optischen Beeinträchtigung lediglich deutlich und betrüge 60 %, ergäbe sich durch Multiplikation mit dem Geltungswert (40 %) ein Wert von 0,24 (entsprechend 24 %), was bedeuten würde, dass in diesem Fall über eine Minderung zu diskutieren wäre.

Diese Beispiele machen deutlich, dass für eine Beurteilung von optischen Beeinträchtigungen nicht allein der Flächenbelag als Maßstab dienen sollte, sondern zum Beispiel auch das Verlegeumfeld. So kann ein hochwertiger Belag in einem eher unbedeutenden Verlegeumfeld anders zu beurteilen sein, als wenn der gleiche Belag in einem bedeutenden Umfeld verlegt worden ist.

4.4 Funktionswert

4.4.1 Allgemeines

Jedes Bauwerk erfüllt einen Zweck, das heißt, eine Funktion. Diese Funktion setzt sich im Allgemeinen aus einer technischen und einer optischen Funktion zusammen. Die Funktionalität eines Bauwerks ist während der Nutzungsdauer durch regelmäßige und in angemessenem Umfang durchzuführende Erhaltungsmaßnahmen aufrecht zu erhalten.

Bei Pflasterdecken und Plattenbelägen besteht die technische Funktion in der Gebrauchstauglichkeit, die eine dauerhafte, komfortable und sichere Nutzung beim Begehen oder Befahren sicherstellen soll. Die optische Funktion besteht in der ästhetisch anmutenden und repräsentativen Geltung.

Als Maß für die technische Funktion wird der Gebrauchswert und als Maß für die optische Funktion der Geltungswert herangezogen. Beide Werte zusammen ergeben stets 100 Prozent und zwar unabhängig davon, ob das betreffende Bauwerk voll funktionsfähig oder in seiner Funktionsfähigkeit eingeschränkt ist.

4.4.2 Gebrauchswert

Für die Bestimmung des Gebrauchswerts sind die Eigenschaften der Verkehrsfläche und Produkte relevant, welche den Gebrauch der Verkehrsfläche – im Sinne von Nutzung – in irgendeiner Form beeinflussen. Dazu gehören Flächeneigenschaften, wie zum Beispiel Ebenheit, Neigung, Standfestigkeit, Verformungsbeständigkeit, Gleit- und Rutschsicherheit sowie Produkteigenschaften, wie zum Beispiel mechanische Festigkeit, Witterungsbeständigkeit und Abriebfestigkeit.

4.4.3 Geltungswert

Für die Ermittlung des Geltungswerts ist in erster Linie maßgebend, welchen Wert die optische Eigenschaft, das heißt die Ästhetik, bei einer bestimmten Pflasterdecke oder einem bestimmten Plattenbelag einnimmt. Dabei können auch Teilflächen betrachtet werden. Es ist zu berücksichtigen, dass der Geltungswert auch durch Randaspekte beeinflusst werden kann.

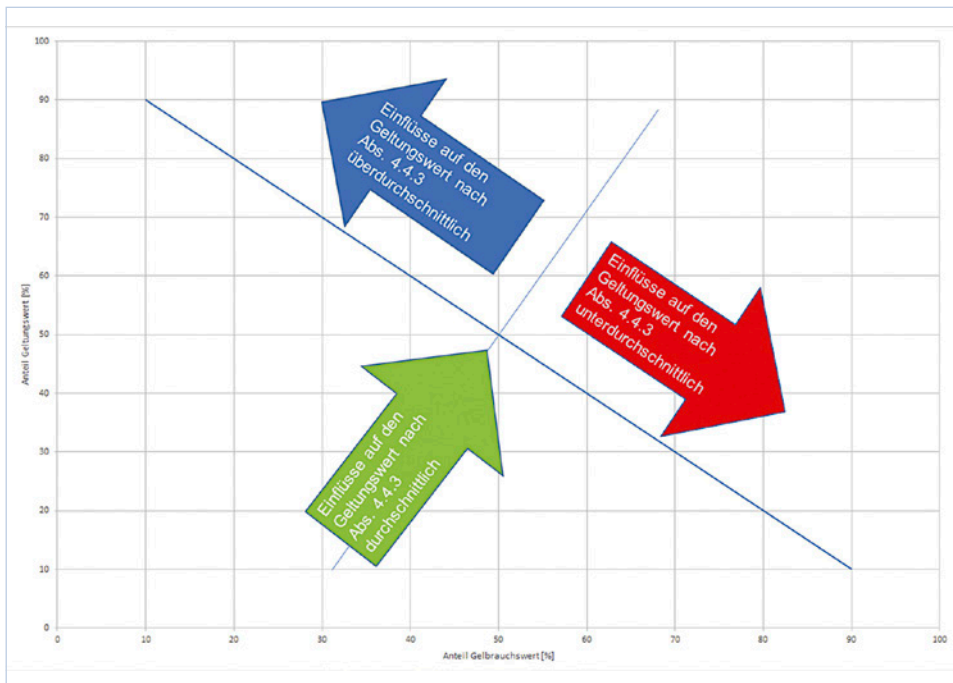


Bild 5 Verhältnis Geltungs-/Gebrauchswert [Quelle: Rohowski]

Beschaffenheit/Gestaltung der Natursteinelemente

Pflastersteine und Platten können sehr unterschiedliche Oberflächen aufweisen, zum Beispiel durch natürliche Farbgebung, Oberflächenbearbeitung, Umwelteinflüsse, Lichtverhältnisse, besondere Oberflächenschutzsysteme und vieles mehr.

Verlege-/Einbauort und -umfeld

Die Lage der Verkehrsfläche und deren architektonische Umgebung sind zu berücksichtigen.

Handwerkliche Leistung

Platten und Pflastersteine können zu sehr unterschiedlichen Verbänden und Verlegemustern angeordnet werden. So ist zum Beispiel ein Segmentbogen/Passé höherwertiger als ein Läufer- oder Reihenverband einzustufen. Verbände oder Muster, bei denen mehrere unterschiedliche Formate zur Anwendung kommen, sind höherwertiger als solche, bei denen nur ein Format zum Einsatz kommt. Andererseits kann aber auch ein »einfacher« Kreuzfugenverband aus nur einem Format, der mit akkuraten Fugenbreiten und gleichmäßigen Fugenfluchten verlegt wurde, eine besonders hochwertige Verlegevariante sein.

Gleichmäßige Fugenbreiten und Fugenfluchten werten den Belag generell auf – nicht nur technisch, sondern auch optisch. Dies gilt gleichermaßen für fachgerecht ausgeführte Anschlüsse an Schrägen und Rundungen.

Alterung und Nutzung

Bei der Beurteilung der optischen Eigenschaften der Flächenbefestigung ist auch stets zu berücksichtigen, dass nahezu allen Arten der Witterung ausgesetzte Oberflächen altern und verschmutzen und sich ihr Aussehen dadurch im Laufe der Zeit verändert. Diese Veränderungen betreffen auch Bauteile und Flächenbefestigungen aus Naturwerkstein. Sie sind keinesfalls gleichmäßig, sondern finden je nach Beschaffenheit der Belagsoberfläche, deren Lage und Nutzungsintensität in hohem Maße ungleichmäßig statt.

Nutzungs- und Gebrauchspuren sind auf Plattenbelägen und Pflasterdecken aus Naturwerkstein auch bei bestimmungsgemäßer Nutzung nicht vermeidbar. Dies können zum Beispiel Schleifspuren, Reifenspuren, Verunreinigungen, Flecken oder Kratzer sein.

Einfluss auf andere Bauteile und Bereiche

Beeinträchtigungen der optischen Eigenschaft einer Flächenbefestigung können sich auch auf andere Bereiche im näheren Umfeld oder auf angrenzende Bauwerke auswirken, die mit der eigentlich beanstandeten Flächenbefestigung nichts zu tun haben. In einem solchen Fall ist es für die Beurteilung wichtig, die Intensität der Beeinträchtigung zu bestimmen.

4.5 Verhältnis von Gebrauchs- und Geltungswert bei Plattenbelägen und Pflasterdecken

Plattenbeläge und Pflasterdecken werden für unterschiedlichste Anwendungen und Einsatzzwecke im Straßen-, Garten- und Landschaftsbau verwendet. Eine Übersicht – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – liefert Tabelle 1.

Art der Verkehrsfläche	Anwendung allgemein	Anwendung speziell
gewidmete (öffentlich zugängliche) Flächen	Fahrbahnen von Straßen	Anliegerstraßen, befahrbare Gleisbereiche, Erschließungsstraßen, Fahrbahnen von Kreisverkehren, Geschäftsstraßen Hauptverkehrsstraßen, Industrie- und Gewerbestraßen, Quartierstraßen, Stadtstraßen, Wirtschaftswege, Wohnsammelstraßen, Wohnstraßen
Flächen für den ruhenden Verkehr		Abstell- und Einstellflächen für Fahrzeuge, Fahrgassen von Parkplätzen, Ladezonen, Parkflächen in Hoch- und Tiefgaragen, Parkbuchten, Parkstreifen, Parkflächen auf Rastanlagen, Rasthöfen und Rastplätzen
Fußgängerverkehrsflächen		Fußgängerbereiche, Fußgängerzonen, Gehwege, Fußwege, verkehrsberuhigte Bereiche, verkehrsberuhigte Straßen
Flächen auf und im Umfeld von Bahnhöfen		Bahnhofsvorplätze, überdachte und nicht überdachte Bahn- und Bussteige, Verkaufs- und Vermarktungsbereiche
nicht gewidmete (nicht öffentlich zugängliche) Flächen	Nutz- und Funktionsflächen	betriebliche Verkehrswege in Außenbereichen, Containerabstell- und -umschlagsflächen, Eingangsbereiche Hotel, Gastronomie, Einzelhandel, Fahr- und Abstellflächen für militärische Zwecke, Flugbetriebsflächen, Lagerbereiche, Supermarktparkplätze, Waschplätze
Flächen im privaten Wohnumfeld und sonstige Aufenthaltsflächen		Aufenthaltsbereiche an Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Heimen, Bädern etc., Balkone, Gartenwege, Garagenvorfahrten, Hofbefestigungen, Pkw-Stellflächen, Terrassen
sonstige gewidmete oder nicht gewidmete Flächen		Auspflasterungen von Verkehrsinseln, Böschungsbefestigungen, Inneninseln von Kreisverkehren, Feuerwehruzufahrten

Tabelle 1 Unterschiedliche Anwendungsbereiche von Pflasterdecken und Plattenbelägen

So unterschiedlich wie die Anwendungen und Einsatzzwecke können auch das Verhältnis von Gebrauchs- und Geltungswert bei einer Flächenbefestigung aus Natursteinbauteilen sein.

Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, dass mit zunehmendem Gebrauchswert einer Fläche, der damit in Korrelation stehende Geltungswert abnimmt. So ist der Geltungswert des repräsentativen Eingangsbereichs eines Hotels erheblich größer als bei einer Lagerfläche, die industriell genutzt wird und kaum einsehbar ist.

Da es für eine Minderwertermittlung infolge hinnehmbarer optischer Beeinträchtigungen auf den Geltungswert der betreffenden Flächenbefestigung ankommt – denn nur dieser kann gemindert werden – ist es wichtig, einen solchen, gegebenenfalls in einer gewissen Spanne, möglichst zutreffend festzulegen.

Es ist zu beachten, dass Bereiche oder Teilflächen getrennt voneinander betrachtet und bewertet werden können bzw. müssen. Das heißt, es gibt im Allgemeinen nicht den einen Geltungswert für eine bestimmte Pflasterdecke oder einen bestimmten Plattenbelag, sondern unter Umständen mehrere Geltungswerte innerhalb eines Objekts oder Bauvorhabens. Das Verhältnis zwischen Geltungs- und Gebrauchswert wird in Bild 5 gezeigt.

4.6 Musterprobe/Musterfläche

Sowohl für die Auswahl des Natursteins als auch für den gesamten Ablauf der Durchführung einer Baumaßnahme (vom Vorkommen über die Produktion und Lieferung bis zum fertig versetzten Werkstein) ist es empfehlenswert, eine Musterfläche zu errichten bzw. Referenzmuster festzulegen, die allen Wünschen und Vorstellungen entsprechen. Ein gewünschter hoher Geltungswert erfordert eine entsprechende Bemusterung.

Naturwerksteine werden vielfach wegen ihrer hohen optischen und technischen Qualitäten als Bodenbelag ausgewählt. Die optische Qualität lässt sich mit einer umfassenden und aktuellen Bemusterung oder an Referenzbauten, die die ganze Bandbreite der Gesteinsvarietäten zeigen, darstellen. Einzelne Musterplatten dienen lediglich der Orientierung, können jedoch nicht als Anforderung für die gesamte Natursteinlieferung gelten.

Naturwerkstein kann nicht wie ein industriell gefertigtes Produkt ausgewählt und beurteilt werden. Farbvarietäten im Naturstein sind natürlich und unvermeidlich. Gemäß DIN 18332 – Naturwerksteinarbeiten, Abs. 2.1.4, sind Farb-, Struktur- und Texturschwankungen innerhalb desselben Vorkommens zulässig. Diese Schwankungen stellen die Einmaligkeit der Naturwerksteine dar.

Entsprechend den europäischen Produktnormen für Naturstein muss eine Bezugsprobe aus einer angemessenen Anzahl von Natursteinstücken ausreichender Größe bestehen, um das allgemeine Aussehen der fertig gestellten Arbeit wiederzugeben. Die Maße der Einzelstücke müssen mindestens $0,01 \text{ m}^2$ betragen (typisch sind Werte zwischen $0,01 \text{ m}^2$ und $0,25 \text{ m}^2$ in der Sichtfläche, aber auch größer) und müssen das Aussehen bezüglich der Färbung, des Adermusters, der Gefügeeigenschaften und der Oberflächenbearbeitung

angeben. Insbesondere muss die Bezugsprobe die spezifischen Merkmale des Gesteins, wie Poren und Löcher, Glasadern, Flecken, Kristalladern und Rostflecken aufweisen. Mehrere Bezugsproben können das gewünschte Erscheinungsbild in Form einer Musterfläche darstellen.

Die Bezugsprobe fordert nicht die strenge Gleichförmigkeit zwischen der Probe an sich und der tatsächlichen Lieferung; natürliche Schwankungen dürfen immer auftreten.

Wenn die Verarbeitung des Natursteins üblicherweise den Einsatz von Ausbesserungen, Füllstoffen oder sonstigen ähnlichen Produkten für natürliche Löcher, Fehlstellen oder Risse einschließt, muss die Bezugsprobe ebenso dasselbe an der bearbeiteten Oberfläche aufweisen. Alle an der Bezugsprobe aufgezeigten Merkmale müssen als für den Naturstein typisch und dürfen nicht als ein Mangel angesehen werden, sodass diese keinen Grund für die Zurückweisung darstellen dürfen, außer wenn diese Merkmale übermäßig stark auftreten und der typische Charakter des Gesteins verloren gegangen ist.

Werden besondere Anforderungen an das Aussehen der Natursteine gestellt, so bedarf dies einer schriftlichen Vereinbarung. Dies stellt eine besondere Leistung dar. Einschränkungen der Farb-, Struktur- und Textur-Schwankungen sind nach DIN 18332, Abs. 0.2.5 in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Die Möglichkeit einer Einschränkung der Bandbreite des natürlichen Vorkommens ist material- und mengenabhängig und wird durch Lieferung von einzelnen charakteristischen Extremwertplatten und Ausgrenzungen von eventuell möglichen natürlichen Erscheinungsbildern, möglichst an Hand einer Musterfläche diskutiert. Diese Musterfläche sollte bei größeren Baumaßnahmen mindestens bis zur Abnahme, idealerweise aber bis mindestens zum Ablauf der Gewährleistung liegenbleiben. Die Größe der Musterfläche sollte je nach Gesteinsvariabilität ausreichend groß sein, in der Regel meist zwischen 4 und 14 m².

Eine Musterfläche sollte mit großer Sorgfalt erstellt werden. Je detaillierter die Steinauswahl erfolgt, desto eingeschränkter sind die Liefermöglichkeiten. Dementsprechend sollte die Musterfläche genau wie die beabsichtigte spätere Fläche verfugt werden und alle Sonderbauteile, wie z. B. Bordsteine, Blindenplatten etc., enthalten.

Falls im Ausnahmefall eine Begrenzung der Steinvarietäten vereinbart wird, müssen Protokolle über die Ausschlusskriterien gefertigt sowie die Bestimmungsmuster gekennzeichnet (Name, Datum, Unterschrift etc.) und unveränderbar gesichert werden.

Erfolgt keine Bemusterung, kann nur die übliche Beschaffenheit erwartet werden.

5 Minderwertermittlung

5.1 Allgemeines

Für zwei, der in Abschnitt 4.3 beschriebenen Beurteilungsergebnisse, nämlich für eine unzweifelhaft nicht hinnehmbare optische Beeinträchtigung, die zu beseitigen ist und für eine hinzunehmende optische Beeinträchtigung, die als Bagatelle einzustufen ist, besteht keine Veranlassung, über eine Minderung bzw. eine Minderwertermittlung nachzudenken.

Für den Fall jedoch, dass eine optische Beeinträchtigung objektiv vorliegt, diese aber nicht beseitigt werden soll oder mit vertretbarem Aufwand beseitigt werden kann, und die somit als hinnehmbar einzustufen ist, wird das Instrument der Minderwertermittlung relevant. Da eine optische Beeinträchtigung in aller Regel nur die ästhetische Funktion eines Bauwerks betrifft, darf sich eine Minderung auch nur auf den optischen, ästhetischen Wert des Bauwerks beziehen. Zur Bestimmung des dafür maßgebenden Geltungswerts, der Teil des Funktionswerts ist, siehe Abschnitt 4.4.

5.2 Methodik der Minderwertermittlung

Bekannte und – auch von Gerichten – anerkannte Methoden zur Minderwertermittlung sind seit vielen Jahren verfügbar. Diese können prinzipiell auch zur Beurteilung der optischen Eigenschaften bzw. Beeinträchtigungen von Plattenbelägen und Pflasterdecken aus Naturstein angewendet werden (siehe Oswald und Abel, 2000 oder modifiziertes Bild 4).

6

Beurteilung optischer Eigenschaften

6.1 Allgemeines

Die Beurteilung von Flächenbefestigungen aus Naturstein hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften – dies gilt auch für Muster- und Referenzflächen – sollte bei Tageslicht, trockener Witterung und trockener Belagsoberfläche sowie aus dem üblichen Betrachtungsabstand vorgenommen werden.

Ergänzend kann das Bewässern von Teilbereichen, insbesondere zur besseren Fotodokumentation hilfreich sein.

Ein Betrachtungsabstand von 2 m – vom zu betrachtenden Punkt aus gemessen – ist in der Regel üblich.

6.2 Optische Untersuchungsmethoden und fotografische Dokumentation

6.2.1 Farbabgleich bei fotografischer Dokumentation

Für die Dokumentation von Farb- und Texturunterschieden sind Fotos unverzichtbar.

Sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Wiedergabe von Fotos in Form von Ausdrucken bzw. an Bildschirmen können Unterschiede zu dem tatsächlichen visuellen Farb- und Texturempfinden auftreten.

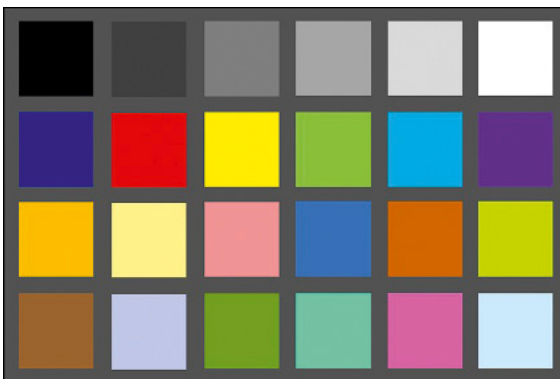


Bild 6 Beispiel einer Farbkarte [Quelle: QSP]

Daher ist es bei Fotoaufnahmen sinnvoll, möglichst das zu beurteilende Produkt zusammen mit dem Referenzmuster auf dem gleichen Foto abzubilden und die Bewertung an kalibrierten Geräten durchzuführen.

Werden Farb- oder Graukarten als zusätzliche Vergleichsgröße verwendet, sind diese nach Möglichkeit mit in die Aufnahme einzubinden.

6.2.2 Weißabgleich bei fotografischer Dokumentation

Um den Einfluss von verfälschenden Lichttemperaturverhältnissen zu reduzieren, sollte für die Aufnahme ein Weißabgleich durchgeführt werden.

Bild 7 Graukarte für Weißabgleich
[Quelle: QSP]



6.2.3 Helligkeitsunterschiede bei fotografischer Dokumentation

Verfahren

Im Vorfeld sollten zahlreiche Vergleiche mit Natursteinwaren verschiedener Vorkommen und Hersteller angestellt werden, um einen Überblick der am Markt vorkommenden Produkte hinsichtlich derer Graustufen-Schwankungsbreiten zu erhalten.

Zur Beurteilung von Hell-/Dunkelwerten können Graustufenkarten eingesetzt werden. Man legt die Karte auf den ersten zu bewertenden Naturstein (z. B. besonders hell) und stellt eine Übereinstimmung bei einer bestimmten Stufe fest. Dies wird fotografisch festgehalten. Es kann dabei hilfreich sein, digitale Bildaufnahmen des Objekts am Computer in Schwarz-Weiß umzuwandeln. Das erleichtert eine Bewertung mit der Graustufenskala, da eine durchscheinende Gesteinsfarbe unterdrückt wird.

Danach legt man die Karte auf den zweiten Naturstein zur Gegenbewertung. Dies wird fotografisch festgehalten. Bei dem Vergleich beider Aufnahmen ergibt sich gegebenenfalls eine Differenz an Graustufen.

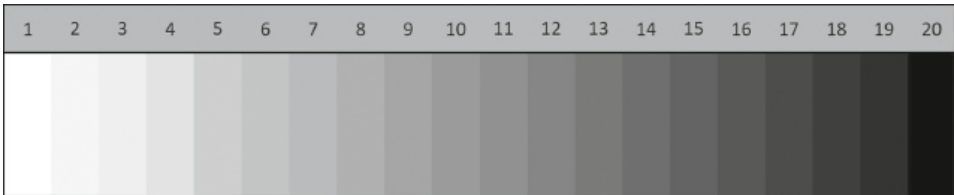


Bild 8 Beispiel einer 20-stufigen Graustufenskala [Quelle: Burgetsmeier]

Anwendungsbereiche

Das Verfahren ist im Einzelfall geeignet zur Eingrenzung unterschiedlicher Graustufen an Natursteinelementen, vorzugsweise zur Beurteilung von verlegten Flächen.

Gleichzeitig sollte am zu bewertenden Objekt betrachtet werden, ob aus gestalterischen oder anderen Gründen (z. B. Markierungen) vereinbarungsgemäß dunklere Natursteine eingesetzt wurden.

Dann kann sich die zulässige Streubreite reduzieren, denn es sollte nicht sein, dass eine eingegrenzte Fläche größere Unterschiede in sich hat als im direkten Gegensatz zu dunklen Markierungssteinen dieser Fläche oder die Abgrenzung zwischen dunkelstem und hellstem Naturstein sehr nahe beieinander liegen. Der Soll-Unterschied sollte deutlich zu erkennen sein.

In Ausnahmefällen kann das Verfahren auch zur Beurteilung von Musterelementen mit tatsächlich gelieferten Elementen in einer Aufnahme angewandt werden.

6.2.4 Munsell Rock Colour Chart (Steinfarbkarte)

Eine für den Gebrauch im Freien entwickelte Steinfarbkarte ist ein, ursprünglich von der Geological Society of America, für Mineralogen und Geologen entwickeltes Hilfsmittel zur Identifizierung des Farbtons und der Farbhelligkeit.

Ihre Anwendung ist unter Fachleuten umstritten. Je gröber und je ungleichmäßiger das Gestein, desto schwieriger ist die Anwendung.

Randbedingungen

Um schlüssige Ergebnisse zu erhalten, sollten dabei die nachfolgenden Randbedingungen eingehalten werden:

- › Gleiche Lichtverhältnisse,
- › trockener Zustand,
- › gleicher Betrachtungsabstand,
- › gleiche Umwelteinflüsse, z. B. überdacht, nicht überdacht,
- › ausreichend großer Bildausschnitt/gleicher Fotomaßstab.

6.3 Leuchtdichtekontrast

Zur Verbesserung der Sicherheit, Orientierung und Mobilität für Menschen mit und ohne Sehbehinderung werden u. a. Anforderungen an die Gestaltung visueller Informationen für den Straßenraum festgelegt. Bei der Wahrnehmung einer visuellen Information spielen die Leuchtdichte sowie der Leuchtdichtekontrast eine wesentliche Rolle. Die Leuchtdichte einer Fläche bestimmt, mit welcher Helligkeit das menschliche Auge eine Fläche wahrnimmt. Der Leuchtdichtekontrast beschreibt den relativen Leuchtdichteunterschied von benachbarten Flächen.

Für die Bestimmung des Leuchtdichtekontrasts können zwei Normen herangezogen werden. Nach **DIN 32975 – Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung** erfolgt die Ermittlung des Kontrasts lediglich über die Messung der Leuchtdichten. Der Leuchtdichtekontrast kann gemäß **DIN 32984 – Bodenindikatoren im öffentlichen Raum** durch die direkte Messung von Leuchtdichten oder alternativ durch die Bestimmung von Reflexionsgraden ermittelt werden.

7.1 Allgemeines

Nachfolgend werden Fallbeispiele mit Abweichungen des optischen Erscheinungsbilds und deren Beurteilung an Hand von Bildmaterial aufgezeigt.

Hierbei sind nachstehende Grundsätze zu beachten:

Die Produktnormen DIN EN 1341, 1342 und 1343 legen fest, dass das optische Erscheinungsbild von Platten, Pflaster- und Bordsteinen aus Naturstein nur dann zu beanstanden ist, wenn wesentliche Unterschiede im visuellen Erscheinungsbild gegenüber den vom Hersteller bereitgestellten und vom Käufer genehmigten Mustern vorhanden sind. Die Farbe, Aderung, Struktur usw. des Natursteins muss durch Sichtprüfung identifiziert werden, üblicherweise mit einer Bezugsprobe desselben Natursteins, die dafür geeignet ist, eine allgemeine Beschreibung des visuellen Erscheinungsbilds abzugeben.

Bei der Entstehung von Naturstein kommt es zu natürlichen Farbunterschieden. Bei der Herstellung von Natursteinprodukten können aufgrund der Verwendung von natürlichen Vorkommen und deren abbaubedingten Unterschieden sowie Einflüsse aus der Fertigungstechnologie weitere Farbunterschiede auftreten. Es ist zu beachten, dass sowohl die Verlegung als auch die Nutzung der Flächenbefestigung sowie Umwelteinwirkungen einen Einfluss auf die Farbwirkung haben.

Farbe, Struktur und Textur eines Natursteins werden von den unterschiedlichen Mineralien und deren räumlicher Verteilung bestimmt, aus denen der Naturstein zusammengesetzt ist. Die Verteilung einzelner Minerale im Gestein kann durch den natürlichen Entstehungsprozess sehr unterschiedlich sein. Somit sind Farbunterschiede im Naturstein selbstverständlich. Gerade dies macht die Faszination des Natursteins aus, da jeder Naturwerkstein somit ein Unikat darstellt. Farbvarietäten und Konzentrationen von einzelnen gesteinsbildenden Mineralen im Naturstein sind natürlich und unvermeidlich.

Gemäß DIN 18332 – Naturwerksteinarbeiten, Abs. 2.1.4, sind Farb-, Struktur- und Texturschwankungen innerhalb desselben Vorkommens ausdrücklich zulässig.

Die Bandbreite der Variationen kann zum Teil in Abhängigkeit vom jeweiligen Vorkommen im Rahmen einer Bemusterung eingeschränkt werden. Dies erfordert jedoch eine Auswahl von bestimmten Natursteinen durch eine Sortierung als besondere Leistung des Naturstein-Fachbetriebs. Für eine fachgerechte Bemusterung sind mehrere Muster erforderlich, die möglichst die gesamte optische Bandbreite zeigen, diese sind ggf. durch Hinweise zu ergänzen.

Eine einzelne Musterplatte ist lediglich nur eine unverbindliche Darstellung der allgemeinen Charakteristik des Natursteins. Die völlige Übereinstimmung der Natursteinlieferung mit diesem einzelnen Muster kann nicht gefordert werden.

7.2 Adern und Gesteinsrisse

Die Prozesse der Natursteinentstehung sind geologische Vorgänge. Innerhalb von Jahrmillionen haben Veränderungen in der Erdkruste zu tektonischen Rissen in Sedimentgesteinen geführt, die sich mit Calcit wieder verfüllt und verfestigt haben. Solche Calcit-Adern sind eine natürliche Erscheinung, die zur Charakteristik von vielen Kalksteinen gehören und das Dekor der Platten beleben. Solche Aderungen sind nicht als Mangel zu bewerten.

Ebenso können in magmatischen Gesteinen Calcit oder Quarzadern und Adern von Feldspat auftreten. Soweit solche Adern für das jeweilige Vorkommen typisch sind, handelt es sich hierbei um hinzunehmende Eigenschaften der Naturwerksteine.

Bei Trümmergesteinen wie Brekzien und Konglomeraten sowie bei Sedimentgesteinen mit Schichtungen, Tonlagen, Hohlräume etc. gehören entstehungsbedingte Risse und Gefügeschwachstellen zu deren naturgegebenen Eigenheiten. Für bestimmte Einsatzbereiche und Natursteine (z. B. Travertin im privaten Hauszugang) ist es üblich und fachgerecht, mit einer besonderen Spachtelung Abhilfe zu schaffen.

Auch viele als besonders hart und strapazierfähig bekannte Gesteine sind im Lauf der Erdgeschichte mechanisch/tektonisch stark beansprucht worden. Dabei sind bestimmte Unregelmäßigkeiten wie Knick-Erscheinungen im Gegenlicht, Preller, Stiche, feine interne oder unvollständig »verheilte« Risse entstanden. Auch diese Erscheinungen sind hinzunehmende Eigenschaften dieser Naturwerksteine, soweit sie deren natürlicher Charakteristik entsprechen.

7.3 Gesteinsporen

Poren im Naturstein sind aufgrund der natürlichen Entstehung unvermeidlich. Jeder Naturstein weist Poren in unterschiedlicher Größe, von sichtbaren bis mikroskopisch kleinen Poren, auf. Bei einigen Sedimentgesteinen, wie z. B. den Travertinen, sind die zahlreich vorhandenen Poren ein typisches Gesteinskennzeichen.

Das Schließen dieser Poren und Löcher durch Spachtelungen ist eine besondere Leistung, die oftmals bei Bodenbelägen aufgrund der höheren Verschmutzungsneigung gewünscht wird.

Beim Einsatz solcher gespachtelten Produkte muss die Eignung für die zu erwartende Belastung (Frost, mechanische Belastung) sichergestellt sein.

7.4 Feine Risse im Kristallgefüge

Besonders in magmatischen und metamorphen Natursteinen sind zwischen den gesteinsbildenden Mineralen, aber auch teilweise innerhalb der Minerale, bei polierten Oberflächen sehr feine Haarrisse erkennbar. Haarrisse bis ca. 0,2 mm Breite sind aufgrund der natürlichen Entstehung unvermeidlich und haben keinen Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit. Es ist eine typische Eigenschaft dieser Natursteine, die nicht bemängelt werden kann.

7.5 Überzähne

Gemäß den einschlägigen Regelwerken sind zwischen benachbarten Naturwerksteinen Absätze und Höhenversätze bis 2 mm, bei unbearbeiteten, spaltrauen und grob bearbeiteten Werksteinen oder Platten bis 5 mm, zulässig.

Höhendifferenzen zwischen benachbarten Werksteinen, auch als Höhenversätze oder Überzähne bezeichnet, sollten nur überprüft werden, wenn z. B. die Funktion der Belagsfläche oder die übliche bzw. vertraglich vereinbarte Nutzung beeinträchtigt ist oder Unregelmäßigkeiten aus gebrauchstüblicher Betrachtungsweise erkennbar sind.

7.6 Ebenheit

Siehe einschlägige Regelwerke.

Die Kontrolle hat gemäß TP Eben und DIN EN 13036, Teil 7 zu erfolgen.

Belagsflächen mit Platten oder Pflastersteinen aus Naturstein sollten grundsätzlich eben und in der geplanten Gefälleneigung hergestellt werden. Entsprechend und gleichlautend in relevanten Normen und Merkblättern gelten die Anforderungen bzw. Toleranzen nach ATV DIN 18318, Tabelle 3.

7.7 Fugenbild

Fugen in Plattenbelägen und Pflasterdecken (dies gilt sowohl für ungebundene als auch für gebundene Fugenfüllungen) haben folgende primäre Aufgaben:

- › Aufnahme und Übertragung der auf die Plattendecken und Pflasterdecken einwirkenden Kräfte,
- › kraftschlüssiger Fugenverschluss,
- › Ausgleich der Maßtoleranzen der Platten und Pflastersteine.

Das Fugenbild wird im Wesentlichen von der Gleichmäßigkeit der Fugenbreiten und der Vollständigkeit der Fugenfüllungen bestimmt.

7.8 Oberflächenbearbeitung von Unterseiten

Ohne besondere Vereinbarung werden die Rückseiten und die Seitenflächen von Naturwerksteinen und -fliesen mit sägerauer oder bruchrauer Oberfläche ausgeführt.

Insbesondere die Bearbeitung der Untersichten von Treppenstufen, Fensterbänken o. ä. als Sichtflächen ist ohne besondere Vereinbarung nicht gewerküblich. Wurde auf die gewünschte Bearbeitung nicht ausdrücklich hingewiesen, werden Untersichten an Überständen von Treppenstufen, Podestbelägen, Fensterbänken, Abdeckungen etc. mit gesägten Oberflächen ausgeführt.

7.9 Sockelplatten

Sockelplatten können putzbündig mit gesägten Seitenflächen versetzt werden. Für Sockelplatten, die auf dem Putz versetzt werden, sind die gewünschte Oberflächenbearbeitung der sichtbaren Seitenfläche sowie eine gewünschte Abfasung der Sichtkante als besondere Leistung zu vereinbaren.

7.10 Maßtoleranzen

Die zulässigen Maßabweichungen einzelner Naturwerksteinprodukte sind in den jeweiligen europäischen Produktnormen und technischen Lieferbedingungen dokumentiert. Bezüglich der Maßtoleranzen von fertig verlegten Belagsflächen gelten die vertraglichen Vereinbarungen und die Technischen Regeln.

7.11 Pressfugen in Bodenbelägen

Eine Verlegung von Bodenplatten ohne Fugen ist nur in wenigen Ausnahmefällen schadensfrei möglich. Im Regelfall unterliegen Bodenbeläge Dehnungen infolge von Temperaturunterschieden, Quellen und Schwinden der Baustoffe und Verformungen infolge von Belastungen. Die hierbei auftretenden Spannungen werden in den Fugen abgebaut. Bei fugenloser Verlegung sind Kantenabplatzungen an den Pressfugen zu erwarten.

7.12 Veralgungen

Optische Beeinträchtigungen von Naturstein durch Veralgung, Vermoosung und sonstigen Bewuchs sind standortbedingt möglich und unvermeidbar. Sonnenabgewandte Nordseiten, Innenhöfe und stark beschattete Flächen, die über längere Zeiträume feucht bleiben, sind besonders anfällig.

Maßgebend ist das örtliche Mikroklima der anzutreffenden Mikrobiologie, wie z. B. Algen, Pilze und Flechten.

Ein derartiger Befall ist kein Mangel des betreffenden Naturwerksteins. Die Beseitigung dieser optischen Beeinträchtigungen kann durch Reinigungsmaßnahmen im Rahmen der erforderlichen Bauwerksunterhaltung erfolgen.

7.13 Verwitterungsbeständigkeit

Bei der Beurteilung der Verwitterungsbeständigkeit kann ein Naturstein als brauchbar bewertet werden, wenn es sich bereits unter mindestens ebenso ungünstigen Klima- und Einbaubedingungen bewährt hat, wie sie bei der vorgesehenen Verwendung zu erwarten sind. Selbstverständlich handelt es sich bei dieser Aussage um Gesteine mit gleichen Eigenschaften aus derselben Lagerstätte.

Sofern keine ausreichenden Erfahrungen bei dem zu verwendenden Naturstein vorliegen, ist das Naturstein auch auf Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse zu prüfen. Maßgebend ist DIN 52008 Anhang C (Frostbeanspruchung an der Luft – geeignet für vertikale Bauteile, z. B. Fassadenplatten) oder Anhang D (Frostbeanspruchung im Wasser – geeignet für horizontale Bauteile, z. B. Bodenplatten).

Die europäischen Produktnormen für Naturstein fordern die Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit nach DIN EN 12371.

7.14 Optische Veränderung infolge der Bewitterung

Aufgrund der vielfachen Einflüsse der Witterung auf die Natursteine, treten im Laufe der Jahre zwangsläufig Veränderungen im Bereich der Oberflächen auf, die das Aussehen beeinflussen.

Entsprechend der natürlichen Charakteristik der Natursteine stellen

- › Veralgungen,
- › Verschmutzungen,
- › Veränderungen der natürlichen Gesteinsfarbe durch Mineralumwandlungen,
- › Verlust der Oberflächenstruktur bzw. Politur

infolge der Witterungseinflüsse keine Beanstandung dar und sind ggf. im Rahmen der erforderlichen Gebäudeunterhaltung zu beseitigen.

7.15 Feuchtflecken im Außenbereich

Naturwerksteine nehmen infolge der natürlichen Porosität Wasser auf und geben dieses auch wieder ab. Die Wasseraufnahme führt üblicherweise zu einer dunklen Färbung der Natursteine. Da die Wasseraufnahme und die Austrocknung der einzelnen Natursteinelemente sehr unterschiedlich sein können, treten innerhalb einzelner Naturwerksteine und natürlich auch innerhalb von Belagsflächen temporäre Feuchtflecken auf.

Diese optischen Abweichungen sind unvermeidlich und aufgrund der natürlichen Charakteristik der Natursteine nicht zu bemängeln. Die geforderte technische Funktionalität muss gewährleistet sein.

7.16 Ausblühungen

7.16.1 Allgemeines

Ausblühungen sind Farbänderungen und/oder Anlagerungen, erzeugt durch wasserlösliche Salze (Carbonate usw.), die beim Austrocknen von Naturstein in die Verdunstungszone im Bereich der Gesteinsoberfläche gelangen und auskristallisieren. Die Salze können dabei aus dem Naturstein selber, dem Fugenmaterial, aus dem Untergrund und aus einem Eintrag von außen stammen.

Von Aussinterungen spricht man, wenn es durch massive Feuchtetransporte zu sehr starken Salzausscheidungen, insbesondere carbonatischer Art, verbunden mit der Bildung von Schichten auf der Natursteinoberfläche kommt.

Ausblühungen und Aussinterungen treten zumeist im Zusammenspiel von Naturwerkstein mit einem ausblühfähigen Materialien (z. B. Beton, Kalk) auf.

7.16.2 Chemie der Ausblühungen

Das für die Bildung der überwiegend kalkhaltigen Ausblühungen erforderliche Calciumhydroxid entsteht in großen Mengen, bis zu 25 M-% vom Zementgehalt im Beton oder Mörtel, während des Abbindeprozesses.

Die Reaktion der wesentlichen Zementbestandteile (Calciumsilikate) mit Wasser führt zu den festigkeitsbildenden Calciumsilikathydraten. Dabei wird Calciumhydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$ freigesetzt, welches ein schwach wasserlösliches Mineral ist. Im erhärteten Beton- oder Mörtelgefüge liegt das Calciumhydroxid gelöst in den mit Wasser gefüllten Kapillarporen vor.

Bei Kontakt mit Kohlendioxid aus der Luft bildet sich aus Calciumhydroxid wasserunlösliches Calciumcarbonat nach der Formel



Dieser Prozess ist unter dem Begriff Carbonatisierung bekannt und ein elementarer Bestandteil der Zementerhärtung.

Je nach Austrocknungsgeschwindigkeit und -grad, Umgebungs- und Oberflächentemperatur des Betons und abhängig vom Kapillarporensystem des Betons kristallisiert das Calciumcarbonat mehr oder weniger an der Betonoberfläche als weißlicher Belag aus.

Niedrige Beton- und Umgebungstemperaturen fördern die Löslichkeit des Calciumhydroxids. Verbunden mit hoher Luftfeuchtigkeit, insbesondere in den kühleren Jahreszeiten Frühjahr/Herbst, wird der Verdunstungshorizont näher an die Oberfläche verschoben, sodass sichtbare Ausblühungen wahrscheinlicher werden.

Kondenswasser auf der Oberfläche infolge unterschiedlichen Temperaturgefälles zwischen Oberfläche und Kern (z. B. starkes Temperaturgefälle zwischen Tag/Nacht) führen ebenfalls zur Verschiebung des Verdunstungshorizonts an die Oberfläche und damit zur Ausbildung von sichtbaren Ausblühungen.

Bei einer hohen Austrocknungsgeschwindigkeit vom hydraulisch gebundenen Bettungs- und/oder Fugenmörtel, werden die Lösungs- und Diffusionsvorgänge in der Oberfläche unterbrochen. Der Carbonatisierungsprozess erfolgt in den Kapillarporen.

Bei anschließender Durchfeuchtung geht weiteres Calciumhydroxid durch die Reaktion des Zements in Lösung und kann an die Oberfläche transportiert werden. Durch Reaktion mit dem Kohlendioxid der Luft entstehen sichtbare Ausblühungen auf der Oberfläche.

7.16.3 Ursachen der Entstehung von Ausblühungen

Ausblühungen können zu unterschiedlichen Zeitpunkten entstehen. Unterschieden werden dementsprechend Primär-, Sekundär- und Tertiärausblühungen.

- › Primärausblühungen entstehen während der Erhärtung der hydraulisch gebundenen Bettungs- und Fugenmaterialien.
- › Sekundärausblühungen können im eingebauten Bettungs- und Fugenmaterial entstehen.
- › Tertiärausblühungen können aufgrund kapillar aufsteigender Feuchtigkeit nach dem Verlegen bzw. Einbau an der Naturwerksteinoberfläche entstehen. Naturwerksteine mit einem höheren Kapillarporenanteil unterstützen den Transport der ausblühverursachenden Stoffe.

7.17 Carporteffekt

Der Carporteffekt stellt einen besonderen Fall des Auftretens von Ausblühungen dar. Wie es zuvor bei den Ausblühungen beschrieben wurde, kommt es bei Flächenbefestigungen im Außenbereich beim Abtrocknen zur Ausscheidung von wasserlöslichen Salzen.

Im Gegensatz zum bewitterten Bereich werden die Ausblühungen im überdachten Bereich nicht durch Niederschläge abgewaschen. Deshalb können sich diese Ausblühungen hier anreichern.

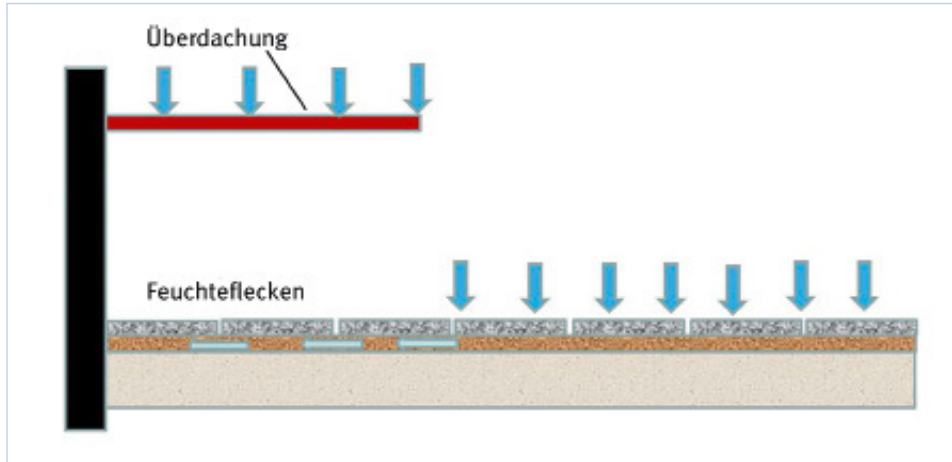


Bild 9 Systemskizze Carporteffekt [Quelle: Rainer Krug, DNV]

Feuchtigkeit gelangt unter die Bodenplatten im überdachten Bereich, steigt dort auf (verdunstet) und verursacht Salzablagerungen (Ausblühungen).



Bild 10 Salzablagerungen (Ausblühungen) im Fugenbereich unter Überdachung [Quelle: Rainer Krug, DNV]

7.18 Abtrocknungsverhalten

7.18.1 Allgemeines

Im Zuge der Abtrocknung von feuchten oder nassen Plattenbelägen und Pflasterdecken entstehen auf diesen Flächen vorübergehend farbliche Veränderungen.

Bei feuchten oder nassen Oberflächen wirkt deren Farbe in der Regel intensiver und dunkler im Vergleich zu trockenen Oberflächen. Das Abtrocknen von Oberflächen von Naturwerkstein erfolgt aus verschiedenen Gründen inhomogen, wodurch sich bei Plattenbelägen und Pflasterdecken vorübergehend ein fleckenhaftes Bild des betreffenden Belags zeigt.

In manchen Fällen werden die so entstandenen Farbunterschiede als Mangel oder Fehler der Naturwerksteine gedeutet. Jedoch handelt es sich in den allermeisten Fällen um temporäre Farbunterschiede.

Nachfolgend werden nur Beläge mit Naturwerkstein ohne Oberflächenschutzsystem betrachtet, da diese den überwiegenden Marktanteil bilden und ein deutlich anderes Abtrocknungsverhalten aufweisen als Naturwerkstein mit einem Oberflächenschutzsystem.



Bild 11 Unterschiedliches Abtrocknungsverhalten [Quelle: Reckling]

7.18.2 Einflussfaktoren

Wasseraufnahme- und abgabeverhalten

Im Oberflächenbereich können Naturwerksteine aufgrund von variierenden Porositätseigenschaften ein unterschiedliches Wasseraufnahmeverhalten zeigen.

Die Abtrocknung einer feuchten Naturwerksteinoberfläche erfolgt in der Regel in zwei nacheinander ablaufenden Prozessen. Zunächst verdunstet das an der Oberfläche befindliche Wasser. Durch die kapillare Saugfähigkeit des Naturwerksteins und einsetzendem Dampfdruck setzt ein Feuchtigkeitstransport aus dem Inneren des Naturwerksteins zur Oberfläche ein. Hierbei wird das an der Oberfläche verdunstete Wasser teilweise ersetzt.

Die Oberfläche wirkt in diesem Zustand augenscheinlich bereits trocken und unterscheidet sich somit optisch von noch feuchten Bereichen der Oberfläche. Die Wasseraufnahmefähigkeit von Naturwerkstein ist somit vom jeweiligen Porenraum des Produkts abhängig.

Neigung

Die Neigung des Belags sowie die Ausführung der Fugen beeinflussen ebenfalls das Abtrocknungsverhalten.

So führen unterschiedliche Gefällesituationen dazu, dass die Naturwerksteine ungleich große Wassermengen aufnehmen. Tiefer liegende Platten und Pflastersteine sowie die Produkte in den Tiefpunkten von Entwässerungsrinnen nehmen größere Wassermengen auf als höher gelegene Werksteine.

Versickerungsfähigkeit

Die Anzahl, Breite und Versickerungsfähigkeit der Fugen hat ebenfalls einen Einfluss, da die Fugen den Wasserfluss zum einen behindern und zum anderen das Wasser unterschiedlich stark aufnehmen bzw. in die Bettung abführen.

Materialeigenschaften

Die Gefügeeigenschaften (Struktur, Textur) der Naturwerksteine haben einen erheblichen Einfluss auf das Abtrocknungsverhalten.

Die natürlichen Inhomogenitäten von Naturwerksteinen sind deshalb eine der wesentlichen Ursachen für die Unterschiede im Abtrocknungsverhalten.

Exposition des Belags

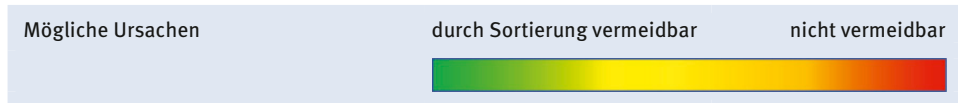
Hohe Lufttemperatur, geringe Luftfeuchtigkeit, intensive Sonneneinstrahlung oder Wärmeabstrahlung von Gebäuden sowie Luftbewegungen (Wind) wirken sich beschleunigend auf das Abtrocknungsverhalten von Plattenbelägen und Pflasterdecken aus.

Die Exposition des Plattenbelags bzw. der Pflasterdecke hat somit einen wesentlichen Einfluss auf die Dauer der Abtrocknung, die längere Zeiträume in Anspruch nehmen kann.

8

Mögliche Ursachen von Farb-/Texturunterschieden

Anmerkungen



Rot dargestellt sind Ursachen, die nicht vermeidbar sind.

Grün dargestellt sind Ursachen, die vermeidbar sind.

Zwischenbereiche sind gelb dargestellt und müssen genauer betrachtet werden.

Die Bewertung erfolgt nach Betrachtung aller Ursachen.

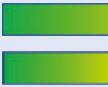

Farbvarietäten im Naturstein sind natürlich und unvermeidbar. Gemäß ATV DIN 18332 Naturwerksteinarbeiten, Abs. 2.1.4, sind Farb-/Struktur-/Texturschwankungen innerhalb desselben Vorkommens ausdrücklich zulässig.

8.1 Vorkommensbedingte Ursachen

8.1.1 Farbschwankungen durch unterschiedliche Farben der Minerale



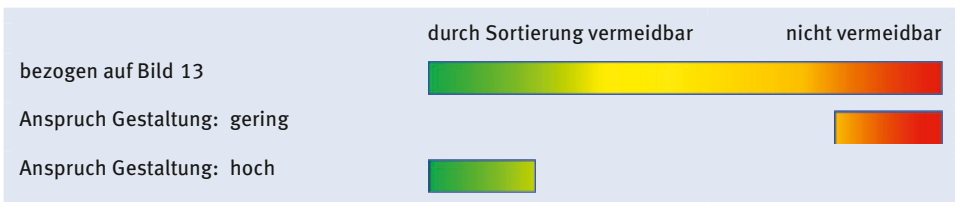
Bild 12 Granittranche mit unterschiedlicher Grundfarbe (gelb und grau) [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
Anforderung laut Auftrag: grauer Granit gefordert		

Vermeidbare, vorkommensbedingte Farb-, Struktur- und Texturschwankungen können durch eine zu vereinbarende Sortierung minimiert werden.



Bild 13 Farbunterschiede aufgrund unterschiedlicher Verteilung der Gesteinsbestandteile [Quelle: Reckling]



Sofern Farbsortierungen im Rahmen der Produktion möglich und nötig sind, müssen diese im Vorfeld vereinbart werden.



Bild 14 Vorkommensbedingte Farbschwankungen [Quelle: Köhnken]



Mögliche Ursachen	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 14		



Bild 15 Vorkommensbedingte Farbschwankungen [Quelle: Köhnken]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 15





Bild 16 Vorkommensbedingte Farbschwankungen [Quelle: Reckling]

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 16		
Anspruch Gestaltung: gering		
Anspruch Gestaltung: hoch		

Sortierung bei häufigen (extremen) Farbabweichungen nicht möglich.

Bei vorkommensbedingten häufigen Farbschwankungen unvermeidbar.

8.1.2 Schwankungen der prozentualen Zusammensetzung der Gesteinsbestandteile

Schwankungen der prozentualen Zusammensetzung der Gesteinsbestandteile (z. B. bei Granit: Feldspat, Quarz und Glimmer).



Bild 17 Schwankungen der Gesteinsbestandteile [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 17

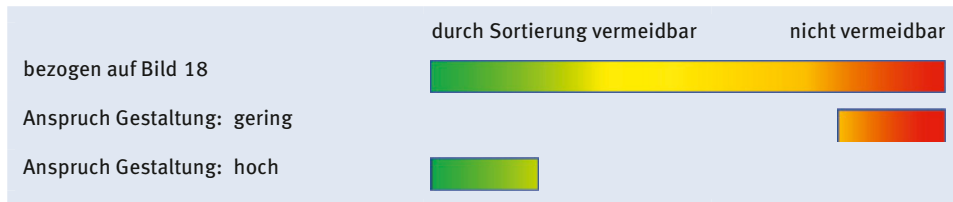


8.1.3 Unterschiedliche Ausbildung der Gesteinsbestandteile

Unterschiedliche Ausbildung der Gesteinsbestandteile (Struktur, z. B. Form, Größe, Farbe).



Bild 18 Anhäufung dunkler Gesteinsbestandteile [Quelle: Burgetsmeier]



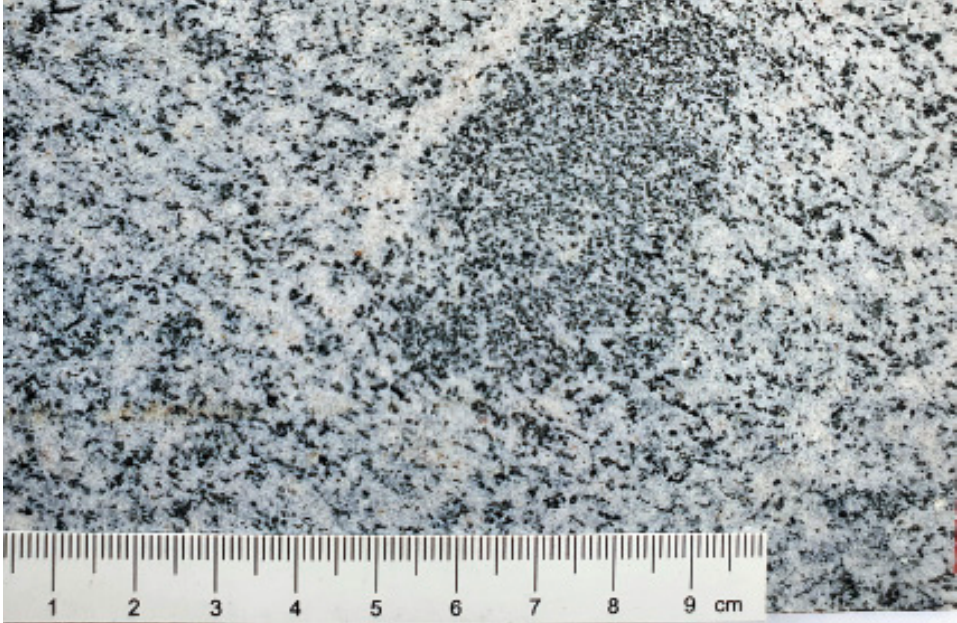
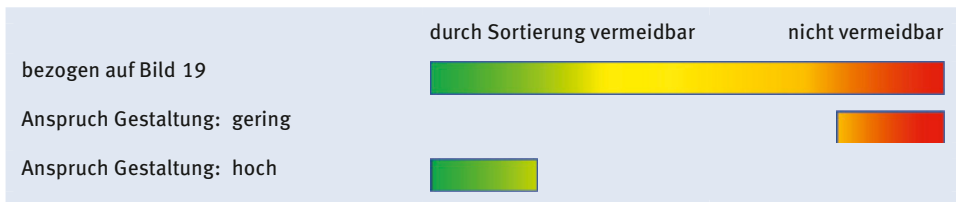


Bild 19 Anhäufung dunkler Gesteinsbestandteile [Quelle: La Bouchardiere]



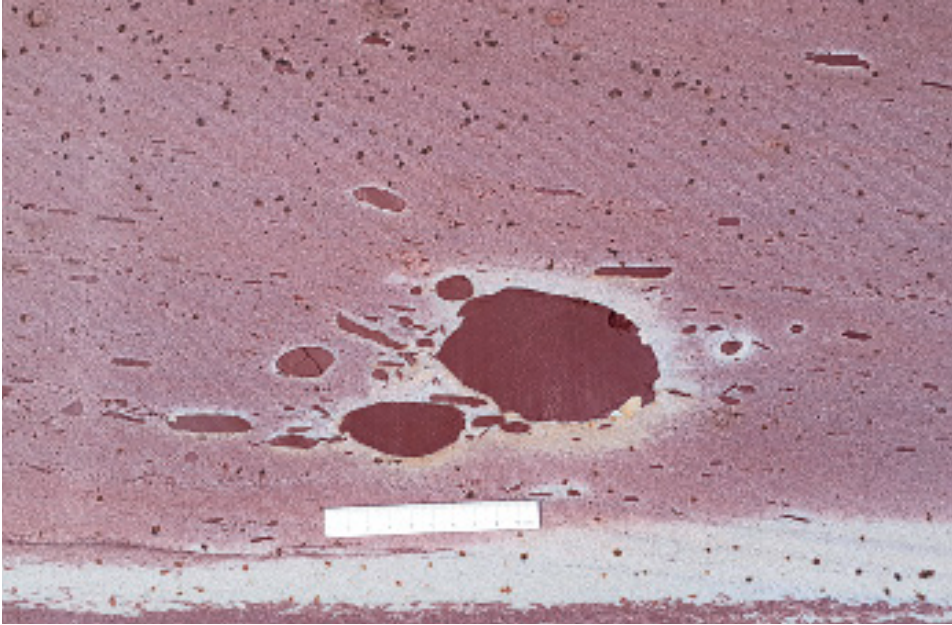


Bild 20 Einschlüsse im Sandstein [Quelle: La Bouchardiere]

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 20		
Anspruch Gestaltung: gering		
Anspruch Gestaltung: hoch		

Sortierung bei häufigen (extremen) Farbabweichungen nicht möglich. Bei vorkommensbedingten häufigen Farbschwankungen unvermeidbar.



Bild 21 Sandsteine mit Abplatzungen/Aufschieferungen [Quelle: Henn]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 21



8.1.4 Unterschiedliche Orientierung der Gesteinsbestandteile

Unterschiedliche Orientierung der Gesteinsbestandteile (Textur, z. B. Ausrichtung, Schieferung, Schichtung, Schlieren, Bänderung).

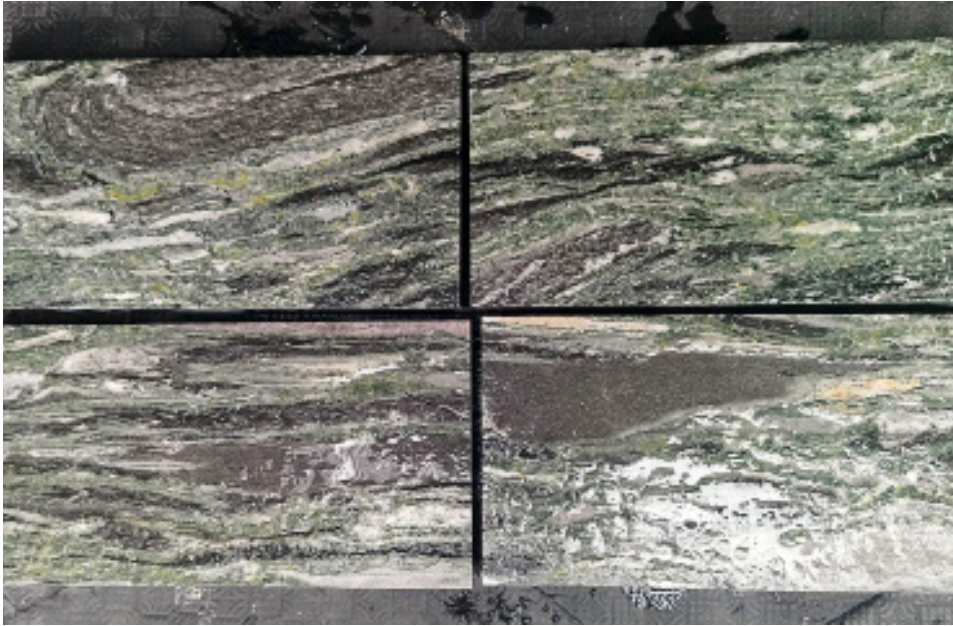


Bild 22 Vorkommensbedingte häufige Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 22



Bei vorkommensbedingten häufigen Farb- und Texturschwankungen nicht vermeidbar.



Bild 23 Vorkommensbedingte häufige Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

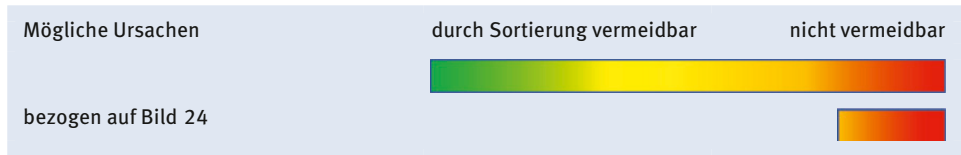
bezogen auf Bild 23



Bei vorkommensbedingten häufigen Farb- und Texturschwankungen nicht vermeidbar.



Bild 24 Vorkommensbedingte häufige Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]



Schlierenförmige Anreicherung von dunklen Mineralbestandteilen.



Bild 25 Schlierenförmige Anreicherung von dunklen Mineralbestandteilen [Quelle: Reckling]

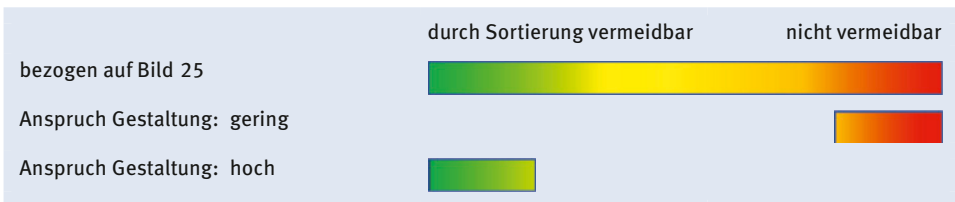




Bild 26 Bänderungen im Naturwerkstein [Quelle: Burgetsmeier]

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 26		
Anspruch Gestaltung: gering		
Anspruch Gestaltung: hoch		

Bei vorkommensbedingten häufigen Farb- und Texturschwankungen nicht vermeidbar.



Bild 27 Vorkommensbedingte Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 27

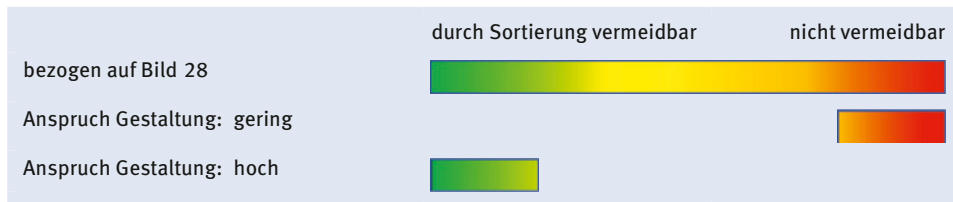


Bei Granit mit geringen Farbabweichungen und Changierungen sind Sortierungen in der Regel nicht möglich.

8.1.5 Aderung, Gang



Bild 28 Helle Ader in einem Granitoid [Quelle: La Bouchardiere]



Bei vorkommensbedingten häufigen Aderungen nicht vermeidbar.



Bild 29 Gefügeveränderungen im Granit [Quelle: La Bouchardiere]

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 29		
Anspruch Gestaltung: gering		
Anspruch Gestaltung: hoch		

Anmerkung: Da diese Gefügeänderung nur im unteren Drittel und damit nach dem Einbau unsichtbar verläuft, handelt es sich nicht um eine optische Beeinträchtigung.

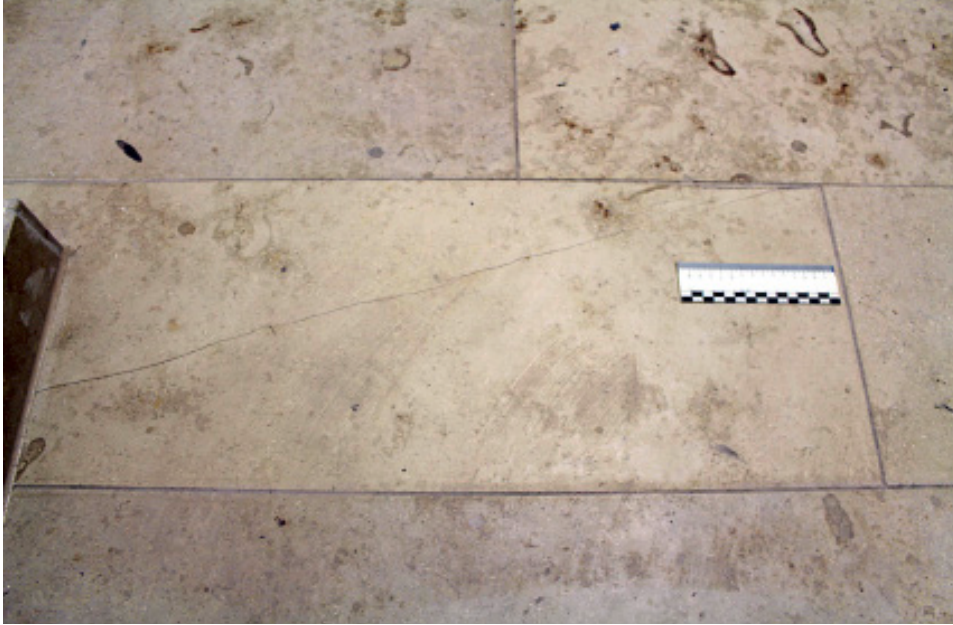
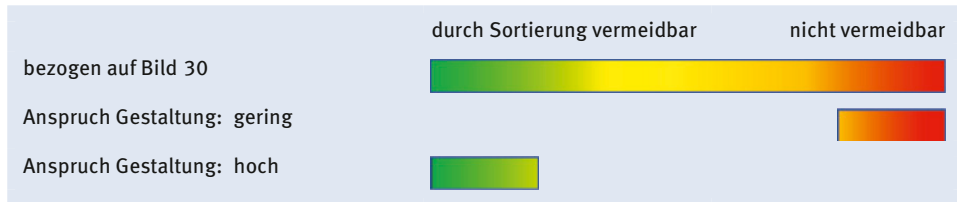


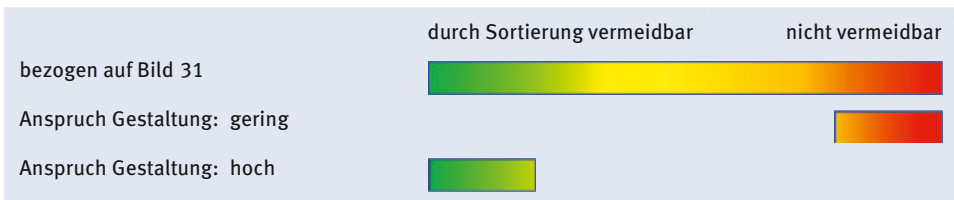
Bild 30 Dunkle Calzitader im Kalkstein [Quelle: Rohowski]



Bei vorkommensbedingten häufigen Aderungen nicht vermeidbar.



Bild 31 Gefügeschwankungen im Granit [Quelle: Schaller]



Bei vorkommensbedingten häufigen Gefügeschwankungen nicht vermeidbar.



Bild 32 Häufige Gefügeschwankungen im Granit [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 32



8.1.6 Einschlüsse, Fossilien



Bild 33 Dunkler Einschluss im Granit [Quelle: La Bouchardiere]

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 33		
Anspruch Gestaltung: gering		
Anspruch Gestaltung: hoch		

Anmerkung: Da diese Gefügeänderung im Sichtbereich einer Blockstufe verläuft, handelt es sich um eine optische Beeinträchtigung, die nach geringem oder hohem Anspruch bewertet werden muss.



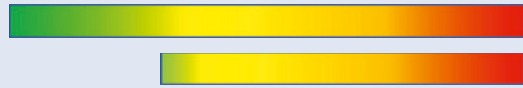
Bild 34 Fossilien im Kalkstein [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

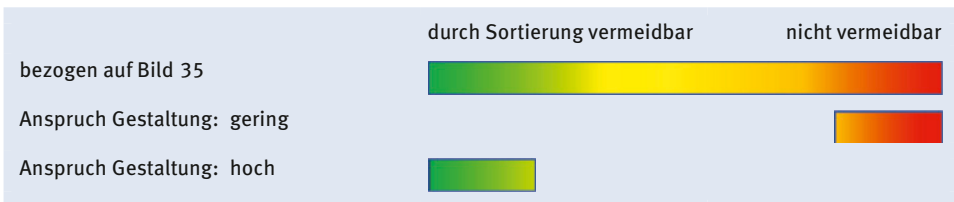
bezogen auf Bild 34



Bei vorkommensbedingten häufigen Fossilienablagerungen nicht vermeidbar.



Bild 35 Dunkler Einschluss im Granit [Quelle: Schaller]



Anmerkung: Da diese Gefügeänderung im Sichtbereich eines Bordsteins verläuft, der im Allgemeinen einen niedrigen Anspruch an die Gestaltung zu erfüllen hat, handelt es sich nicht um eine optische Beeinträchtigung.

8.1.7 Poren und/oder Fehlstellen



Bild 36 Basaltlava mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: La Bouchardiere]

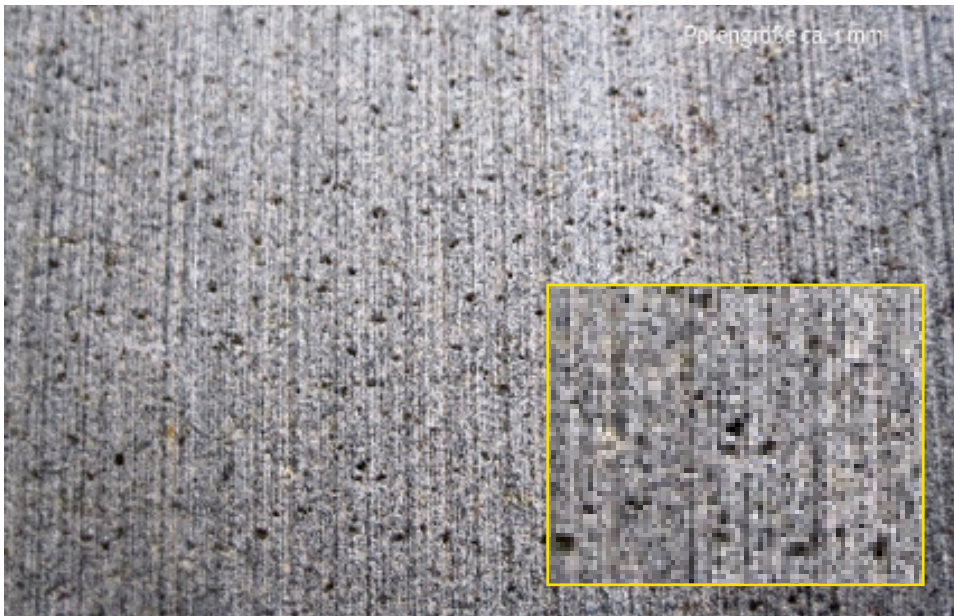


Bild 37 Entstehungsbedingte Poren mit ca. 1 mm Porengröße [Quelle: Reckling]



Bild 38 Basaltlava mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]



Bild 39 Basaltlava mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]



Bild 40 Basaltlava mit größeren entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]



Bild 41 Kalkstein mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]



Bild 42 Kalkstein mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]



Bild 43 Kalkstein mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]



Bild 44 Bodenbelag aus Muschelkalk mit entstehungsbedingten Poren und Fehlstellen [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 36 bis Bild 44



Anmerkung:

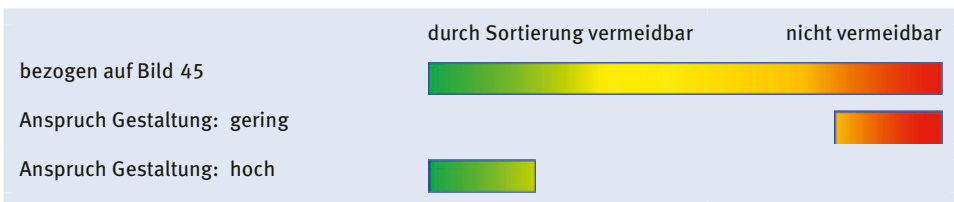
Basaltlava (Bild 36 bis Bild 40): Poren und Fehlstellen sind ein Charakteristikum von Basaltlava und nicht vermeidbar. Kalkstein (Bild 41 bis Bild 44): Es können immer Fossilien vorhanden sein und in Abhängigkeit der Häufigkeit der Fossilien resultieren daraus Fehlstellen.

8.1.8 Klüfte

In der Kluft gespalten, deshalb entstehen hellere Farben.



Bild 45 Helle Spaltflächen durch Klüfte [Quelle: Rohowski]



Vorkommensbedingt kann die Auswahl und produktionsbedingt die Sortierung sehr schwierig bis unmöglich werden.

8.1.9 Drusen



Bild 46 Druse im Granit [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 46



8.1.10 Umwandlung von metallhaltigen Mineralen



Bild 47 Mineralanomalie im Granit [Quelle: Burgetsmeier]

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 47		
Anspruch Gestaltung: gering		
Anspruch Gestaltung: hoch		

Häufig entstehen die Verfärbungen durch metallhaltige Minerale erst später bei Nutzung und können dadurch bei Herstellung der Fläche noch nicht aussortiert werden.



Bild 48 Auffällige Gesteinsinhomogenität in Form einer korrodierten Kluffläche [Quelle: Burgetsmeier]

Korrodierte Kluffläche: Klufflächen sind Risse im Gestein, in denen primär oft eisenhaltiges Wasser zirkuliert und dann Mineralien auskristallisieren. Der Blick in Bild 48 geht direkt auf die Kluffläche.

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 48		
Anspruch Gestaltung: gering		
Anspruch Gestaltung: hoch		

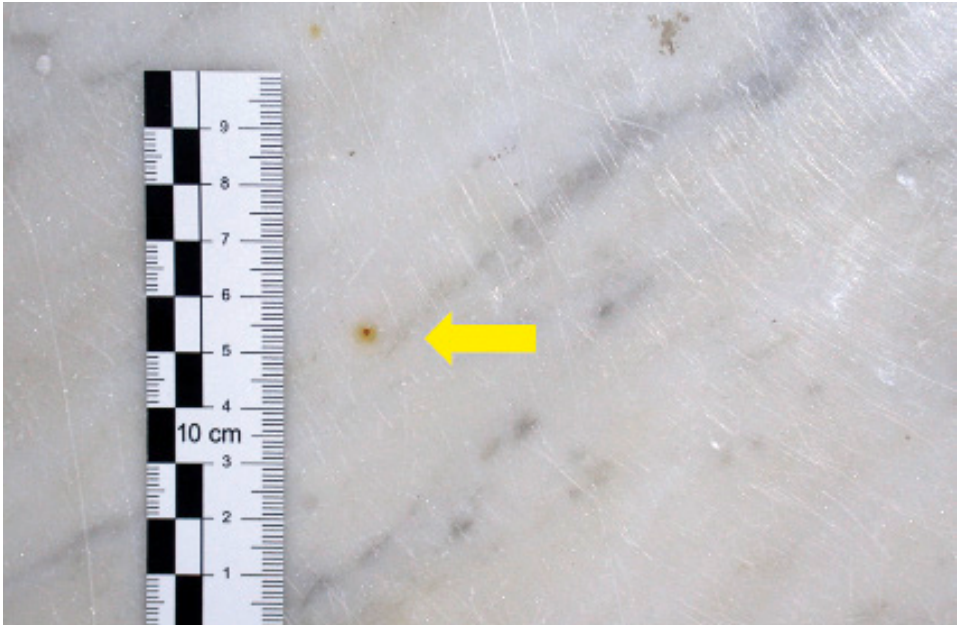


Bild 49 Punktuelle Rostbildung im Marmor [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 49



Nicht vermeidbar, da dies zumeist bei Anlieferung/Verlegung noch nicht erkennbar war. Häufig entstehen punktuelle Verfärbungen durch metallhaltige Minerale erst später bei Nutzung und können dadurch bei Produktion oder Herstellung der Fläche noch nicht aussortiert werden.



Bild 50 Punktuelle Rostbildung im Granit [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 50



Häufig entstehen punktuelle Verfärbungen durch metallhaltige Mineralien erst später bei Nutzung und können dadurch bei Herstellung der Fläche noch nicht aussortiert werden. Vereinzelt, punktuelle Rostflecken können auftreten, da dies zumeist bei Anlieferung/Verlegung noch nicht erkennbar war. Um die Rostneigung sicher abschätzen zu können, dürfen nur Vorkommen mit entsprechenden Erfahrungen gewählt werden. Rostprüfungen sind nur eingeschränkt aussagefähig. Mineralogische Rostprüfungen durch Dünnschliff sind aussagekräftiger.



Bild 51 Flächige Rostbildung im Granit [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 51



Häufig entstehen die Verfärbungen durch metallhaltige Minerale erst später bei Nutzung und können dadurch bei Herstellung der Fläche noch nicht aussortiert werden.

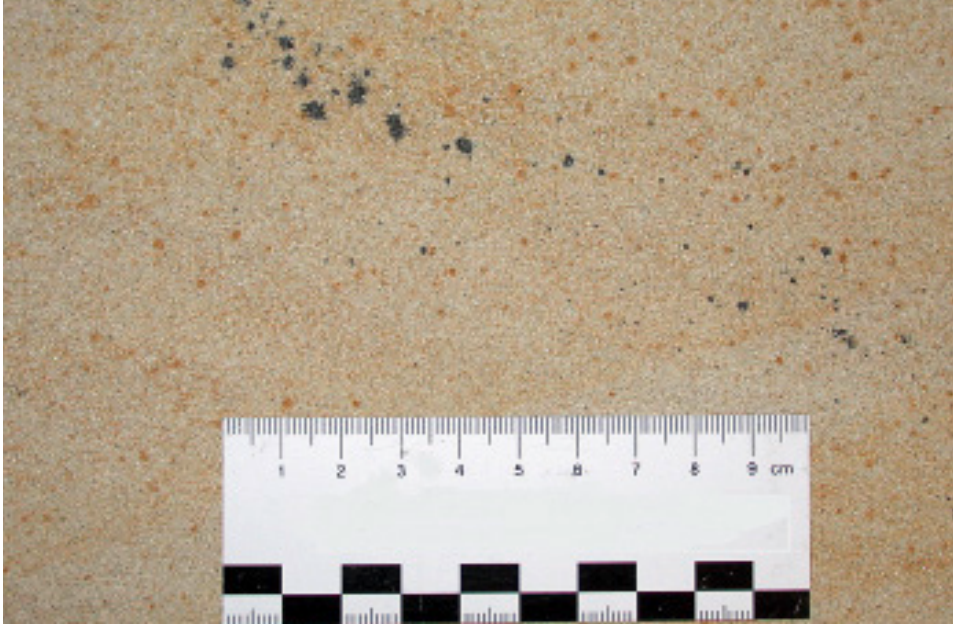


Bild 52 Punktuelle Schwarzfärbung im Sandstein [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 52



Gelegentlich entstehen diese schwarzen Verfärbungen erst später bei Nutzung und können dadurch bei Herstellung der Fläche noch nicht aussortiert werden.

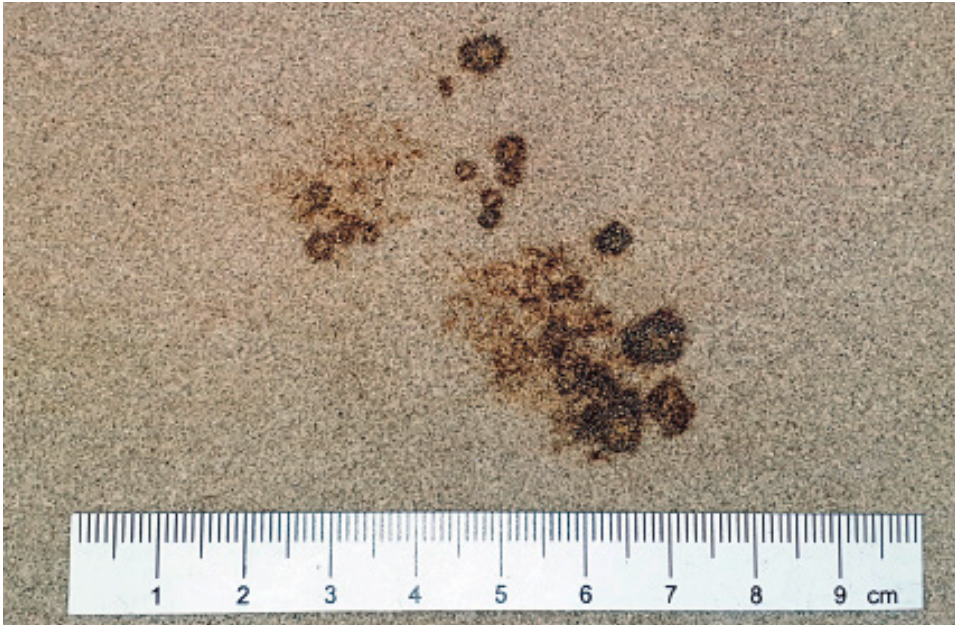


Bild 53 Punktuelle Schwarzfärbung im Sandstein [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 53



Gelegentlich entstehen diese schwarzen Verfärbungen erst später bei Nutzung und können dadurch bei Herstellung der Fläche noch nicht aussortiert werden.



Bild 54 Flächige Rostverfärbung im Marmor [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 54



Grundsätzlich entstehen diese braunen Verfärbungen erst später bei Nutzung und können dadurch bei Herstellung der Fläche noch nicht aussortiert werden. Eine Vermeidung der braunen Schlieren kann durch selektiven Abbau vermieden werden.



Bild 55 Flächige Rostverfärbung im Naturwerkstein [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 55



8.1.11 Wechsel der Gesteinsart in einem Vorkommen

Vorkommensbedingt können Wechsel in der Gesteinsart erfolgen, z. B. Granit geht über in Granodiorit, ohne dass sich die technischen Eigenschaften sowie die Farb-/Textureigenschaften verändern.

Auch wenn es keine erkennbaren Farb-/Texturunterschiede sowie Unterschiede der technischen Eigenschaften gibt, kann vorkommensbedingt ein Wechsel in der Gesteinsart vorliegen (z. B. Granit/Granodiorit).



Bild 56 Wechsel des Gesteins innerhalb der Granitfamilie [Quelle: La Bouchardiere]

Dies lässt sich nur im Rahmen einer petrografischen Untersuchung darstellen, deshalb macht eine Ampelbewertung keinen Sinn.

8.1.12 Sonnenbrand



Bild 57 Gefügezerstörung durch Sonnenbrand [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen

durch Sortierung vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 57



Durch Kenntnis des Steinbruchs und ggf. technische Prüfung vermeidbar.

8.1.13 Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins – selektiver Abbau

Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins (z. B. Abbaulage, Gewinnungstechnik) und selektiver Abbau.



Bild 58 Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins (z. B. Abbaulage, Gewinnungstechnik) [Quelle: Rohowski]



Bild 59 Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins (z.B. Abbaulage, Gewinnungstechnik) [Quelle: Rohowski]



Bild 60 Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins (z.B. Abbau-
lage, Gewinnungstechnik) [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen

bei Produktion vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 58 bis Bild 60



Durch gezielten Abbau vermeidbar.

8.2 Produktionsbedingte Ursachen

8.2.1 Schnittlage zur Vorzugsorientierung

In Abhängigkeit von der Schnittlage variieren die Farben, Strukturen und Texturen je nach mineralischer Zusammensetzung und Verteilung.

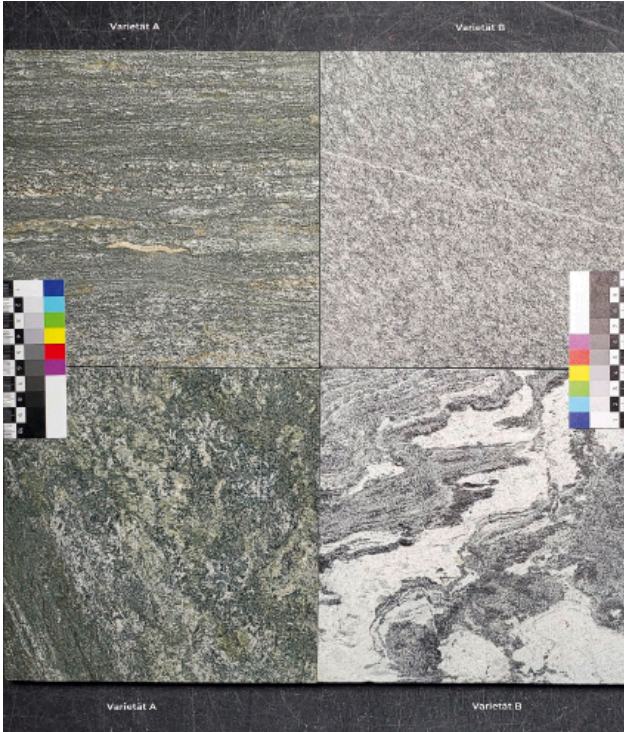


Bild 61 Werksteinplatten aus zwei verschiedenen Natursteinvarietäten [Quelle: Reckling]

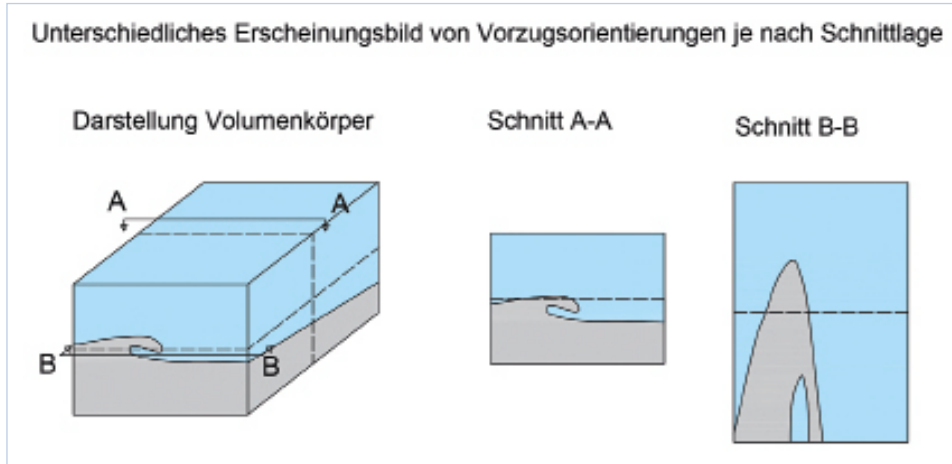


Bild 62 Texturunterschiede infolge unterschiedlicher Schnittrichtungen [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen	bei Produktion vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 61		



Durch gezielte Auswahl und Ausrichtung in der Produktion vermeidbar.

8.2.2 Art der Oberflächenbearbeitung

Je höher der Schleifgrad ist, desto dunkler und intensiver werden die Farben



Bild 63 Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung (Schleifgrad) [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen	bei Produktion vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 63		

In Abhängigkeit von der Oberflächenbearbeitung können unterschiedliche Helligkeitsgrade/Farbtöne entstehen.

Bild 64 Farbunterschiede infolge unterschiedlich geforderter Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Reckling]



Mögliche Ursachen

bei Produktion vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 64



8.2.3 Aufrauende Oberflächenbearbeitungen

Aufrauende Oberflächenbearbeitungen (Stocken, Strahlen, Bürsten) führen zu einer Aufhellung der Farben.

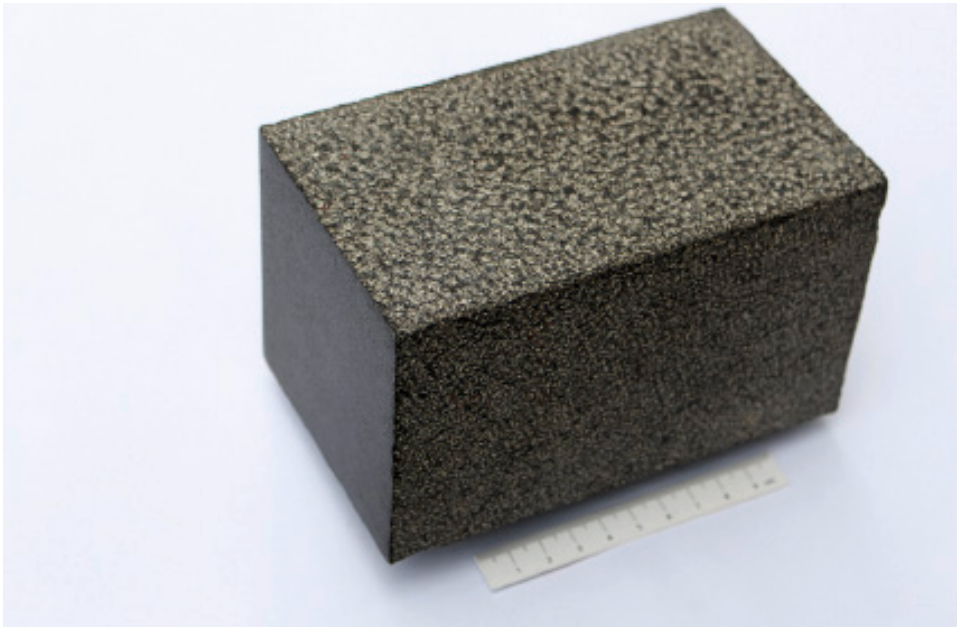


Bild 65 Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen (hier poliert, fein- und grobgestockt) [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

bei Produktion vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 65





Bild 66 Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Köhnken]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 66



Im Bild 66 sind zwei verschiedene Gesteine mit jeweils verschiedenen Oberflächenbearbeitungen ersichtlich. Die oberen fünf Steine sowie die unteren fünf Steine gehören jeweils zu einer Gesteinsart.

8.2.4 Intensität der Oberflächenbearbeitung

Intensität der Oberflächenbearbeitung – z. B. Flammtemperatur (Abstand der Flammlanze) führt zu unterschiedlicher Optik, handwerkliche Ausführung der Oberflächenbearbeitung.





Bild 67 Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Reckling]

Der Stein in Bild 67 wurde in der oberen Bildhälfte gesägt und geflammt und in der unteren Bildhälfte nur gesägt. Sofern dies nicht vertraglich vereinbart ist, ist dies ein Mangel.



Bild 68 Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen	bei Produktion vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 68		

Der Stein in Bild 68 wurde am unteren Bildrand nicht intensiv gestockt.

8.2.5 Strukturen und Texturen

Strukturen und Texturen (Einschlüsse, Bänderungen) können durch aufrauende Bearbeitungen nicht oder kaum mehr sichtbar sein.

Bei den vier Steinplatten in Bild 69 handelt es sich um ein und denselben Gesteinstyp in unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung.

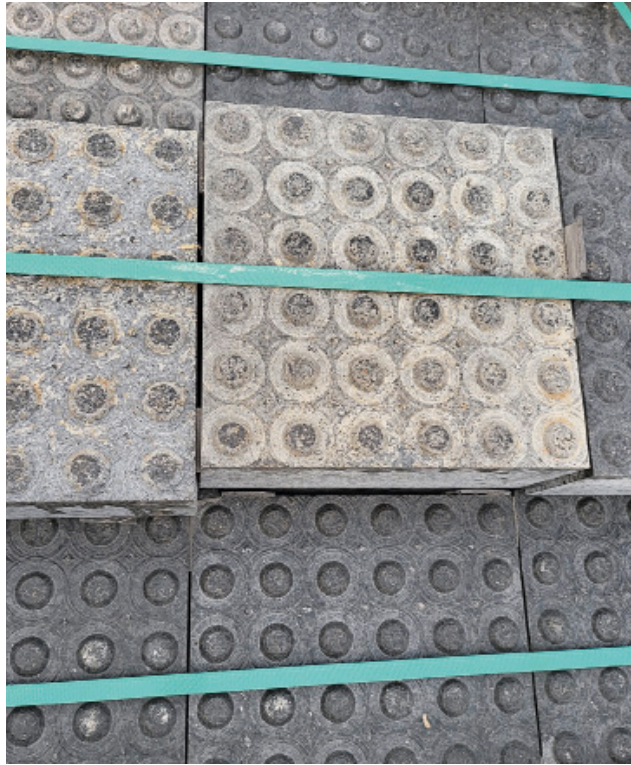


Bild 69 Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung [Quelle: Reckling]

	durch Sortierung vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 69		
technischer Anspruch: Trittsicherheit		
gestalterischer Anspruch		

Werkmäßige Oberflächenbehandlungen (Resinierung/Beschichten, bestimmte Imprägnierungen) können Farbtonvertiefungen bewirken.

Bild 70 Farbintensivierung
infolge einer Imprägnierung
[Quelle: Reckling]



Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



Anforderung laut Auftrag:
keine Farbvertiefung gefordert



8.2.6 Sägeausbrüche »Mausezähne«

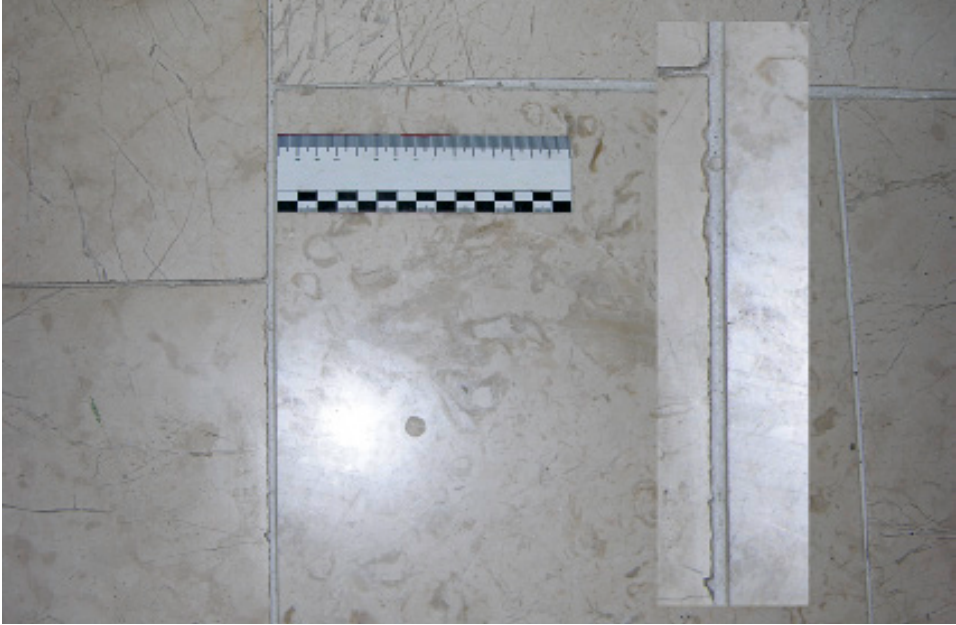


Bild 71 Sägeausbrüche »Mausezähne« [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
Anforderung laut Auftrag: Ausführung mit Fase		
Anforderung laut Auftrag: Ausführung ohne Fase		

8.2.7 Kantenbearbeitung

8.2.7.1 Kantenbearbeitung – unzureichend ausgebildet



Bild 72 Kantenbearbeitung – je nach Strahlintensität der Oberflächen werden die Kanten mehr oder weniger stark abgerundet. Hier waren fünf Seiten gesägt und gestrahlt sowie Oberseite nur gesägt gefordert. Somit muss ein Kompromiss bei diesen tangierenden Steinkanten zwischen gesägt und gestrahlt gefunden werden. [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
Anforderung laut Auftrag: scharfe Kanten		

Werden scharfe Kanten gefordert, wird nur eine verhältnismäßig schwache Strahlintensität ermöglicht. Anderenfalls dürfen zur Erhaltung scharfer (gesägter) Kanten raue Oberflächenbearbeitungen (gestrahlt, gestockt, geflammt, usw.) nicht bis zur Kante ausgeführt werden.

Anmerkung: Dieses Bild ist identisch zu Bild 84, das das Thema Oberflächenbearbeitung zeigt.

8.2.7.2 Kantenbearbeitung – mit Fase/Mikrofase

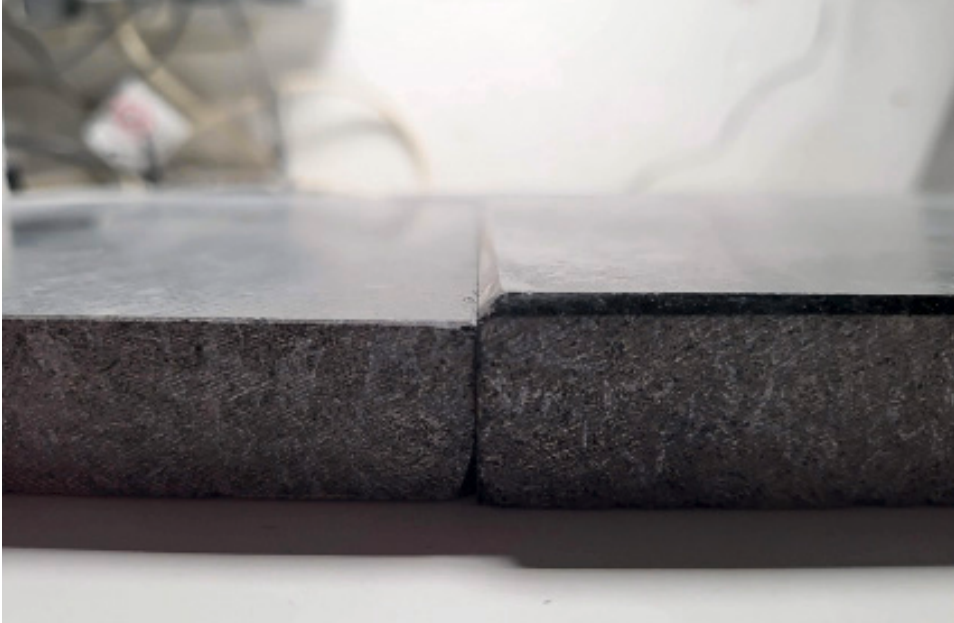




Bild 73 Unterschiedliche Fassenbreiten [Quelle: Reckling]

Entsprechend DIN EN 1341 dürfen bei Platten eine als rechtwinklig oder scharf bezeichnete Kante nach Ermessen des Herstellers eine Mikrofase aufweisen, deren horizontale oder vertikale Maße 2 mm nicht überschreitet.

Falls Platten mit einer gefasteten oder abgerundeten Kante geliefert werden, sind die Maße anzugeben, und die vertikalen und horizontalen Maße müssen innerhalb von ± 2 mm der angegebenen Maße liegen.

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
Anforderung laut Auftrag: links Mikrofase, rechts Fase		

8.2.7.3 Kantenbearbeitung – gerundete Fase

Allseits kugelgestrahlt, Fase gerundet



Bild 74 Oberfläche allseits kugelgestrahlt, Fase gerundet [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



Anforderung laut Auftrag:
allseits kugelgestrahlt



8.2.7.4 Kantenbearbeitung – gebrochen



Bild 75 Oberseite gesägt und gestockt, Seitenflächen gespalten [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar

Anforderung laut Auftrag:
Seitenflächen gespalten/bruchrau

8.2.8 Produktionsreste

Produktionsreste (Schneidschlämme, Maschinenöl, Metallrückstände der Schleiftechnik)



Bild 76 Oberseite durch Schneidschlamm verschmutzt [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 76



Schneidschlämme: Sollte prinzipiell vermieden oder beseitigt werden, ist aber zumeist nicht vermeidbar.

8.2.9 Maschinenöl oder Metallrückstände



Bild 77 Fleckenbildung durch Öleintrag im Bereich der Oberfläche [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 77



8.2.10 Rückstände der Verpackung

Rückstände der Verpackung (färbende Holzbestandteile, Stahlbänder, Abrieb von Gabelstapler etc.)



Bild 78 Verfärbungen durch den Abrieb der Gabelzinken eines Gabelstaplers [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 78





Bild 79 Verfärbung durch rostende Stahldrähte [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 79		

Durch besondere Vereinbarungen vermeidbar.

Eine Verpackung mit Stahldrähten stellt eine durchaus übliche Handelsverpackung von Standardlagerware im Straßenbau dar. Grundsätzlich dürfen aber bei Natursteinprodukten nach DIN EN 1341, DIN EN 1342 und DIN EN 1343 keine Verpackungsmittel und Bandagen verwendet werden, die zu Verfärbungen führen könnten.

8.2.11 Spachtelung von Fehlstellen



Bild 80 Gespachtelte Oberfläche [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 80		

Werden bei Natursteinprodukten nach DIN EN 1341, DIN EN 1342 und DIN EN 1343 bei der Bearbeitung Ausbesserungsmassen, Füllstoffe oder ähnliche Produkte zur Behebung natürlicher Löcher, Fehlstellen oder Risse verwendet, muss die Bezugsprobe die Auswirkung dieser Stoffe auf die bearbeitete Oberfläche in ähnlicher Weise zeigen.

8.2.12 Inhomogene Farbtonvertiefung des Gesteins



Bild 81 Inhomogene Farbtonvertiefung durch Oberflächenbearbeitung [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 81





Bild 82 Inhomogene Farbtonvertiefung bei einem Sedimentgestein mit heterogenen Materialeigenschaften [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar




bezogen auf Bild 82



8.2.13 Reinigung der Produkte nach dem Produktionsvorgang mit Säuren und Laugen



Bild 83 Farbveränderung am linken Bildrand durch nicht fachgerecht angewandten Rostentferner [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 83		

8.2.14 Unterschiedlich starkes Oberflächenbearbeitungsergebnis



Bild 84 Ausschnitt unterschiedlich starkes Oberflächenbearbeitungsergebnis [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 84



Anmerkung: Dieses Bild ist identisch zu Bild 72, das das Thema Oberflächenbearbeitung zeigt.



Bild 85 Unterschiedliche Optik bei gleicher Oberflächenbearbeitung [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 85



Bei einem Gestein oder einer Kombination aus Gesteinen mit unterschiedlicher Festigkeit oder Körnigkeit führt dieselbe Oberflächenbearbeitung zu stark unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich des Erscheinungsbildes, z. B. gelbgrauer Granit.

8.3 Planungs- oder ausführungsbedingte Ursachen

8.3.1 Lagerung und Transport auf der Baustelle



Bild 86 Ungeeignete Lagerungsbedingungen [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 86





Bild 87 Ungeeignete Lagerungsbedingungen [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar

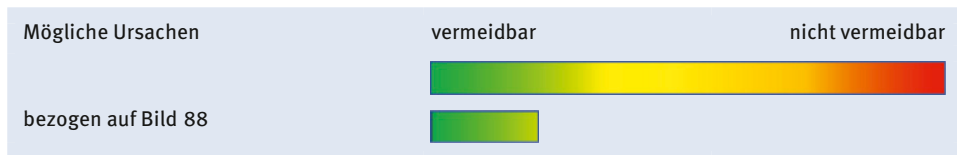


bezogen auf Bild 87





Bild 88 Ungeeignete Lagerungsbedingungen [Quelle: Burgetsmeier]



Das Ablegen von Zementsäcken kann zu Verschmutzungen am Naturstein führen.

8.3.2 Unzureichende Entwässerung (Planung/Ausführung)



Bild 89 Pfützenbildung bei unzureichender Entwässerungsneigung [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 89



8.3.3 Geringe Oberflächenneigung

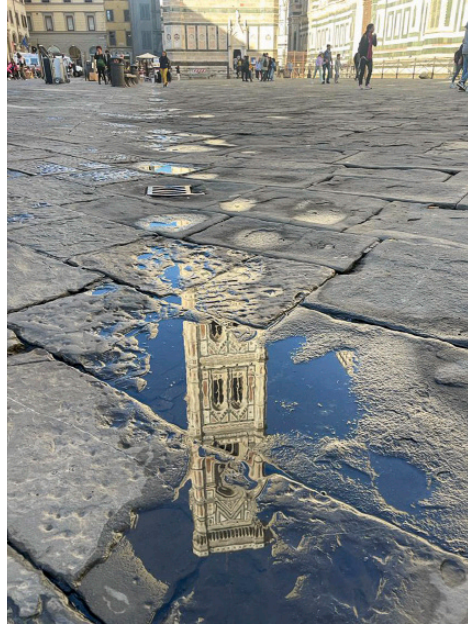
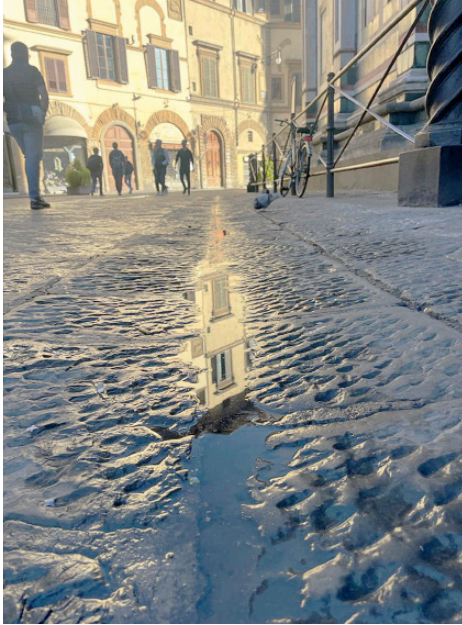


Bild 90 Pfützenbildung bei unzureichender Entwässerungsneigung [Quelle: Köhnken]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 90		

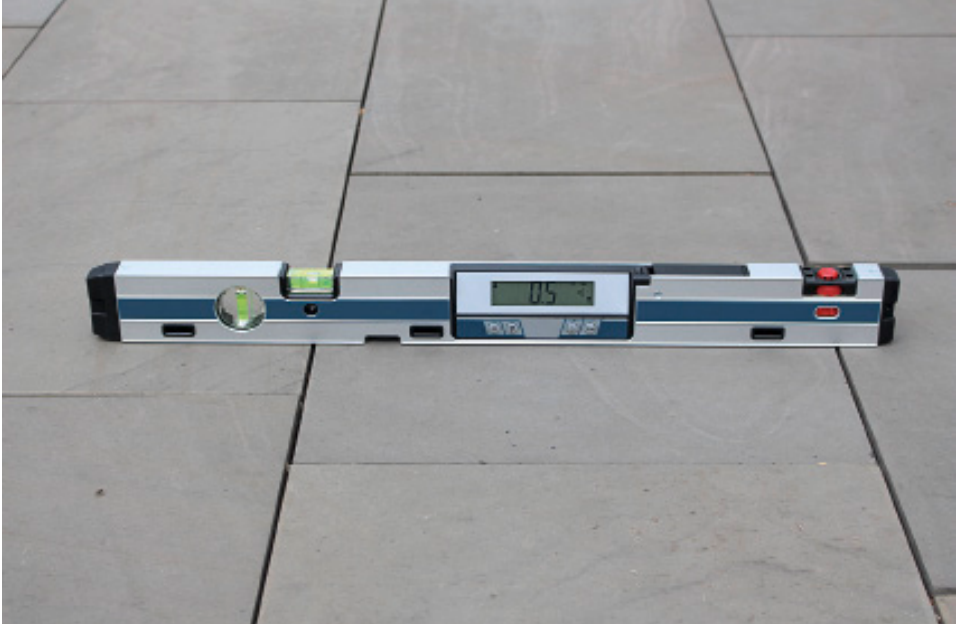


Bild 91 Unzureichende Entwässerungsneigung [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 91



8.3.4 Kapillarer Wassertransport innerhalb des Schichtenaufbaus

Kapillarer Wassertransport innerhalb des Schichtenaufbaus, z. B. Carporteffekt



Bild 92 Feuchteverflektungen und Ausblühungen infolge Carporteffekt [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 92



8.3.5 Ausblühungen



Bild 93 Ausblühungen auf Natursteinoberfläche [Quelle: Denis Vahle]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 93



Bild 94 Ausblühungen auf
Treppenstufen [Quelle: Rohowski]



Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 94



8.3.6 Art, Größe und Farbe des Bettungs-, Fugen- und/oder Fugenschlussmaterials



Bild 95 Die bereits verbauten Werksteine sind als Folge des Einschlämmens mit Kalkbrechsand verfärbt (Vergleich unverbaut auf Palette und ausgeführter Belag) [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 95





Bild 96 Verfärbung durch eisenhaltiges Bettungsmaterial [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 96		

8.3.7 Bei gebundener Fugenfüllung



Bild 97 Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Burgetzmeier]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 97		



Bild 98 Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Burgetzmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 98





Bild 99 Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Burgetzmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar





bezogen auf Bild 99





Bild 100 Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Schaller]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 100		

8.3.8 Bei Bewegungsfugen



Bild 101 Randzonenverfärbung im Bereich der Bewegungsfugen durch nicht fachgerechten Primervoranstrich
[Quelle: Schaller]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 101



8.3.9 Schutzbehandlungen von Naturstein (z. B. Imprägnierung)



Bild 102 Schlierenbildung durch nicht fachgerechte Ausführung einer Imprägnierung [Quelle: Rohowski]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 102



8.3.10 Verlegung der Produkte, ohne das Mischen aus unterschiedlichen Paketen/Lagen



Bild 103 Palettenweise Verlegung ohne Mischung der Werksteine [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 103



8.3.11 Ausführungsbedingte Verschmutzungen

Ausführungsbedingte Verschmutzungen, z. B. Sägeschlamm, Schmutzeintrag aus Nebenflächen, Ausführung der Verfugung, Rüttelflecken, etc.

Bild 104 Ausführungsbedingte Verschmutzungen (Sägeschlamm vom Zuschnitt) [Quelle: Reckling]



Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 104



8.3.12 Unsachgemäße oder fehlende Baustellenendreinigung



Bild 105 Unsachgemäße oder fehlende Baustellenendreinigung [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar

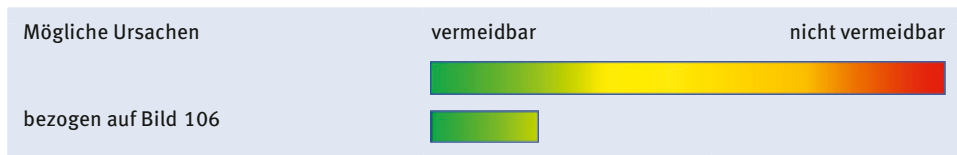


bezogen auf Bild 105





Bild 106 UnsachgemäÙe oder fehlende Baustellenendreinigung [Quelle: Vahle]



8.3.13 Sichtbare Veränderung infolge technischer Mängel



Bild 107 Sichtbare Gesteinsablösungen als Folge technischer Mängel [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 107





Bild 108 Sichtbarer Gesteinsverlust als Folge technischer Mängel [Quelle: Burgetsmeier]



Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 108		



Bild 109 Kluftflächen je nach Einbaurichtung sichtbar (Kluftbelag auf sichtbarer Steinseite) [Quelle: Köhnken]



Bild 110 Werksteine mit andersfarbigen Kluftflächen [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 109 und Bild 110



8.4 Nutzungs- und umweltbedingte Ursachen

8.4.1 Unterschiedliche Exposition

Unterschiedliche Exposition, z. B. Verschattung, Veralgung, Teilüberdachung

Bild 111 Expositionsbedingte
Verschattung mit Veralgung
[Quelle: Rohowski]



Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 111



Durch Wartung und Pflege vermeidbar.

8.4.2 Lichteinfall



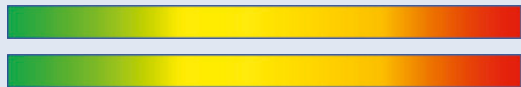
Bild 112 Unterschiedliches Erscheinungsbild der Bodenplatten infolge des Lichteinfalls [Quelle: Bolz]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 112



8.4.3 Art und Intensität der Nutzung

Art und Intensität der Nutzung, z. B. Reifenabrieb und Ölverschmutzung.



Bild 113 Art und Intensität der Nutzung, hier Reifenabrieb [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 113		

Anmerkung: Im öffentlichen Bereich sind derartige Verschmutzungen nicht vermeidbar.



Bild 114 Durch Fahrzeuge verursachte Fleckenbildung auf Belagsflächen stellen keinen Mangel dar [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar





Bild 115 Art und Intensität der Nutzung, hier durch Reifenabrieb und Ölverschmutzung [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 115



Durch entsprechende / wenig raue Oberflächenbeschaffenheit einschränkbar.

8.4.4 Unzureichende und/oder unsachgemäße Unterhaltung der Fläche



Bild 116 Unzureichende Unterhaltsreinigung einer Belagsfläche [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 116



8.4.5 Einfluss der natürlichen Bewitterung

Einfluss der natürlichen Bewitterung, z. B. Frostabwitterung, Blattwerk und Gerbsäure.



Bild 117 Einfluss der natürlichen Bewitterung, hier Blätter [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 117



8.4.6 Schäden durch Anflug von Rost



Bild 118 Flugrost durch Zugverkehr neben Gleisanlage [Quelle: La Bouchardiere]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 118



8.4.7 Schäden durch langanhaltende Einwirkung von Tausalz ohne Abwitterung/Bewässerung

Schäden durch langanhaltende Einwirkung von Tausalz ohne Abwitterung/Bewässerung, beispielsweise durch eine Überdachung.



Bild 119 Schäden durch langanhaltende Einwirkung von Tausalz ohne Abwitterung/Bewässerung (z. B. überdacht) [Quelle: Burgetsmeier]

Mögliche Ursachen	vermeidbar	nicht vermeidbar
bezogen auf Bild 119		

Nicht bewitterte und überdachte Flächen, die Streumitteln ausgesetzt sind, müssen abgewaschen werden.

8.4.8 Lösliche Bestandteile



Bild 120 Lösliche Bestandteile, die sich aus Grund-, Leitungs- und/oder Brunnenwasser auf der Oberfläche ablagern, hier aus kalkhaltigem Wasser [Quelle: Henn]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 120





Bild 121 Lösliche Bestandteile, die sich aus Grund-, Leitungs- und/oder Brunnenwasser auf der Oberfläche ablagern, hier aus kalkhaltigem Wasser [Quelle: Henn]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar

bezogen auf Bild 121





Bild 122 Lösliche Bestandteile, die sich auf der Oberfläche ablagern, hier mit einer Randbildung aufgrund des Aufstellens einer Topfpflanze verursacht [Quelle: Reckling]

Mögliche Ursachen

vermeidbar

nicht vermeidbar



bezogen auf Bild 122



Empfehlung

Aufgrund der natürlichen Entstehung der Naturwerksteine sind Farb-, Struktur- und Texturschwankungen charakteristisch. Zur Festlegung des gewünschten Erscheinungsbilds ist eine umfangreiche Bemusterung und ggf. Sortierung auf der Grundlage einer zusätzlichen vertraglichen Vereinbarung empfehlenswert.

Dieser Leitfaden stellt Beispiele und deren Bewertung der Bandbreite der Natursteineigenschaften dar und kann als Grundlage für eine Bemusterung von Naturwerkstein dienen.

9

Eck-/Kantenabplatzungen

9.1 Vorbemerkung

Der Leitfaden für die Bewertung von Flächenbefestigungen mit Naturwerkstein soll bei der Bewertung von verlegten und in Nutzung befindlichen Flächen unterstützen.

Es gibt auch andere Veränderungen an Kanten und Ecken von Naturwerksteinen, bei denen es sich nicht um Abplatzungen handelt. Diese äußern sich beispielsweise durch ein Zersetzen der Kanten, wie z. B. bei Schäden aufgrund von Frost und/oder Frost-/Tausalzeiwirkung. Die Veränderungen können vielfältig sein.

9.2 Faktoren

Grundsätzlich sind die Ursachen/Faktoren für Eck- und Kantenabplatzungen, Ausbrüche und Risse nicht vorwiegend auf das Ausgangsmaterial Naturstein (Festigkeit etc.) zurückzuführen.

Hauptsächliche Ursachen/Faktoren sind daher die Arbeitsschritte nach der Gewinnung des Rohstoffs (von der Produktion bis zum Einbau) sowie die Nutzung.

Bei bruchrauen Steinen aus Naturstein sind Eck-/Kantenabbrüche in der Regel nicht zu erkennen und sind deshalb nicht zu beanstanden. Dies trifft insbesondere bei Mosaik-, Klein- und Großpflaster zu.

9.2.1 Planung

Nachfolgend aufgelistete Faktoren können Einfluss auf Eck-/Kantenabplatzungen haben:

- › Bemessung,
- › Verband,
- › Material.

Zudem gibt es

- › gewollte, planungsbedingte Ursachen, um beispielsweise ein rustikales Erscheinungsbild zu gewinnen,
- › Abweichungen, wenn beispielsweise allseits formatierte Naturwerksteine rundum bearbeitet (z. B. geflammt oder gestrahlt) werden.

Nachfolgende Faktoren können Eck-/Kantenabplatzungen und Ausbrüche in der fertigen Fläche verursachen:

- › fehlende oder unzureichende Fugenbreiten,
- › ungeeigneter Verband,
- › fehlende oder unzureichende Fugenmaterialien,
- › Höhenwechsel, Verwindungen oder Verziehdungen,
- › Dimensionierung des gesamten Aufbaus,
- › ungeeignete Materialwahl bzw. Abstimmung der Materialien,
- › ungeeignete geometrische Form der Befestigungselemente,
- › fehlende oder unzureichend dimensionierte Bewegungsfugen.

Nachfolgende Beispiele erhöhen die Gefahr ungleichmäßig breiter Fugen und Eck-/Kantenabplatzungen in der Folge.



Bild 123 Planerische Richtungswechsel benötigen besondere Zuschnitte, bei denen Eck-/Kantenabplatzungen auftreten können [Quelle: Burgetsmeier]



Bild 124 Schmale Zuschnitte wegen Einbauteilen erhöhen die Gefahr von Eck-/Kantenabplatzungen sowie Rissen [Quelle: Burgetsmeier]



Bild 125 Bei hohlräumreichen Natursteinen sind Eck-/Kantenabplatzungen unvermeidbar [Quelle: Burgetzmeier]

9.2.2 Herstellung

9.2.2.1 Materialbedingte Faktoren

Nachfolgende Faktoren können Eck-/Kantenabplatzungen und Ausbrüche verursachen:

- › Inhomogenitäten im Gesteinsgefüge,
- › Gesteine mit groben Mineralkörnern,
- › falsche Bearbeitungsrichtung (Lager parallel Lasteinleitung),
- › Gesteine, wie z. B. Travertin, Dolomit, Basaltlava, die aufgrund ihrer natürlichen Gefügestruktur keine vollkantige Ausbildung erlauben.

9.2.2.2 Produktionsbedingte Faktoren

Nachfolgende Faktoren können Eck-/Kantenabplatzungen und Ausbrüche verursachen:

- › abgenutzte Werkzeuge,
- › ungeeignete Werkzeuge,
- › mangelnde Sorgfalt,
- › unterschiedliches Kommunikationsverständnis (Anspruch, Sprache und Bewußtsein).



Bild 126 Unterschiedliche Eck- und Kantenausbildung durch unterschiedliche Strahlintensität einer Kugelstrahlanlage [Quelle: Burgetsmeier]

9.2.3 Lieferung und Logistik

9.2.3.1 Verpackung

Nachfolgende Faktoren können Eck-/Kantenabplatzungen und Ausbrüche verursachen:

- › ungeeignete Verpackung, z. B. durch
- › allseits gesägte Ware im Big Bag,
- › Befüllen/Bestücken der Lademittel (z. B. Holzkiste, Palette, Big Bag),
- › fehlende oder unzureichende Fixierung oder/und Bänderung der Ware.

Grundsätzlich muss die Verpackung dafür Sorge tragen, dass die Ware beim bestimmungsgemäßen Transport zur Einbaustelle möglichst nicht beschädigt wird (siehe EN 1341 bis 1343).

9.2.3.2 Transport, Be- und Entladen, Umladen

Nachfolgende Faktoren können Eck-/Kantenabplatzungen und Ausbrüche verursachen:

- › Einwirkungen während des Transports, wie z. B.
- › starkes Abbremsen (Notfallbremsung),
- › ungenügende oder fehlende Befestigung (Verzurren) auf der Ladefläche,
- › Witterung, starker Seegang (Container).

- › Einwirkung während des Be- und Entladens (Umladen), wie z. B.
- › Handling der Transportbehälter (z. B. Wechselbrücke, Container),
- › Handling der verpackten Ware (z. B. Holzkiste, Palette, Big Bag),
- › ungeeignetes Hebegerät (z. B. Traglast),
- › ungeeignetes Werkzeug (z. B. Staplergabel, Klammern).

Grundsätzlich ist beim Transport, Be- und Entladen eine angemessene Sorgfalt notwendig.



Bild 127 Eck-/Kantenabplatzungen aufgrund verschobener Paletten im Container [Quelle: Reckling]

9.2.3.3 Lagerung

Nachfolgende Faktoren können Eck-/Kantenabplatzungen und Ausbrüche verursachen:

- › Einstürze oder Verschiebungen durch das Lagern von Ware (Paletten, Kisten, Big Bag) infolge ungleichmäßiger Lastverteilung oder nachgebenden Untergründen,
- › Beschädigungen durch die Hebegeräte,
- › Witterungseinflüsse durch Langzeitlagerung im Freien/Umfallen einzelner Paletten.



Bild 128 Palettenstapelung ohne ausreichend ebene Auflagefläche/Unterlage [Quelle: Burgetsmeier]



Bild 129 Zweistöckige Lagerung auf unebenem Untergrund [Quelle: Burgetsmeier]

9.2.4 Einbau und Verwendung

9.2.4.1 Verlegebedingte Ursachen

Nachfolgende Faktoren können Eck-/Kantenabplatzungen und Ausbrüche verursachen:

- › zu enge Fugen, sodass harte Sand-/Splittkörner (insbesondere das unvermeidliche Überkorn) keilartig in die Fugen gepresst werden,
- › zu grobes Fugenmaterial für die Fugenbreite in Verbindung mit Rüttelplatte oder Befahrung,
- › unterschiedliche und unzureichende steife Unterlage,
- › sonstige mechanische Einwirkungen im Baubetrieb,
- › unangepasste Verdichtungsgeräte/-methoden,
- › unangepasste Ausführung am Übergang von ungebundener zu gebundener Bauweise.

Beispiel



Bild 130 Aufgrund des Fehlens von Fugenmaterial kommt es zu Verschiebungen der Belagselemente und bereits im Bauzustand zu Eck-/Kantenabplatzungen [Quelle: Burgetsmeier]



Bild 131 Eck-/Kantenabplatzungen aufgrund von Pressfugen an gesägten Naturwerksteinkanten [Quelle: Burgetsmeier]

Eck-/Kantenabplatzungen müssen neben der Abmessung auch im Hinblick auf ihre Tiefe bewertet werden. Sie sind bei der Ausführung durch Ausbildung normativer Fugenbreiten im Allgemeinen vermeidbar.

Belastungsabläufe bei Kanten- und Eckabplatzungen

Nachfolgende Belastungsabläufe sind bei Pflasterflächen einzuplanen. Eine fachgerechte Erstellung muss diese Abläufe schadensfrei in der Nutzung aufnehmen.

Vertikale Kraft

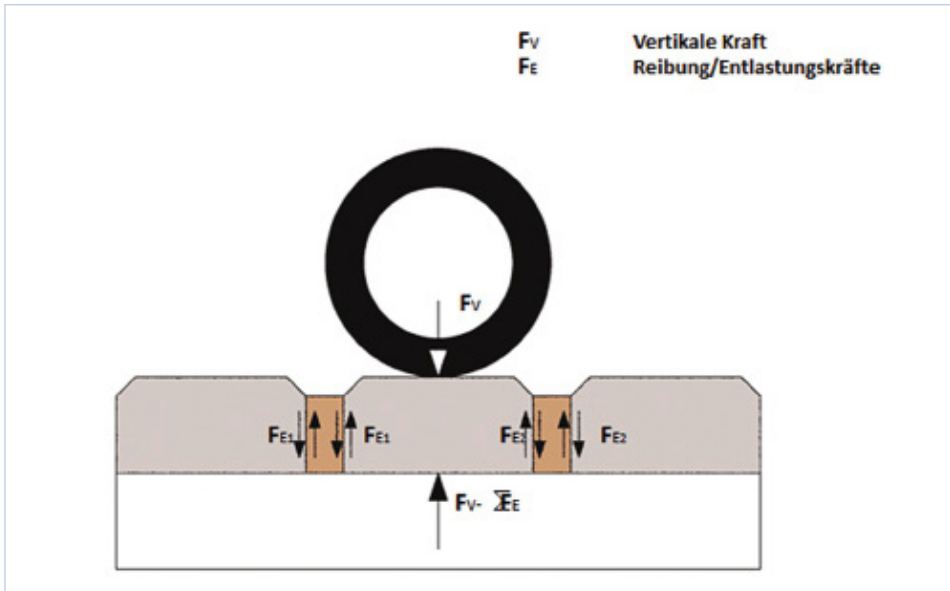


Bild 132 Pflasterfläche mit stehender Radlast (vertikale Kraft) [Quelle: Buchholz]

Horizontale Kraft

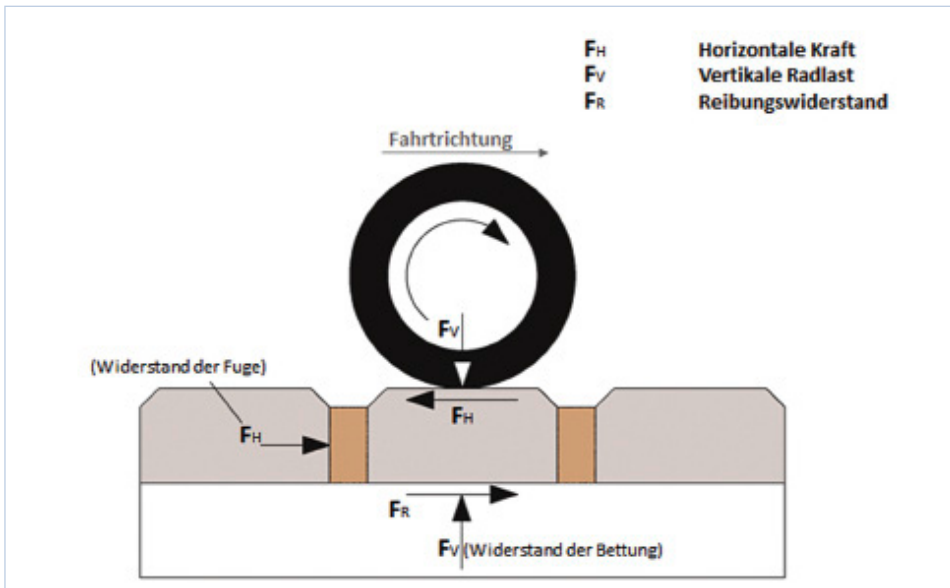


Bild 133 Pflasterfläche mit rollender Radlast (vertikale und horizontale Kraft) [Quelle: Buchholz]

Beschleunigung

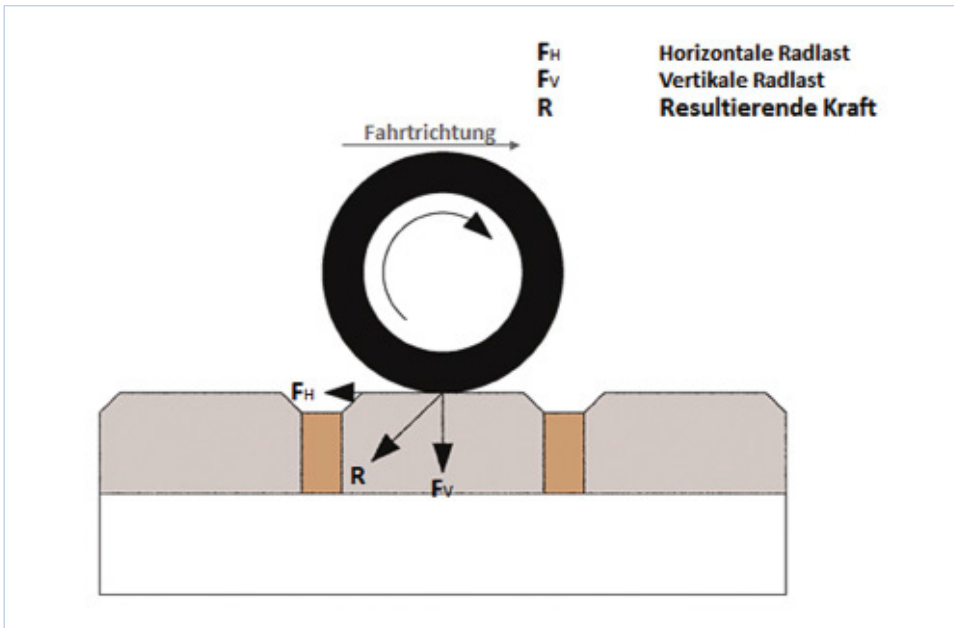


Bild 134 Pflasterfläche mit rollender Radlast (vertikale und horizontale Kraft) [Quelle: Buchholz]

Stützfunktion der Fuge

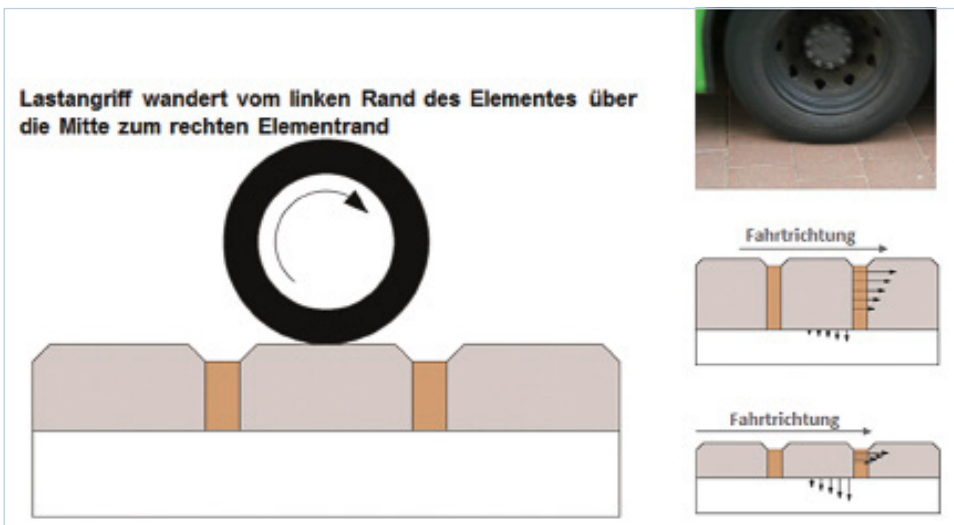


Bild 135 Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche, Steinmitte [Quelle: Buchholz]

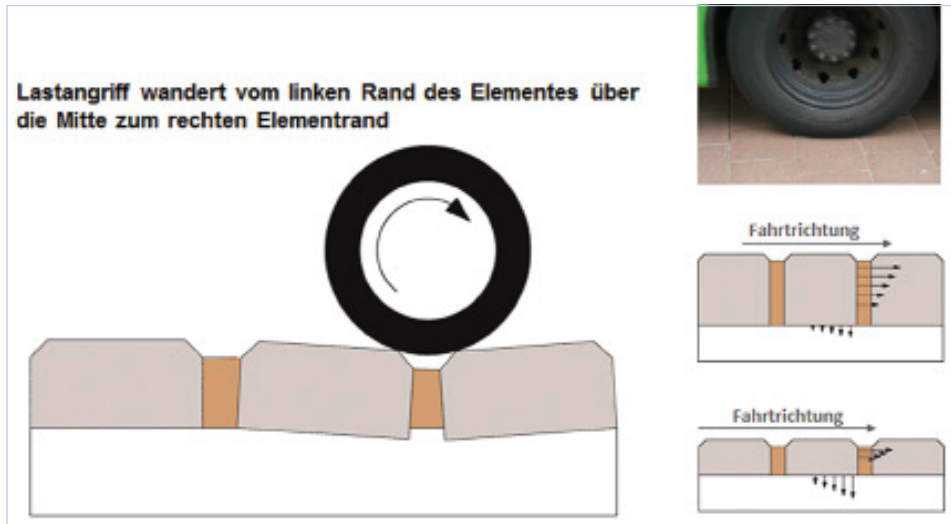


Bild 136 Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche, Steinrand [Quelle: Buchholz]

Bild 139 zeigt übertrieben dargestellt das Federn/Einknicken der Pflastersteine. Der Fugenabstand an der Steinoberseite verringert sich.

Genau dieser Effekt wird bei zu engen Fugenbreiten problematisch. Die Steinkanten stoßen aneinander und können brechen. Dieser Effekt multipliziert sich mit besonders dicken Steinen 16 cm gegenüber Standardpflaster 8 cm.

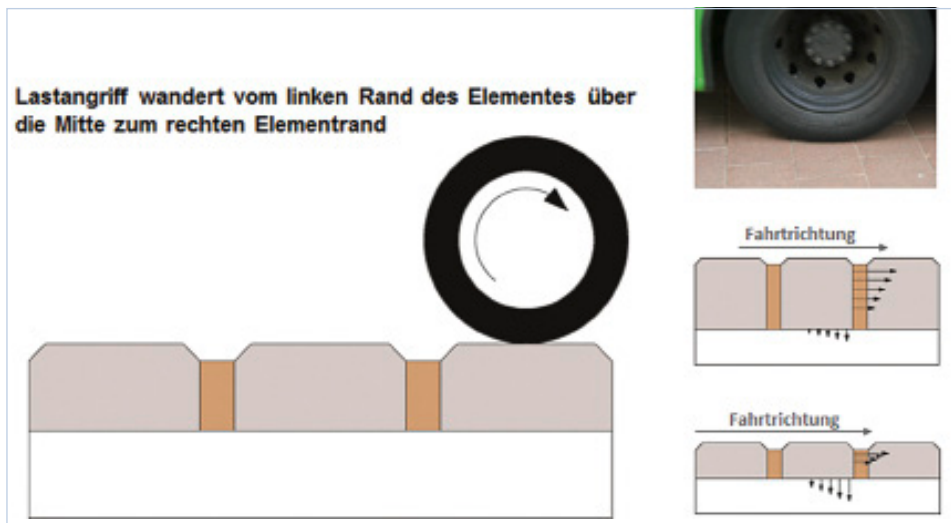


Bild 137 Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche, nächste Steinmitte [Quelle: Buchholz]

- Durch die elastische Fuge steigt die Belastung auf die Bettungsschicht

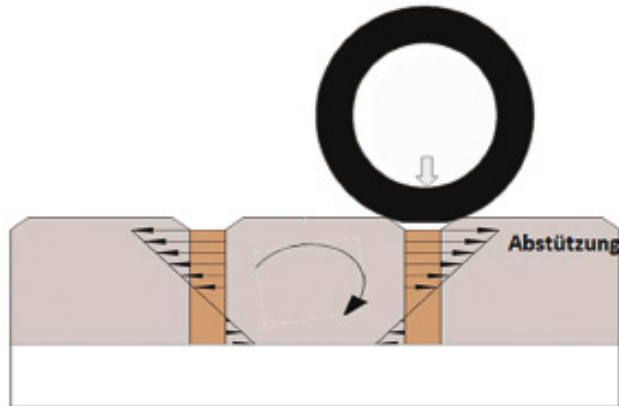


Bild 138 Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche (Belastung auf der Bettungsschicht) [Quelle: Buchholz]

Geht das Fugenmaterial verloren, stoßen die Naturwerksteine ebenso aneinander. Dies bewirkt hohe Kantenpressungen an der Oberkante der Pflastersteine. Es entstehen Kantenabbrüche.

Diese Kantenabbrüche unterscheiden sich:

- > Muschelförmig,
- > tiefer Bruch.

Die Bearbeitung der Kanten (gefaste oder gerundet) reduziert allgemein die Gefahr von Kantenabplatzungen und spielt bei nachfolgender Unterscheidung keine Rolle.

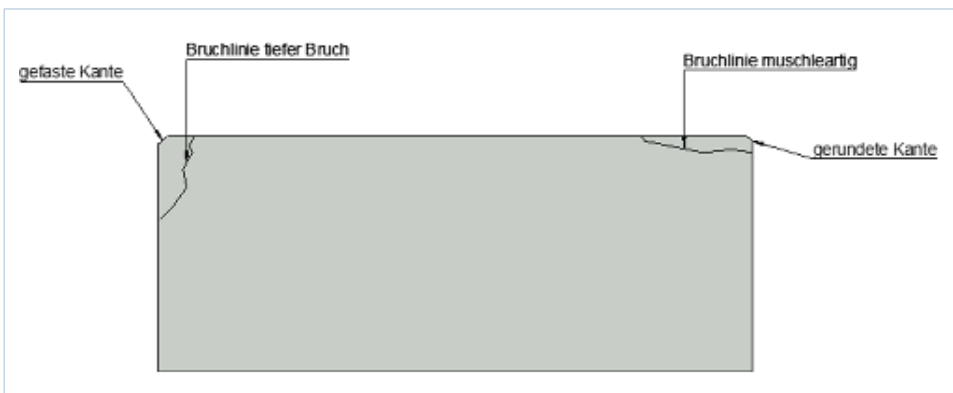


Bild 139 Systemskizze zur Unterscheidung von muschelförmigem und tiefem Bruch [Quelle: Vahle]

Muschelförmige Kantenabplatzungen

Ursache für muschelförmige Kantenabplatzungen sind die in Bild 142 gezeigten Mechanismen. Sie werden ausgelöst durch Pressfugen, größere Körner in der oberen Fuge oder auch feinere Körner in einer kleinen Fuge (annähernd Pressfuge).

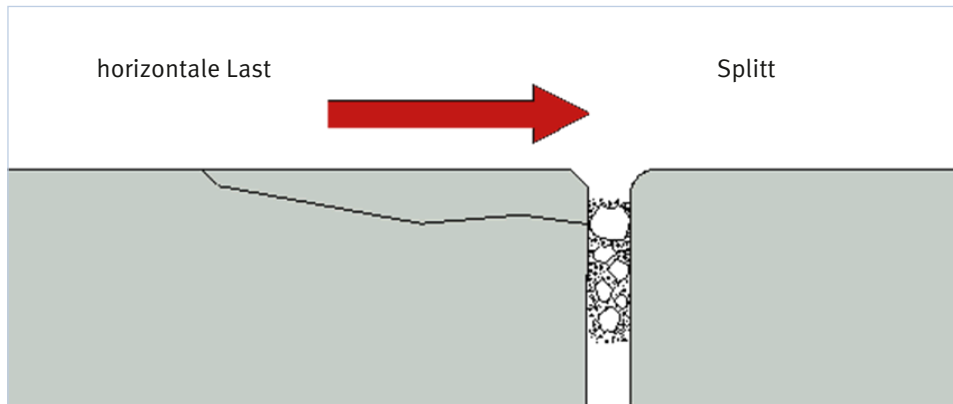


Bild 140 Schadensmechanismus für muschelförmigen und/oder horizontalen Bruch [Quelle: Vahle]

Diese Schäden sind also zumeist Verlegefehler, bedingt durch zu kleine Fugen, falsches Bettungs-/Fugenmaterial, zu elastisches Verhalten, aber immer in Verbindung mit zu kleinen Fugenbreiten oder den eingeklemmten Körnern in der Fuge. Hier ist in erster Linie die zu enge Fugenbreite und das elastische Verhalten der Pflasterdecke (weil zu unterschiedlich dick ausgeführte Bettung und zu Beginn noch wenig verfestigte Pflasterdecke) ursächlich. In wenigen Fällen bewirkt eine zufällig in diese Fuge gelangte grobe Gesteinskörnung bei gleichzeitiger Belastung diese Kantenpressung. Das ist dann kein Verlegefehler, dies kann auch später im Betrieb passieren. Ein einmaliges Überfahren kann genügen. Eine solche Situation entsteht selbstverständlich auch bei entleerten Fugen.

In manchen Fällen kann auch eine zu schwere Rüttelplatte ursächlich sein.

Tiefer Bruch

Er wird ausgelöst durch leichten höhenmäßigen Überstand zwischen zwei Pflastersteinen und gleichzeitiger hoher Punktlast, etwa beim Abrütteln. Dies wird oft durch zu schwere Rüttelplatten oder eine falsch eingestellte Frequenz des Rüttlers oder eine fehlende Gummiauflage der Rüttelplatte verursacht. Wird eine gewisse Frequenz unterschritten, entstehen Prellschläge. Diese führen zu Eck-/Kantenabplatzungen.

Diese Schäden sind zumeist Verarbeitungsfehler.

Sie entstehen ebenso bei entleerten Fugen und vor allem einer vorangegangenen Schiefstellung der Naturwerksteine. Dann können Fahrzeuge oder im Reifenprofil eingeklemmte Körner an der Werksteinkante hohe Pressungen bewirken.

Es gibt also mehrfache Anhaltspunkte für handwerkliche Schwächen und Fehler. Wie oben aufgezeigt, korreliert die Kombination dieser Fehler gut. In der Konsequenz ergeben sich insbesondere ein anfänglich zu elastisches System, welches sich zunehmend konsolidiert hat. Es ist dann anzunehmen, dass sich die Schäden in der Zukunft mit abnehmender Häufigkeit fortsetzen werden. Hierfür ist wichtig, die Festigkeit der Fläche endgültig zu stabilisieren, das bedeutet Fugen vollständig zu füllen und zu verdichten.

Zur Vermeidung oder Reduzierung solcher Schäden ist besonders beim Verlegen von größeren und dickeren Naturwerksteinen das Vorverdichten mittels Handramme empfehlenswert. Die Fläche erhält so schon frühzeitig eine Grundstabilität. Final sollten Natursteinflächen immer mit einem Fugenschluss eingeschlemmt werden. Hierfür haben sich insbesondere feine Brechsande 0/2 mm mit hohem Feinkornanteil bis 20% < 0,063 mm bewährt. Dabei ist oft eine relative große Wassermenge erforderlich. Anschließend muss daher die Fläche abtrocknen, bevor sie belastet werden darf.

Allein für diesen Teilabschnitt der Ausführung wird zur Abstimmung von Farbe und Verschmutzung der Oberfläche empfohlen, eine eigene Musterfläche anzufertigen. So können frühzeitig die oft unterschiedlichen technischen und gestalterischen Vorstellungen zueinander gebracht werden.

Gespaltene/gehauene Naturwerksteine

Bei gespaltenem Material, insbesondere bei kleineren Naturwerksteinen, wie Mosaik- oder Kleinpflaster, fallen Eck-/Kantenabplatzungen allgemein weniger störend auf und stellen zumeist kein Problem dar. Solange die normativen Toleranzvorgaben der DIN EN 1341 und DIN EN 1342 eingehalten werden, sind sie nicht zu beanstanden.

Unterseitige Abplatzungen

Abplatzungen reduzieren den tragenden und somit bemessungsrelevanten Querschnitt und verursachen ggf. Spannungsspitzen bei einer Biegebeanspruchung, welche die Tragfähigkeit weiter reduzieren. Im Bereich der unterseitigen Abplatzungen besteht die Problematik, dass sich die Bettungsdicke erhöht und somit eine erhöhte Elastizität der Flächenbefestigung einstellt. Bei stirnseitigen Abplatzungen entstehen breitere Fugen, die grundsätzlich die Aufnahme von Querkräften in der Flächenbefestigung erschweren. In der Folge kann es zu Verschiebungen der Befestigungselemente kommen.

Aus Gründen der Nachhaltigkeit stellen gewisse unterseitige Abplatzungen zwar eine Abweichung vom bestellten Sollzustand dar, können aber in vielen Fällen hingenommen werden:

- › Verwendung für Randzuschnitte,
- › kleine Fehlstellen.

Nach dem Einbau nicht sichtbare Abplatzungen dürfen die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigen.

9.2.5 Risse

Risse trennen einen Naturwerkstein. Dabei können Risse nur oberflächlich vorhanden sein, einen Teil betreffen oder den ganzen Stein teilen.

Risse als Folge von baukonstruktiven Ursachen

Risse im Belag können insbesondere bei Platten entstehen, wenn die Platten beim Einbau durch zu starke oder ungleichmäßige Verdichtung oder durch zu kräftige Schläge mit dem Hammer beim Setzen überlastet werden. Die Befestigungselemente können dann unmittelbar brechen oder sie versagen als Folge der Vorschädigung nach kurzer Zeit der Nutzung bei erneuter Belastung. So entstandene Risse gehen in der Regel durch den gesamten Querschnitt der Platte und sind letztlich das sichtbare Anzeichen für einen Bruch des Belags.

Ein solcher Riss bzw. Bruch kann auch dann entstehen, wenn die Baukonstruktion (Bettungsschicht, Tragschicht) ungleichmäßig verdichtet ist oder Hohlräume aufweist. Bei auftretenden stärkeren Belastungen oder Punktlasten kann die Platte aufgrund der mangelhaften Baukonstruktion brechen.

Risse bzw. Brüche können insbesondere bei gebundener Bauweise auch dann entstehen, wenn Spannungen im Belag, z. B. infolge von fehlenden oder an falscher Stelle angebrachten Bewegungsfugen auftreten. Der im Belag auftretende Riss setzt sich dann häufig in der gebundenen Bettungsschicht fort.

9.2.6 Nutzung

Infolge starker Verkehrsbelastung und geringer Wartung/Pflege können selbst bei dimensionierungsgerechter Planung und fachgerechter Ausführung Vertiefungen und Verschiebungen entstehen.

9.2.6.1 Klimatische Einflüsse

Unterschiedliche Temperaturen/Witterungseinflüsse führen zu unterschiedlichem Spannungsverhalten in der Fläche und gegebenenfalls in der Folge zu einer erhöhten Gefahr von Eck-/Kantenabplatzungen.

9.2.6.2 Besondere Belastungszustände

Besondere Belastungszustände können Schäden an Kanten und Ecken von Naturwerksteinen hervorrufen:

- › hohe statische Einzellasten ohne Lastverteilungsplatten, z. B. Container,
- › hohe Fahrgeschwindigkeiten und/oder zu häufige Überfahrten,
- › Überbelastungen durch:
 - › zu schwere Fahrzeuge,
 - › zu harte Räder,

- › Eintrag von groben Gesteinskörnungen.

9.2.6.3 Wartung, Pflege und Instandhaltung

Unzureichende Wartung, Pflege und Instandhaltung können Schäden an Kanten und Ecken von Naturwerksteinelementen hervorrufen:

- › unzureichende oder unangepasste Fugenpflege,
- › erhöhter Austrag des Fugenmaterials durch ungeeignete Reinigung,
- › nicht angepasster Winterdienst.



Bild 141 Schlechte Wartung oder zu geringe Dimensionierung [Quelle: Burgetsmeier]



Bild 142 Schlechte Wartung oder zu geringe Dimensionierung [Quelle: Burgetsmeier]

10 Beispiele und Bewertung



Entgegen dem Teil Farb- und Texturschwankungen (siehe Kapitel 8) wird jetzt im Kapitel 9 f. Eck-/Kantenabplatzung die Ampel mit dem Begriff üblich – nicht üblich überschrieben. Dabei soll dem Leser eine greifbare Leitlinie vermittelt werden, wie man schließlich im jeweiligen Arbeitsstadium mit Eck-/Kantenabplatzungen umgehen kann. Diese Vorgabe ist keinesfalls absolut zu verstehen, sondern soll analog Farb-/Texturschwankungen genauso variabel der jeweiligen Situation angepasst und begründet werden.

Rot dargestellt sind Unregelmäßigkeiten, die nicht üblich sind.

Grün dargestellt sind Unregelmäßigkeiten, die üblich sind.

Zwischenbereiche sind **gelb** dargestellt.

Die Bewertung erfolgt nach Betrachtung aller Ursachen. Eck-/Kantenabplatzungen im Sichtflächenbereich sind zunächst unter Berücksichtigung der normativen Grenzabmaße einzuordnen. Für Eck-/Kantenabplatzungen, die sich nach dem Einbau nicht im Sichtflächenbereich befinden, sind nicht unter Berücksichtigung der normativen Grenzabmaße einzuordnen.

In diesem Zusammenhang muss die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet sein.



Bild 143 Durch das Flammen bis zur Werksteinkante werden häufig Eck-/Kantenabplatzungen verursacht [Quelle: Burgetsmeier]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich



bezogen auf Bild 143





Bild 144 Unterseitige Fehlstellen sind nach Einbau nicht sichtbar, schränken hier aber die Gebrauchstauglichkeit ein [Quelle: Burgetsmeier]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich



bezogen auf Bild 144



Anmerkung: Solche Naturwerksteine mit unterseitigen Fehlstellen sollten für Zuschnitte verwendet werden.

10.1 Muschelförmige Kantenabplatzung



Bild 145 Muschelförmige Abplatzung mit mehreren Zentimetern Breite [Quelle: Burgetsmeier]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich

bezogen auf Bild 145





Bild 146 Muschelförmige Abplatzung mit mehreren Zentimetern Breite [Quelle: Burgetsmeier]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich



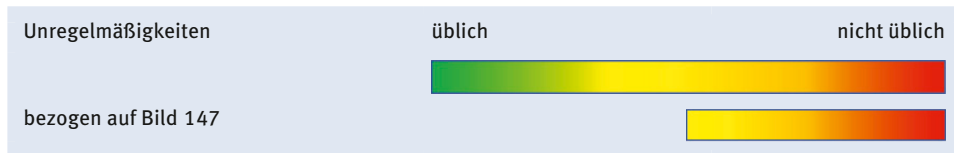
bezogen auf Bild 146



10.2 Tiefer Bruch



Bild 147 Beispiel für Kantenabplatzung mit tiefem Bruch [Quelle: Burgetsmeier]



10.3 Gespaltene/gehauene Naturwerksteine

Eck-/Kantenabplatzungen fallen bei gespaltene/gehauene Naturwerksteinen im Allgemeinen wenig störend auf. Wenn sie größer sind, handelt es sich eher um einen Teilabbruch des Naturwerksteins.



Bild 148 Pressfugen und Abplatzungen an bruchrauen Naturwerksteinen [Quelle: Rohowski]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich



bezogen auf Bild 148





Bild 149 Die Pflastersteine wurde allseits gesägt, jedoch stirnseitig nur eingesägt und gebrochen bestellt und geliefert [Quelle: Burgetsmeier]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich



bezogen auf Bild 149

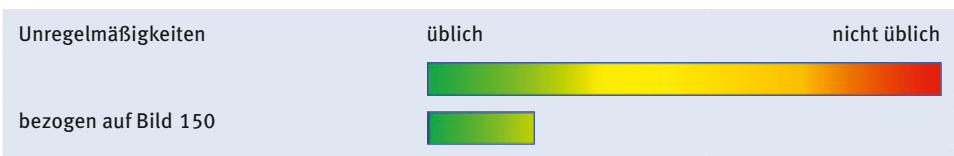


10.4 Risse

Nicht durchgehender Riss



Bild 150 Im gelieferten Zustand sind diese Naturwerksteine auszusortieren, im eingebauten Zustand können diese Produkte verwendet werden, sofern die Gebrauchstauglichkeit nicht eingeschränkt ist [Quelle: Burgetsmeier]



Ursache: vorkommensbedingt

Umgang: der Naturwerkstein sollte vor dem Verlegen aussortiert werden.

Durchgehender Riss = gespaltener Pflasterstein



Bild 151 Durchgehender Riss/gebrochener Naturwerkstein [Quelle: Burgetsmeier]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich



bezogen auf Bild 151



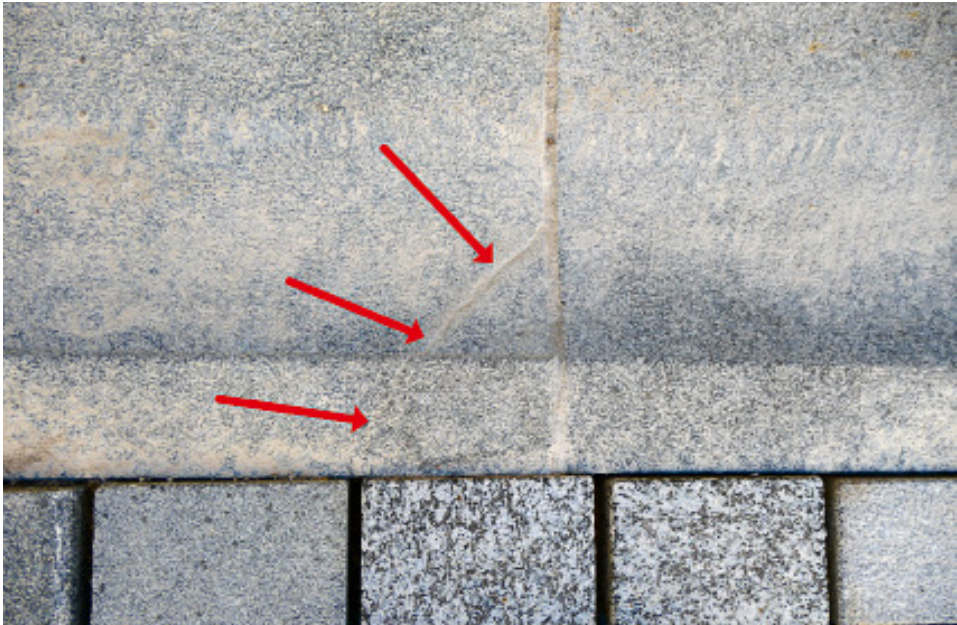


Bild 152 Nur oberflächlich sichtbar, keine Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit [Quelle: Burgetsmeier]

Im gelieferten Zustand sind diese Naturwerksteine auszusortieren, im eingebauten Zustand in Ordnung, sofern die Gebrauchstauglichkeit nicht eingeschränkt ist.

Unregelmäßigkeiten	üblich	nicht üblich
bezogen auf Bild 152		

10.5 Besondere Belastungszustände



Bild 153 Hydraulische Stützenfüße ohne Lastverteilungsplatte führen zu punktförmigen Lasten und können Eck-/Kantenabplatzungen verursachen [Quelle: Burgetsmeier]

Unregelmäßigkeiten

üblich

nicht üblich

bezogen auf Bild 153



11 Empfehlung und Schlusswort

Aufgrund der spröden Eigenschaften von Naturwerksteinen sind kleindimensionierte Abplatzungen (z.B. fingernagelgroß) üblich. Zur Vermeidung von Eck-/Kantenabplatzungen ist es empfehlenswert, allseits gesägte Naturwerksteine mit gerundeter oder abgeschrägter Fase zu versehen. Naturwerksteine mit bruchrauen Flächen sind im Hinblick auf Eck-/Kantenabplatzungen anders zu bewerten als gesägte Naturwerksteine

Zur Vermeidung unterschiedlicher Erwartungen an die optischen Eigenschaften von Flächenbefestigungen aus Naturwerkstein empfiehlt es sich fachlichen Rat unter Hinzuziehung dieses Leitfadens einzuholen und danach evtl. besondere vertragliche Vereinbarung zu treffen.

12 Quellenverzeichnis

12.1 Technische Regelwerke

12.1.1 Nationale Normen

DIN 18318	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen
DIN 18332	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Naturwerksteinarbeiten
DIN 482	Straßenbordsteine aus Naturstein
DIN 18040	Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen
DIN 32984	Bodenindikatoren im öffentlichen Raum
DIN 52008	Prüfverfahren für Naturstein – Beurteilung der Verwitterungsbeständigkeit

12.1.2 Europäische Normen

DIN EN 1341	Platten aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN 1342	Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN 1343	Bordsteine aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN 1467	Naturstein – Rohblöcke – Anforderungen
DIN EN 1468	Naturstein – Rohplatten – Anforderungen
DIN EN 1469	Natursteinprodukte – Bekleidungsplatten – Anforderungen
DIN EN 12057	Natursteinprodukte – Fliesen – Anforderungen
DIN EN 12058	Natursteinprodukte – Bodenplatten und Stufenbeläge – Anforderungen
DIN EN 12059	Natursteinprodukte – Steine für Massivarbeiten – Anforderungen;
DIN EN 1367-6	Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 6: Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel in der Gegenwart von Salz (NaCl)
EN 1925	Prüfverfahren von Naturstein – Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten infolge von Kapillarwirkung

DIN EN 1926	Prüfverfahren von Naturstein – Bestimmung der Druckfestigkeit
DIN EN 1936	Prüfung von Naturstein – Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität
DIN EN 12371	Prüfung von Naturstein – Bestimmung des Frostwiderstandes
DIN EN 12372	Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Biegefestigkeit unter Mittellinienlast;
DIN EN 12407	Prüfverfahren von Naturstein – Petrographische Prüfung
DIN EN 12440	Naturstein – Kriterien für die Bezeichnung
DIN EN 12670	Naturstein – Terminologie
DIN EN 13161	Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Biegefestigkeit unter Drittelinienlast
DIN EN 13373	Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung geometrischer Merkmale von Gesteinen
DIN EN 13755	Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Wasseraufnahme unter atmosphärischem Druck
DIN EN 14157	Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß
DIN EN 14231	Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung des Gleitwiderstandes mit Hilfe des Pendelprüfgerätes
DIN EN 14581	Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten
DIN EN 1991-2	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken
DIN EN 1991-2/NA	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken

12.1.3 Bautechnische Informationen DNV

- BTI 1.3 Massivstufen und Treppenbeläge, außen
- BTI 1.4 Bodenbeläge, außen
- BTI 1.6 Mörtel für Außenarbeiten
- BTI 1.7 Bauchemische und bauphysikalische Einflüsse, außen
- BTI 3.2 Reinigung und Pflege
- BTI 4.1 Wissenswertes über Naturstein
- DNV Richtlinie Pflaster- und Plattendecken

12.1.4 Richtlinien FGSV

RStO 12	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
ZTV-A	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
ZTV Ew-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau
TP Gestein-StB	Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau
TP Eben	Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen
TL Gestein-StB	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
M FP	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen
TL Pflaster-StB	Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen
TL SoB-StB	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
ZTV SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
ZTV Pflaster-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen Merkblatt für die Herstellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel
M DBT	Merkblatt für Drainbetontragschichten
M VV	Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen
M FPgeb	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung
M FG	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten Merkblatt über den Rutschwiderstand von Pflasterdecken und Plattenbelägen für den Fußgängerverkehr; Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Platten – und Großformatbelägen sowie von Einfassungen
M LP	Merkblatt für Lärmarme Pflasterbauweisen

12.1.5 Richtlinien FLL

ZTV Wegebau	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs; Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden
-------------	--

13 Verzeichnisse

13.1 Abbildungsverzeichnis

Bild 1	Schichtaufbau der (ungebundenen) Pflasterbauweise [Quelle: FGSV]	21
Bild 2	Imprägnierung (Schematische Darstellung) [Quelle: La Bouchardiere]	25
Bild 3	Beschichtung (Schematische Darstellung) [Quelle: La Bouchardiere]	25
Bild 4	Grafische Darstellung zur Einordnung optischer Beeinträchtigungen bei Plattenbelägen und Pflasterdecken angepasst an Abel und Oswald (2000). Diese Tabelle kann und soll aus Sicht der Autoren von allen Beurteilenden stets der vorliegenden Situation angepasst verwendet werden. [Quelle: AK Naturstein in Anlehnung an Abel/Oswald]	34
Bild 5	Verhältnis Geltungs-/Gebrauchswert [Quelle: Rohowski]	37
Bild 6	Beispiel einer Farbkarte [Quelle: QSP]	45
Bild 7	Graukarte für Weißabgleich [Quelle: QSP]	46
Bild 8	Beispiel einer 20-stufigen Graustufenskala [Quelle: Burgetsmeier]	47
Bild 9	Systemskizze Carporteffekt [Quelle: Rainer Krug, DNV]	56
Bild 10	Salzablagerungen (Ausblühungen) im Fugenbereich unter Überdachung [Quelle: Rainer Krug, DNV]	56
Bild 11	Unterschiedliches Abtrocknungsverhalten [Quelle: Reckling]	57
Bild 12	Granittranche mit unterschiedlicher Grundfarbe (gelb und grau) [Quelle: Reckling]	60
Bild 13	Farbunterschiede aufgrund unterschiedlicher Verteilung der Gesteinsbestandteile [Quelle: Reckling]	61
Bild 14	Vorkommensbedingte Farbschwankungen [Quelle: Köhnken]	62
Bild 15	Vorkommensbedingte Farbschwankungen [Quelle: Köhnken]	63
Bild 16	Vorkommensbedingte Farbschwankungen [Quelle: Reckling]	64
Bild 17	Schwankungen der Gesteinsbestandteile [Quelle: Reckling]	65
Bild 18	Anhäufung dunkler Gesteinsbestandteile [Quelle: Burgetsmeier]	66
Bild 19	Anhäufung dunkler Gesteinsbestandteile [Quelle: La Bouchardiere]	67
Bild 20	Einschlüsse im Sandstein [Quelle: La Bouchardiere]	68
Bild 21	Sandsteine mit Abplatzungen/Aufschieferungen [Quelle: Henn]	69
Bild 22	Vorkommensbedingte häufige Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]	70
Bild 23	Vorkommensbedingte häufige Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]	71
Bild 24	Vorkommensbedingte häufige Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]	72
Bild 25	Schlierenförmige Anreicherung von dunklen Mineralbestandteilen [Quelle: Reckling]	73
Bild 26	Bänderungen im Naturwerkstein [Quelle: Burgetsmeier]	74
Bild 27	Vorkommensbedingte Farb- und Texturschwankungen [Quelle: Reckling]	75
Bild 28	Helle Ader in einem Granitoid [Quelle: La Bouchardiere]	76
Bild 29	Gefügeveränderungen im Granit [Quelle: La Bouchardiere]	77
Bild 30	Dunkle Calzitader im Kalkstein [Quelle: Rohowski]	78
Bild 31	Gefügeschwankungen im Granit [Quelle: Schaller]	79
Bild 32	Häufige Gefügeschwankungen im Granit [Quelle: Reckling]	80

Bild 33	Dunkler Einschluss im Granit [Quelle: La Bouchardiere]	81
Bild 34	Fossilien im Kalkstein [Quelle: Rohowski]	82
Bild 35	Dunkler Einschluss im Granit [Quelle: Schaller]	83
Bild 36	Basaltlava mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: La Bouchardiere]	84
Bild 37	Entstehungsbedingte Poren mit ca. 1 mm Porengröße [Quelle: Reckling]	84
Bild 38	Basaltlava mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]	85
Bild 39	Basaltlava mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]	85
Bild 40	Basaltlava mit größeren entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]	86
Bild 41	Kalkstein mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]	86
Bild 42	Kalkstein mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]	87
Bild 43	Kalkstein mit entstehungsbedingten Poren [Quelle: Köhnken]	87
Bild 44	Bodenbelag aus Muschelkalk mit entstehungsbedingten Poren und Fehlstellen [Quelle: Rohowski]	88
Bild 45	Helle Spaltflächen durch Klüfte [Quelle: Rohowski]	89
Bild 46	Druse im Granit [Quelle: Reckling]	90
Bild 47	Mineralanomalie im Granit [Quelle: Burgetsmeier]	91
Bild 48	Auffällige Gesteinsinhomogenität in Form einer korrodierten Klufffläche [Quelle: Burgetsmeier]	92
Bild 49	Punktuelle Rostbildung im Marmor [Quelle: La Bouchardiere]	93
Bild 50	Punktuelle Rostbildung im Granit [Quelle: La Bouchardiere]	94
Bild 51	Flächige Rostbildung im Granit [Quelle: La Bouchardiere]	95
Bild 52	Punktuelle Schwarzfärbung im Sandstein [Quelle: La Bouchardiere]	96
Bild 53	Punktuelle Schwarzfärbung im Sandstein [Quelle: La Bouchardiere]	97
Bild 54	Flächige Rostverfärbung im Marmor [Quelle: La Bouchardiere]	98
Bild 55	Flächige Rostverfärbung im Naturwerkstein [Quelle: Reckling]	99
Bild 56	Wechsel des Gesteins innerhalb der Granitfamilie [Quelle: La Bouchardiere]	100
Bild 57	Gefügezerstörung durch Sonnenbrand [Quelle: Rohowski]	101
Bild 58	Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins (z. B. Abbaulage, Gewinnungstechnik) [Quelle: Rohowski]	102
Bild 59	Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins (z. B. Abbaulage, Gewinnungstechnik) [Quelle: Rohowski]	103
Bild 60	Gewinnungsbedingte Schwankungen und Veränderungen des Gesteins (z. B. Abbaulage, Gewinnungstechnik) [Quelle: Rohowski]	104
Bild 61	Werksteinplatten aus zwei verschiedenen Natursteinvarietäten [Quelle: Reckling]	105
Bild 62	Texturunterschiede infolge unterschiedlicher Schnittrichtungen [Quelle: Rohowski]	106
Bild 63	Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung (Schleifgrad) [Quelle: Reckling]	107
Bild 64	Farbunterschiede infolge unterschiedlich geforderter Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Reckling]	108
Bild 65	Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen (hier poliert, fein- und grobgestockt) [Quelle: La Bouchardiere]	109
Bild 66	Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Köhnken]	110
Bild 67	Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Reckling]	111
Bild 68	Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitungen [Quelle: Reckling]	112
Bild 69	Farbunterschiede infolge unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung [Quelle: Reckling]	113

Bild 70	Farbintensivierung infolge einer Imprägnierung [Quelle: Reckling]	114
Bild 71	Sägeausbrüche »Mausezähne« [Quelle: Rohowski]	115
Bild 72	Kantenbearbeitung – je nach Strahlintensität der Oberflächen werden die Kanten mehr oder weniger stark abgerundet. Hier waren fünf Seiten gesägt und gestrahlt sowie Oberseite nur gesägt gefordert. Somit muss ein Kompromiss bei diesen tangierenden Steinkanten zwischen gesägt und gestrahlt gefunden werden. [Quelle: Burgetsmeier]	116
Bild 73	Unterschiedliche Fasenbreiten [Quelle: Reckling]	117
Bild 74	Oberfläche allseits kugelgestrahlt, Fase gerundet [Quelle: Burgetsmeier]	118
Bild 75	Oberseite gesägt und gestockt, Seitenflächen gespalten [Quelle: Reckling]	119
Bild 76	Oberseite durch Schneidschlamm verschmutzt [Quelle: Reckling]	120
Bild 77	Fleckenbildung durch Öleintrag im Bereich der Oberfläche [Quelle: Burgetsmeier]	121
Bild 78	Verfärbungen durch den Abrieb der Gabelzinken eines Gabelstaplers [Quelle: Reckling]	122
Bild 79	Verfärbung durch rostende Stahldrähte [Quelle: La Bouchardiere]	123
Bild 80	Gespachtelte Oberfläche [Quelle: La Bouchardiere]	124
Bild 81	Inhomogene Farbtonvertiefung durch Oberflächenbearbeitung [Quelle: Reckling]	125
Bild 82	Inhomogene Farbtonvertiefung bei einem Sedimentgestein mit heterogenen Materialeigenschaften [Quelle: La Bouchardiere]	126
Bild 83	Farbveränderung am linken Bildrand durch nicht fachgerecht angewandten Rostentferner [Quelle: Reckling]	127
Bild 84	Ausschnitt unterschiedlich starkes Oberflächenbearbeitungsergebnis [Quelle: Burgetsmeier]	128
Bild 85	Unterschiedliche Optik bei gleicher Oberflächenbearbeitung [Quelle: Reckling]	129
Bild 86	Ungeeignete Lagerungsbedingungen [Quelle: Burgetsmeier]	130
Bild 87	Ungeeignete Lagerungsbedingungen [Quelle: Burgetsmeier]	131
Bild 88	Ungeeignete Lagerungsbedingungen [Quelle: Burgetsmeier]	132
Bild 89	Pfützenbildung bei unzureichender Entwässerungsneigung [Quelle: Burgetsmeier]	133
Bild 90	Pfützenbildung bei unzureichender Entwässerungsneigung [Quelle: Köhnken]	134
Bild 91	Unzureichende Entwässerungsneigung [Quelle: La Bouchardiere]	135
Bild 92	Feuchteverfleckungen und Ausblühungen infolge Carporteffekt [Quelle: Rohowski]	136
Bild 93	Ausblühungen auf Natursteinoberfläche [Quelle: Denis Vahle]	137
Bild 94	Ausblühungen auf Treppenstufen [Quelle: Rohowski]	138
Bild 95	Die bereits verbauten Werksteine sind als Folge des Einschlämmens mit Kalkbrechsand verfärbt (Vergleich unverbaut auf Palette und ausgeführter Belag) [Quelle: Burgetsmeier]	139
Bild 96	Verfärbung durch eisenhaltiges Bettungsmaterial [Quelle: Rohowski]	140
Bild 97	Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Burgetsmeier]	141
Bild 98	Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Burgetsmeier]	142
Bild 99	Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Burgetsmeier]	143
Bild 100	Verschmutzung der Werksteinoberflächen durch Rückstände der Fugenfüllung [Quelle: Schaller]	144
Bild 101	Randzonenverfärbung im Bereich der Bewegungsfugen durch nicht fachgerechten Primervoranstrich [Quelle: Schaller]	145
Bild 102	Schlierenbildung durch nicht fachgerechte Ausführung einer Imprägnierung [Quelle: Rohowski]	146

Bild 103	Palettenweise Verlegung ohne Mischung der Werksteine [Quelle: Reckling]	147
Bild 104	Ausführungsbedingte Verschmutzungen (Sägeschlamm vom Zuschnitt) [Quelle: Reckling]	148
Bild 105	Unsachgemäße oder fehlende Baustellenendreinigung [Quelle: Burgetsmeier]	149
Bild 106	Unsachgemäße oder fehlende Baustellenendreinigung [Quelle: Vahle]	150
Bild 107	Sichtbare Gesteinsablösungen als Folge technischer Mängel [Quelle: Burgetsmeier]	151
Bild 108	Sichtbarer Gesteinsverlust als Folge technischer Mängel [Quelle: Burgetsmeier]	152
Bild 109	Kluffflächen je nach Einbaurichtung sichtbar (Kluftbelag auf sichtbarer Steinseite) [Quelle: Köhnken]	153
Bild 110	Werksteine mit andersfarbigen Kluffflächen [Quelle: Reckling]	153
Bild 111	Expositionsbedingte Verschattung mit Veralgung [Quelle: Rohowski]	154
Bild 112	Unterschiedliches Erscheinungsbild der Bodenplatten infolge des Lichteinfalls [Quelle: Bolz]	155
Bild 113	Art und Intensität der Nutzung, hier Reifenabrieb [Quelle: Reckling]	156
Bild 114	Durch Fahrzeuge verursachte Fleckenbildung auf Belagsflächen stellen keinen Mangel dar [Quelle: Reckling]	157
Bild 115	Art und Intensität der Nutzung, hier durch Reifenabrieb und Ölverschmutzung [Quelle: Reckling]	158
Bild 116	Unzureichende Unterhaltsreinigung einer Belagsfläche [Quelle: Burgetsmeier]	159
Bild 117	Einfluss der natürlichen Bewitterung, hier Blätter [Quelle: Reckling]	160
Bild 118	Flugrost durch Zugverkehr neben Gleisanlage [Quelle: La Bouchardiere]	161
Bild 119	Schäden durch langanhaltende Einwirkung von Tausalz ohne Abwitterung/ Bewässerung (z. B. überdacht) [Quelle: Burgetsmeier]	162
Bild 120	Lösliche Bestandteile, die sich aus Grund-, Leitungs- und/oder Brunnenwasser auf der Oberfläche ablagern, hier aus kalkhaltigem Wasser [Quelle: Henn]	163
Bild 121	Lösliche Bestandteile, die sich aus Grund-, Leitungs- und/oder Brunnenwasser auf der Oberfläche ablagern, hier aus kalkhaltigem Wasser [Quelle: Henn]	164
Bild 122	Lösliche Bestandteile, die sich auf der Oberfläche ablagern, hier mit einer Randbildung aufgrund des Aufstellens einer Topfpflanze verursacht [Quelle: Reckling]	165
Bild 123	Planerische Richtungswechsel benötigen besondere Zuschnitte, bei denen Eck-/Kantenabplatzungen auftreten können [Quelle: Burgetsmeier]	168
Bild 124	Schmale Zuschnitte wegen Einbauteilen erhöhen die Gefahr von Eck-/Kantenabplatzungen sowie Rissen [Quelle: Burgetsmeier]	169
Bild 125	Bei hohlraumreichen Natursteinen sind Eck-/Kantenabplatzungen unvermeidbar [Quelle: Burgetsmeier]	170
Bild 126	Unterschiedliche Eck- und Kantenausbildung durch unterschiedliche Strahlintensität einer Kugelstrahlanlage [Quelle: Burgetsmeier]	171
Bild 127	Eck-/Kantenabplatzungen aufgrund verschobener Paletten im Container [Quelle: Reckling]	172
Bild 128	Palettenstapelung ohne ausreichend ebene Auflagefläche/Unterlage [Quelle: Burgetsmeier]	173
Bild 129	Zweistöckige Lagerung auf unebenem Untergrund [Quelle: Burgetsmeier]	173
Bild 130	Aufgrund des Fehlens von Fugenmaterial kommt es zu Verschiebungen der Belagselemente und bereits im Bauzustand zu Eck-/Kantenabplatzungen [Quelle: Burgetsmeier]	174
Bild 131	Eck-/Kantenabplatzungen aufgrund von Pressfugen an gesägten Naturwerksteinkanten [Quelle: Burgetsmeier]	175
Bild 132	Pflasterfläche mit stehender Radlast (vertikale Kraft) [Quelle: Buchholz]	176
Bild 133	Pflasterfläche mit rollender Radlast (vertikale und horizontale Kraft) [Quelle: Buchholz]	176

Bild 134	Pflasterfläche mit rollender Radlast (vertikale und horizontale Kraft) [Quelle: Buchholz]	177
Bild 135	Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche, Steinmitte [Quelle: Buchholz]	177
Bild 136	Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche, Steinrand [Quelle: Buchholz]	178
Bild 137	Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche, nächste Steinmitte [Quelle: Buchholz]	178
Bild 138	Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche (Belastung auf der Bettungsschicht) [Quelle: Buchholz]	179
Bild 139	Systemskizze zur Unterscheidung von muschelförmigem und tiefem Bruch [Quelle: Vahle]	179
Bild 140	Schadensmechanismus für muschelförmigen und/oder horizontalen Bruch [Quelle: Vahle]	180
Bild 141	Schlechte Wartung oder zu geringe Dimensionierung [Quelle: Burgetsmeier]	183
Bild 142	Schlechte Wartung oder zu geringe Dimensionierung [Quelle: Burgetsmeier]	184
Bild 143	Durch das Flammen bis zur Werksteinkante werden häufig Eck-/Kantenabplatzungen verursacht [Quelle: Burgetsmeier]	186
Bild 144	Unterseitige Fehlstellen sind nach Einbau nicht sichtbar, schränken hier aber die Gebrauchstauglichkeit ein [Quelle: Burgetsmeier]	187
Bild 145	Muschelförmige Abplatzung mit mehreren Zentimetern Breite [Quelle: Burgetsmeier]	188
Bild 146	Muschelförmige Abplatzung mit mehreren Zentimetern Breite [Quelle: Burgetsmeier]	189
Bild 147	Beispiel für Kantenabplatzung mit tiefem Bruch [Quelle: Burgetsmeier]	190
Bild 148	Pressfugen und Abplatzungen an bruchrauen Naturwerksteinen [Quelle: Rohowski]	191
Bild 149	Die Pflastersteine wurde allseits gesägt, jedoch stirnseitig nur eingesägt und gebrochen bestellt und geliefert [Quelle: Burgetsmeier]	192
Bild 150	Im gelieferten Zustand sind diese Naturwerksteine auszusortieren, im eingebauten Zustand können diese Produkte verwendet werden, sofern die Gebrauchstauglichkeit nicht eingeschränkt ist [Quelle: Burgetsmeier]	193
Bild 151	Durchgehender Riss/gebrochener Naturwerkstein [Quelle: Burgetsmeier]	194
Bild 152	Nur oberflächlich sichtbar, keine Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit [Quelle: Burgetsmeier]	195
Bild 153	Hydraulische Stützenfüße ohne Lastverteilungsplatte führen zu punktförmigen Lasten und können Eck-/Kantenabplatzungen verursachen [Quelle: Burgetsmeier]	196

13.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Unterschiedliche Anwendungsbereiche von Pflasterdecken und Plattenbelägen	39
-----------	---	----

13.3 Sachwortverzeichnis

A

abgenutztes Werkzeug 171
 abgerundet 29
 abgesäuert 26
 Abriebverhalten 31
 abrütteln 180
 Abstimmung der Materialien 168
 Abtrocknungsverhalten 57, 58
 Ader 32, 50
 Aderung 49, 76, 77, 79
 allgemein anerkannte Regel der Technik 32
 Anpassung von Ersatzmaterial 33
 architektonische Umgebung 38
 aterialbedingter Faktor 170
 Aufbau
 ~ Dimensionierung 168
 Ausbesserung 41
 Ausblühung 22, 54, 55, 56
 ~ Primär- 55
 ~ Sekundär- 55
 ~ Tertiär- 55
 Ausbruch 22
 Aussinterung 54
 Austrag des Fugenmaterials 185

B

Bagatelle 33, 35, 43
 Bandbreite 41, 49
 bearbeitet 26
 Bearbeitung der Kante 180
 Befahrung 174
 Belastungsablauf 176
 Bemessung 167
 Bemusterung 40, 41, 49
 Beschichtung 25
 Beschichtung (Versiegelung) 22, 25
 besondere Leistung 41, 49, 52
 besonderer Belastungszustand 182, 197
 Betrachtungsabstand 31, 32, 45, 47
 Bettung 19, 20, 58
 Bettungs-/Fugenmaterial 180
 Be- und Entladen 172
 Beurteilungsmatrix 32
 Bewegungsfuge 182
 ~ fehlende 168
 ~ unzureichend dimensioniert 168
 Bewertung von Naturwerksteinarbeiten 32
 Bewitterung 53, 160
 Biegeriss 22
 Big Bag 171, 172, 173
 biologische Besiedlung 22
 Blattwerk 162

bossiert 27
 Brekzien 50
 bruchrauer Stein 167
 bruch-/spaltrau 28

C

chemisch behandelt 26

D

DIN 18332 40, 49
 DIN EN 1341 15, 181
 DIN EN 1342 15, 181
 DIN EN 1343 15
 DIN EN 12057 15
 DIN EN 12058 15
 DIN EN 12059 15
 Duchgehender Riss 195

E

Ebenheit 15, 20, 51
 Einbau 174
 Einbauteil 170
 Einfassung 19
 entleerte Fuge 180, 181
 Exposition 58, 155

F

falsche Bearbeitungsrichtung 170
 Farbabweichung 32, 35, 36
 Farbkarte 46
 Farbunterschied 22, 49, 57
 Fase/abgezogen/scharfkantig/gerundet 28
 federn/einknicken der Pflastersteine 178
 fehlende oder unzureichend dimensionierte
 Bewegungsfuge 168
 fehlende oder unzureichende Fixierung 171
 Fehlstelle 41, 124
 fein bearbeitet 26
 fein strukturiert 26
 festgeschriebene Prüfmethode 15
 Feuchtfleck 53
 Flammen bis zur Werksteinkante 187
 fleckenhaftes Bild 57
 Frostbeanspruchung 53
 Frostschuttschicht 19
 Fuge 20, 52, 58, 174, 180
 Fugenbild 51
 Fugenbreite 38, 51, 168, 178, 180
 Fugenflucht 38
 Fugenmaterial 174
 ~ Austrag 183
 Fugenpflege 185
 Fugenschluss 181

Füllstoff 41
Funktionswert 19, 36

G

gebeilt 27
Gebrauchstauglichkeit 36, 51, 182, 187, 188, 194, 196
Gebrauchswert 19, 35, 36, 37, 40
gebrochen 26
gebürstet 28
Gefälleneigung 51
Gefällesituation 58
gefast 29
geflammt 27, 168
gefräst 26
Gefügeschwachstelle 50
gehauen 26
gekollert 26
gekrönelt 27
Geltungswert 19, 35, 36, 37, 40
Gerbsäure 162
geriffelt 27
gerumpelt 26
gesägt 27
geschliffen 26
gespachtelt 26
gespalten 26
gespaltener/gehauener Naturwerkstein 181, 192
gespitzt 27
Gestein mit grobem Mineralkorn 170
Gesteinsfarbe 24, 46, 53
Gesteinsriss 22, 50
gestockt 26
gestrahlt 168
getrommelt 26
gewachst 27
Gewinnung des Rohstoffs 167
Grat 29
Graukarte 46
Graustufenkarte 46
grob bearbeitet 26
grobe Gesteinskörnung 183
grob strukturiert 26

H

Haarriss 51
Handling 172
hartes Rad 183
Hebegerät 174
hinnehmbare Beeinträchtigung 33
hinzunehmende optische Beeinträchtigung 43
hohe Fahrgeschwindigkeit 183
Höhendifferenz 51

Höhenwechsel 168
Hohlraum 23, 50, 182
hohlraumreicher Naturstein 170
Holzkiste 171, 172
Hydrophob 22

I

Imprägnierung 23, 24, 148
Inhomogenität 33
Inhomogenität im Gesteinsgefüge 170
Instandhaltung 185

K

Kantenabplattung/-ausfransung 23
Kantenbeschaffenheit 26
keine vollkantige Ausbildung 170
Knick-Erscheinung 50
Kommunikationsverständnis 171
Konglomerat 50
Kratzer 23, 38
kugelgestrahlt 27

L

Lage der Verkehrsfläche 38
Lager parallele Lasteinleitung 170
Lagerung 172, 174
Langzeitlagerung im Freien 174
Leitungs- und/oder Brunnenwasser 164, 165
Leuchtdichtekontrast 48
Lichtverhältnis 38
Lieferung 171
Loch 23
Logistik 171
Logistikkette 33
löslicher Bestandteil 164, 165

M

mangelnde Sorgfalt 171
Maßtoleranz 51, 52
Material
~ Abstimmung 168
Materialeigenschaften 58
mechanische Einwirkungen im Baubetrieb 174
Minderung 33, 35, 36, 43
Minderwertermittlung 43
Mischen aus unterschiedlichen Paketen/
Lagen 147
Mosaik-, Klein- und Großpflaster 167
Mosaik- oder Kleinpflaster 181
muschelförmig 179
muschelförmige Abplattung 191
muschelförmige Kantenabplattung 180, 190
Musterfläche 40, 41, 181
Musterplatte 50

N

nachgebender Untergrund 173
 Nachhaltigkeit 181
 naturgegebene Eigenheit 50
 natürliche Farbgebung 38
 Naturstein 23
 ~ Bandbreite 40
 Naturwerkstein 15, 20, 22, 32, 40, 49, 54, 57, 58
 nicht durchgehender Riss 193
 nicht hinnehmbare Beeinträchtigung 33
 Nutzung 167, 177, 182, 184
 Nutzungsintensität 38
 Nutzungs- und Gebrauchspur 38

O

Oberbau 19, 20, 21
 Oberfläche 38
 Oberflächenbearbeitung 15, 26, 27, 38, 40, 52
 Oberflächenschutz 15, 24
 Oberflächenschutzsystem 38
 Oberflächenstruktur 53
 oleophob 23
 Ölverschmutzung 159

P

Palette 171, 172
 Pflasterdecke 20, 21, 35, 36, 37, 40, 58
 Pflasterdecke Oberfläche 20
 Pflasterstein 20
 Pflege 184, 185
 Planum 20, 21
 Planung 167, 182
 Platte 20
 Plattenbelag 20
 poliert 28
 Politur 53
 Pore 23, 24, 32, 41, 50, 86, 87, 88, 89
 Pore/Hohlraum 26
 Preller 50
 Pressfuge 52, 180, 193
 produktionsbedingter Faktor 171
 Produktionscharge 20

R

Referenzbauten 40
 Referenzfläche 31, 45
 Reifenantrieb 158, 159
 Relief 23
 Richtungswechsel 170
 Rinne 20
 Riss 167, 182
 ~ Haarriss 22
 ~ Krakelee 22
 ~ Schwindriss 22

Rostverfärbung 23
 Rückseite 52
 Rückverwitterung 23
 rustikales Erscheinungsbild 168
 Rüttelplatte 174, 180

S

sandgestrahlt 27
 scharfkantig 28
 scharriert 27
 Schichtung 50
 Schiefstellung des Naturwerksteins 181
 Schneidschlamm 121
 schwere Fahrzeuge 183
 Seitenfläche 20, 52, 120
 Selektion 33
 Sichtfläche 21, 23
 Sichtflächenbereich 186
 Sortierung 49
 Spachtelung 50, 124
 statische Einzellasten 183
 Steinbruch 28, 53
 Steinvarietät 41
 Stich 50
 stirnseitige Abplatzung 181
 Struktur 24, 49
 strukturiert 26
 Stützfunktion der Fuge 178

T

Teilabbruch 193
 Temperatur 182
 Tertiärausblüfung 55
 Textur 24
 tiefer Bruch 180, 191
 Toleranz 20, 51
 Toleranzvorgabe 181
 Tonlage 50
 Tragschicht 21
 Transport 171, 172

U

Überfahung 183
 Übergang von ungebundener zu gebundener
 Bauweise 175
 Überlastung beim Setzen 182
 Überstand 180
 Überzahn 51
 üblich – nicht üblich 185
 Umfallen einzelner Palette 174
 Umwelteinfluss 38
 Umwelteinwirkung 49
 unangepasstes Verdichtungsgerät/-
 methode 174
 ungeeignete geometrische Form 168

ungeeignete Materialwahl 168
ungeeignetes Hebegerät 172
ungeeignetes Werkzeug 171, 172
ungenügende oder fehlende Befestigung 172
ungleichmäßige Lastverteilung 173
Unterbau 20, 21
Untergrund 20, 21, 54
Unterlage 21
Unterseiten 52
unterseitige Abplattung 181
unterseitige Fehlstelle 188
Untersicht 52
unzureichende steife Unterlage 174
Ursache, die nicht vermeidbar ist 59
Ursache, die vermeidbar ist 59
Ursache/Faktor für Eck- und Kanten-
abplattung 167

V

Veralgung 52, 53, 155
Verband 168
vereinbarte Beschaffenheit 32
Verfärbung 23, 24
Verkehr 21
Verkehrsbelastung 184
Verkehrsfläche 21, 39
Verkrustung 24
Verlegefehler 180
Verlegemuster 38
Verpackung 171
Verschattung 155
Verschiebung 182
Verschmutzung 24, 53, 149
Vertiefung 182
Verwendung/Verlegebedingte Ursachen 174
Verwindung 168
Verwitterungsbeständigkeit 53
Verziehung 168
Vorverdichten mittels Handramme 181

W

Wartung 184, 185
Wasseraufnahmefähigkeit 58
wasser-, jetgestrahlt 27
Weißabgleich 46
Winterdienst 185
Witterung 31, 38, 45
Witterungsbeständigkeit 31, 37
Witterungseinfluss 182

Z

Zuschnitt 170, 190

Leitfaden für die Beurteilung von Flächenbefestigungen mit Naturwerkstein

Grundlagen für die Beurteilung optischer Eigenschaften

Die Ansprüche an Pflasterdecken und Plattenbeläge für Flächenbefestigungen sind stark gestiegen. Häufig ist es schwierig, festzulegen, welche Abweichungen hinzunehmen sind und welche nicht. Einschlägige Produktnormen und Regelwerke bieten oftmals nur eine mäßige Hilfe.

Ein interdisziplinär besetzter Arbeitskreis aus Sachverständigen sowie Vertretern der Baustoffindustrie und des Baugewerbes hat sich dieser Problematik angenommen. In diesem Leitfaden stellen die Experten die zahlreichen Ursachen für die verschiedensten optischen Abweichungen vor und geben dem Leser ausgewogene Beurteilungskriterien für eine Einschätzung der Beschaffenheit von Flächenbelägen und den entsprechenden Natursteinwaren an die Hand.

Der Leitfaden soll bei Meinungsverschiedenheiten zwischen den betroffenen Parteien helfen, optische Abweichungen besser einordnen und beurteilen zu können. Er ist ein unverzichtbares Nachschlagewerk für die tägliche Praxis, insbesondere für Beschäftigte in Bauplanung und Baupraxis.

Herausgeber

Der Arbeitskreis »Beurteilungsgrundlagen Farb-/Textur Naturstein« setzt sich aus Mitgliedern der folgenden Verbände zusammen:

- Deutscher Naturstein-Verband e.V. (DNV),
- Qualitätssicherung Pflasterbauarbeiten e. V. (QSP),
- Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V. (ZDB).

ISBN 978-3-7388-0891-9



Fraunhofer IRB | Verlag