



Bautechnische Information Naturwerkstein

Stand: März 2009

Fußbodenbeläge, innen

1. Anforderungen an Naturwerkstein	4
1.1 Gesteinsauswahl	4
1.2 Fertigungstoleranzen	4
1.3 Abriebfestigkeit	4
1.4 Bemusterung	5
1.5 Bearbeitung	5
1.6 Plattendicken	6
1.7 Plattenformate	6
2. Mörtel für Innenbelagsarbeiten	6
2.1 Dickbettmörtel mit dichtem Gefüge	6
2.2 Zementmörtel mit haufwerkporigem Gefüge	7
2.3 Dünnbettmörtel	7
2.3.1 Floating-Verfahren	7
2.3.2 Buttering-Verfahren	7
2.3.3 Kombiniertes Verfahren (Floating-Buttering-Verfahren)	7
2.5 Arten der Verlegemörtel für das Dünnbettverfahren	8
2.5.1 Hydraulischerhärtende Dünnbettmörtel	8
2.5.2 Dispersionsklebstoffe	8
2.5.3 Reaktionsharzkleber	8
2.6 Kontaktschicht	8
3. Mineralische Fugen	8
4. Anforderungen an die Verlegeuntergründe	9
4.1 Grundsätze	9
4.2 Betondecken	9
4.3 Estriche, Konstruktionsarten und Dicken	9
4.3.1 Verbundestrich	10
4.3.2 Estrich auf Trennschicht	10
4.3.3 Estrich auf Dämmschicht	11
4.4 Estricharten und Verlegereife	12
4.4.1 Zementestriche	12
4.4.2 Calciumsulfatestriche	12
4.4.3 Gussasphaltestriche	13
4.5 Systemböden	13
4.6 Trockenestriche	13
5. Hochbelastete Bodenbeläge	14
6. Bewegungsfugen	15
7. Maßtoleranzen	17
8. Bodenkonstruktionen	20
8.1 Verlegen auf Betondecken	20
8.2 Verlegen auf Verbundestrichen	20
8.3 Verlegen auf Trennschicht	20
8.4 Verlegen auf schwimmendem Estrich	20
8.5 Verlegen auf Heizestrich	21
8.5.1 Feldgröße	21
8.5.2 Auf- und Abheizen des Estrichs, Maßnahmenprotokoll	21
8.5.3 Inbetriebnahme nach Fertigstellung	21
8.5.4 Betriebstemperatur	21
8.5.5 Bauarten von Heizestrichen	22
9. Abdichtungen	22
9.1 Abdichtungen nach DIN 18195	22
9.2 Verbundabdichtungen	22
10. Reinigung von Naturwerkstein-Belägen	23
11. Hinweise auf Normen und Richtlinien	24

1. Anforderungen an Naturwerkstein

1.1 Gesteinsauswahl

Für Innenbelagsarbeiten eignen sich die meisten Naturwerkstein-Sorten. Angesichts der Vielzahl der verfügbaren Gesteinsarten, ist eine sachgerechte Beratung durch Naturwerkstein-Fachbetriebe zu empfehlen. Hinweise, ob ein Gestein für die jeweilige Verwendung geeignet ist, enthält auch BTI 2.6 : Bauchem. und bauphys. Einflüsse auf Naturwerkstein Innenarbeiten.

Grundsätzliche Einschränkungen gelten für stark brekziöse Gesteinsarten, Gesteinsarten, die verstärkt von Tonadern (Styrolithen) durchzogen sind und Gesteine mit geringer Kornbindung und/oder zu weichem Mineralbestand. Diese Einschränkungen sind besonders zu beachten bei Konstruktionen auf Trennschichten, auf Dämmschichten und auf Fußbodenheizungen.

1.2 Fertigungstoleranzen

Anforderungen für Fliesen aus Naturstein, deren Nenndicke ≤ 12 mm beträgt, enthält **DIN EN 12057**. Nachstehende Anforderungen an die Maße, Ebenheit und Rechtwinkligkeit werden angegeben:

Eigenschaft	Grenzabmaße für Maße oder Form	
	unkalibrierte Fliesen	kalibrierte Fliesen ^a
Maße l, b	± 1 mm	$\pm 0,5$ mm
d	$\pm 1,5$ mm	$\pm 0,5$ mm
Ebenheit (nur für geschliffene und polierte Oberflächen)	0,15 %	0,10 %
Rechtwinkligkeit	0,15 %	0,10 %

^a Kalibrierte Fliesen sind Produkte, die zur Erzielung einer höheren Maßhaltigkeit bestimmten mechanischen Oberflächenbearbeitungen unterzogen und in einem dünnen Mörtelbett oder mit Klebstoffen an einem Bauwerk befestigt werden.

Anforderungen für Platten aus Naturstein, deren Nenndicke mehr als 12 mm beträgt, enthält **DIN EN 12058**. Nachstehende Anforderungen an die Maße, Ebenheit und Rechtwinkligkeit werden angegeben:

Anforderungen an die Dicke

bis 15 mm: zul. Abweichung $\pm 1,5$ mm
über 15 bis 30 mm: zul. Abweichung ± 10 %
über 30 bis 80 mm: zul. Abweichung ± 3 mm
über 80 mm: zul. Abweichung ± 5 mm

Falls die Platten mit Klebern oder in einem dünnen Mörtelbett zu verlegen sind, können engere Toleranzen erforderlich werden.

Anforderungen an die Ebenheit

Die Fehlergrenze der Ebenheit der Oberfläche darf nicht mehr als 0,2 % der Plattenlänge bzw. 3 mm betragen.

Anforderungen an die Länge und Breite

Nennmaß

der Länge oder Breite (mm)	< 600	> 600
Dicke der Kanten < 50 mm	± 1 mm	$\pm 1,5$ mm
Dicke der Kanten > 50 mm	± 2 mm	± 3 mm

Anforderungen an Winkel und Sonderformen

Alle Winkel der Platte müssen der festgelegten Form entsprechen.

Die zulässige Grenzabweichung muss an jeder Stelle den Anforderungen der jeweiligen Länge und Breite entsprechen. Sonderformen müssen mit Hilfe einer geeigneten Schablone auf Übereinstimmung geprüft werden.

1.3 Abriebfestigkeit

Die Abriebwerte variieren zwischen 4 cm³ und 60 cm³ pro 50 cm². Je höher der angegebene Wert, desto niedriger ist die vorhandene Abriebfestigkeit. Entsprechend der jeweiligen Nutzungsart, sollte die erforderliche Abriebfestigkeit eines Belages festgelegt werden. Die Ermittlung der Abriebfestigkeit erfolgt nach DIN 52108 oder DIN EN 14157-B durch die Verschleißprüfung mit der Schleifscheibe nach Böhme. Bei stark frequentierten Bodenbelägen in öffentlichen Bereichen sollten niedrige Werte des Schleifverlustes (z.B. unter 25 cm³/50 cm²) vorliegen. Der Verschleiß von Bodenbelägen wird erheblich von der Reinigung und Pflege der Bodenbeläge (vgl. BTI 3.2 Reinigung und Pflege) beeinflusst.

Gesteinsgruppen	Abnutzung durch Schleifen nach DIN 52108 (EN 14157-B) Verlust auf 50 cm ² in cm ³	
	Werte 1939	**Prüfwerte 1995
A. Erstarrungsgesteine		
1. Granit, Syenit		
2. Diorit, Gabbro	5 bis 8	4 bis 8
3. Quarzporphyr, Keratophyr, Porphyrit, Andesit		
4. Basalt, Melaphyr Basaltlava	5 bis 8,5 12 bis 15	
5. Diabas	5 bis 8	
B. Schichtgesteine		
6. Kieselige Gesteine		
a) Gangquarz, Quarzit, Grauwacke	7 bis 8	6 bis 35
b) quarzitisches Sandsteine	10 bis 14	7 bis 39
7. Kalksteine		
a) dichte (feste) Kalke und Dolomite (einschließlich Marmore)	15 bis 40	11 bis 36
b) sonstige Kalksteine einschließlich Kalkkonglomerate		14 bis 80 20 bis 35
C. Metamorphe Gesteine		
9. a) Gneise, Granulit	4 bis 10	
b) Amphibolit	6 bis 12	
c) Serpentin	8 bis 18	7 bis 25

1.4 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. Aufgrund der natürlichen Varietäten lassen sich mit einzelnen Musterplatten keine zugesicherten Eigenschaften darstellen.

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 ausdrücklich zulässig. Diese Schwankungen stellen die Einmaligkeit der Naturwerksteine dar.

Werden besondere Anforderungen an das Aussehen der Natursteine gestellt, so bedarf dies einer schriftlichen Vereinbarung. Die Möglichkeit einer Einschränkung der Bandbreite des natürlichen Vorkommens ist material- und mengenabhängig und wird durch Lieferung von einzelnen charakteristischen Musterplatten, die eine möglichst große Bandbreite der Varietäten zeigen, sowie Ausgrenzen von bestimmten natürlichen Erscheinungsbildern diskutiert. Die Auswahl kann nur aus Material der aktuellen Bruchschichten erfolgen und für kleinere Mengen in Betracht gezogen werden. 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.

1.5 Bearbeitung

Im Innenbereich werden im Allgemeinen die feineren Bearbeitungsarten von der geschliffenen Oberfläche bis zur polierten Oberfläche bevorzugt.

Gebräuchliche Bearbeitungsarten im Innenbereich sind für glatte Oberflächen: poliert, feingeschliffen, geschliffen, gebürstet;

für raue Oberflächen: gestrahlt, beflammt, gestockt, bruchrau.

Die Trittsicherheit beim Begehen sowie die Wartung des Belages werden wesentlich von der Bearbeitung der Oberflächen bestimmt. Um eine ausreichende Trittsicherheit im Sinne des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften zu erreichen, ist den in dem „Merkblatt für Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr“ (BGR 181) angegebenen Bewertungsgruppen zu entsprechen. Bereiche unterschiedlichster Nutzung werden in diesem Merkblatt mit den Bewertungsgruppen R9 (= niedrigste Anforderung) - R13 (= höchste Anforderung) klassifiziert. Eingangsbereiche sind z. B. der Bewertungsgruppe R9 zugeteilt. R9 kann mit geschlif-

fenen Oberflächen (C 120) erzielt werden. Das Merkblatt beschränkt sich auf solche Arbeitsräume, Arbeitsbereiche und betriebliche Verkehrswege, deren Fußböden nutzungsbedingt bzw. aus dem betrieblichen Ablauf heraus mit gleitfördernden Medien in Kontakt kommen und dadurch ein Risiko des Ausrutschens zu vermuten ist. Das Merkblatt bezieht sich nicht auf private und öffentliche Bereiche, die nur gelegentlich oder unplanmäßig mit gleitfördernden Medien in Kontakt kommen, wie z.B. Wohn- und Büroflächen. Nach Feststellung des zuständigen Fachausschusses der Berufsgenossenschaft ist davon auszugehen, dass Natursteinfußbodenbeläge mit der Oberflächenbearbeitung „geschliffen C 120“ sowohl in trockenem als auch in nassem Zustand für die Verwendung in Eingangsbereichen, die direkt aus dem Freien betreten werden, ausreichend rutschhemmend sind.

Die Trittsicherheit wird zudem von ausreichend dimensionierten Reinigungs- und Trockenlaufzonen, die nicht umgangen werden können, erhöht. Diese Sauberlaufzonen sollten entsprechend o.g. Merkblatt mindestens 1,50m in Laufrichtung aufweisen. Sie dürfen nicht verrutschen und keine Stolperstellen darstellen.

Die Rutschsicherheit von bereits eingebauten Bodenbelägen kann durch mechanische Behandlung (z. B. Schleifen, Strahlen) oder chemische Behandlung (z. B. Säurebehandlung) der Oberflächen erhöht werden. Für noch nicht eingebaute Bodenbeläge wird auch ein Laserverfahren angeboten.

Die Verbesserung der Rutschsicherheit wird durch eine Erhöhung der Rauigkeit der Belagsoberfläche erzielt. Bei der chemischen Nachbehandlung und dem Laserverfahren entstehen feine Poren in der Oberfläche. Mit zunehmender Rauigkeit eines Bodenbelags werden jedoch nicht nur dessen rutschhemmenden Eigenschaften verbessert, sondern auch die Verschmutzungsneigung erhöht und die Reinigungsfreundlichkeit vermindert. Deshalb werden die rutschhemmenden Eigenschaften erheblich von der laufenden Reinigung und der Nutzung der Bodenfläche beeinflusst. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass rutschhemmend behandelten Bodenbelägen bei der Reinigung und Pflege besonders sorgfältig behandelt werden müssen, damit die geforderten Eigenschaften erhalten bleiben.

Für nassbelastete Barfussbereiche gelten entsprechend GUV-I 8527 (bisher GUV 26.17) besondere Anforderungen. Die Prüfung der Bodenbeläge erfolgt nach DIN 51097 ebenfalls auf der schiefen Ebene, jedoch barfuss und mit dem Gleitmittel Wasser. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind somit nicht mit den Prüfergebnissen nach DIN 51130 für R-Werte vergleichbar. Entsprechend den unterschiedlichen Rutschgefahren werden die einzelnen Barfussbereiche den Bewertungsgruppen A, B oder C zugeordnet, wobei die Anforderungen an die Rauigkeit von A nach C zunehmen.

1.6 Plattendicken

Nach DIN 18332, Ziffer 2.1.1 richtet sich die Dicke der Platten nach der Beanspruchung, der Gesteinsfestigkeit, dem Plattenformat, der Verlegetechnik und dem Untergrund.

Nachstehende Plattendicken werden für eine Verlegung im üblichen Mörtelbett empfohlen:

Unterer Erwartungswert der Biegezugfestigkeit in MPa	≤ 4	> 4 bis 10	> 10
Mindestplattendicke in cm	4	3	2

Die Plattendicke für Innenbeläge mit hohen Belastungen und für befahrbare Bodenbeläge (auch Reinigungsmaschinen), die im Mörtelbett verlegt werden, sollte mind. 30mm betragen. Die erforderliche Plattendicke kann nach dem Bemessungsverfahren DNV4 ermittelt werden.* Hochbelastete Belagskonstruktionen mit Wärme- und/oder Schalldämmstoffen sind problematisch. Für hochbelastete Bodenbeläge ist grundsätzlich eine Verbundkonstruktion anzustreben.

Natursteinfliesen mit einer Seitenlänge bis 40 cm müssen nach DIN 18352 min. 7 mm, Natursteinriemchen min. 10 mm dick sein. Solnhofener Platten für Bodenbeläge müssen nach DIN 18352 mit einer Seitenlänge bis zu 35 cm min. 10 mm mit einer Seitenlänge über 35 cm min. 15 mm dick sein.

Für das Verlegen im Dünnbettverfahren müssen Fliesen aus Naturstein min. 10 mm dick sein und höhere Anforderungen an die Dickentoleranzen erfüllen. Solchen Fliesen sind üblicherweise kalibriert oder entsprechend den Plattendicken sortiert.

Entscheidend für die Tragfähigkeit der Natursteinbeläge ist die Steifigkeit des tragenden Untergrundes. Sind im Untergrund nicht ausreichend tragfähige Materialien wie z. B. Wärmedämmungen, Trittschalldämmungen o. ä. vorgesehen, ist über solchen Materialien eine Tragschicht mit lastverteilenden Eigenschaften anzuordnen. Die Ausführung solcher Tragschichten ist in DIN 18560 - Estriche im Bauwesen - geregelt. Nach DIN 18560 Teil 2 ist bereits bei üblichen Verkehrsbelastungen im Wohnungsbereich von 2 kN/m² ein Zementestrich mit einer Mindestdicke von 45 mm vorzusehen. Bei größeren Verkehrslasten ist die Dicke des Estrichs vom Planer entsprechend der vorgesehenen Belastung zu erhöhen. Die erforderliche Tragschichtdicke kann ebenfalls mit dem Bemessungsverfahren DNV4 ermittelt werden.*

Bei Hohlböden, Doppelböden und vergleichbaren Bodenkonstruktionen sollte die zulässige Verformung unter der maßgebenden Einzellast max. 0,5 mm betragen.

1.7 Plattenformate

Das Plattenformat hängt ab von der vorgesehenen Beanspruchung, der Dicke der Platten und deren technisch-physikalischen Werten sowie von der Verlegetechnik.

Erfolgt die Verlegung im Mörtelbett nach Abs. 2.1 oder 2.2, können auch großformatige Platten mit Kantenlängen über 60 cm verlegt werden. Das Dünnbettverfahren nach Abs. 2.3 ist wegen der geringen Toleranzausgleichsmöglichkeiten nur für kleinformatige, kalibrierte Fliesen bzw. Platten mit einer Kantenlänge bis 60 cm zu empfehlen. Das Mittelbettverfahren nach Abs. 3.4 lässt i.d.R. auch die Verlegung größerformatiger Fliesen und Platten (Kantenlängen bis ca. 80 cm) zu.

Bei hohen Nutzlasten sind quadratische Plattenformate zu bevorzugen. Grundsätzlich sollte das Seitenverhältnis der Naturwerksteinplatten < 3:1, bei beheizten Fußbodenkonstruktionen < 2,5:1 sein.

Bei Belägen über Heizestrichen wird empfohlen, Fliesen und Platten mit geradlinig verlaufenden Fugen (Kreuzfugen) zu verlegen. Das Risiko der Rissbildung bei Belägen mit versetzten Fugen wird durch gleichmäßige Temperaturen im Bodenbelag minimiert.

2. Mörtel für Innenbelagsarbeiten

2.1 Dickbettmörtel mit dichtem Gefüge

Nach DIN 18332, Ziffer 3.2.4 sind für Beläge im Innenbereich, die im Dickbett anzusetzen sind, Mörtelbettdicken von 10-20 mm herzustellen. Die Qualität eines Dickbettmörtelbettes muss den Anforderungen nach BTI 2.5, Mörtel für Innenarbeiten, entsprechen.

Der Verdichtungsgrad des Mörtels ist von entscheidender Bedeutung für die Endfestigkeit. Bei einer hochwertigen Verlegung der Platten ist es sinnvoll, das Mörtelbett überhöht abzuziehen und die Platten anschließend in das frische Mörtelbett intensiv auf Höhe einzuklopfen. Durch diese Arbeitsweise wird sowohl eine intensive Verdichtung des Mörtels als auch eine hohlraumarme Bettung der Naturwerksteinplatten erreicht. Üblicherweise werden Bettungsflächen über 60 % der Fläche der Plattenrückseiten erzielt. Bei besonderen Anforderungen können auch hohlraumärmere Bettungen hergestellt werden.

Bei dichten Naturwerksteinen mit glatten Rückseiten ist die Verwendung einer für die jeweilige Natursteinsorte geeignete Haftbrücke empfehlenswert (siehe 2.6).

Verlegemörtel können den über Dämmschichten und Trennschichten als Lastverteilungsschicht erforderlichen Estrich nach DIN 18560 nicht ersetzen.

Für Auffüllungen auf Tragschichten sind Mörtel mit einer Korngröße von 0-8 mm in steifer Konsistenz oder Mörtel mit haufwerkporigem Gefüge nach Abs. 2.2 zu verwenden.

Bei der Verlegung dünner, großformatiger, verformungssensibler Naturwerksteine besteht auf Grund des lang einwirkenden Feuchtigkeitspotenzials ein erhebliches Risiko der Überzahnbildung durch „Aufschüsseln“.

2.2 Zementmörtel mit haufwerkporigem Gefüge

Entgegen den Anforderungen der **DIN 18332 Abs. 3.2.3** ist für haufwerksporige Mörtel (Einkornmörtel) ein **Mischungsverhältnis Zement zu Sand** von etwa **1 : 6 Raumteilen** zu empfehlen. Als Zuschlag ist beispielsweise Kies der Körnung 2/4 bis 4/8 oder Splitt 2/5 bis 4/11 ohne Feinanteile unter 2mm zu verwenden. Der Zementleim darf die Poren nicht verschließen. Vor der Verlegung ist eine Eignungsprüfung des Mörtels empfehlenswert.

Ebenfalls ist die in **DIN 18332 Abs. 3.2.4** angegebene **Mörtelbettdicke** für Bodenbeläge im Innenbereich von 10mm bis 20mm bei der Verwendung eines Mörtels mit grober Körnung zum erforderlichen Ausgleich der Toleranzen auf etwa **50 bis 60mm** zu erhöhen. Aufgrund des geringen Wasseranspruchs und der geringeren Schwindverformung dieser Mörtel ist dies konstruktiv möglich. Zur Sicherstellung des Haftverbundes ist eine Kontaktschicht zwischen Naturwerkstein und Verlegemörtel vorzusehen.

Wegen der un stetigen Sieblinie und der nicht vollständigen Umhüllung der Körner mit Bindemittel sowie der daraus resultierenden reduzierten Oberflächenfestigkeit können Biege- und Scherkräfte vom Mörtel nur bedingt aufgenommen werden.

Haufwerkporige Mörtel (Einkornmörtel) eignen sich für die Herstellung von Lastverteilungsschichten und Auffüllungen auf starren Untergründen, die aufgrund der schnellen Trocknung frühzeitig mit Naturwerkstein belegbar sind. Für die Bemessung der erforderlichen Dicke der Tragschicht ist die geringere Biegezugfestigkeit solcher haufwerkporiger Mörtel zu berücksichtigen.

Bei Verkehrslasten über 2 kN (Einzellast) ist die Dicke der Lastverteilungsschicht vom Planer entsprechend der vorgesehenen Belastung zu bemessen. Die erforderliche Tragschichtdicke kann ebenfalls mit dem Bemessungsverfahren DNV4 ermittelt werden.*

2.3 Dünnbettmörtel/Mittelbettmörtel

Als Dünnbettmörtel/Mittelbettmörtel sind Mörtelsysteme definiert, welche mittels Kammspachtel auf den Untergrund und/oder auf die Plattenrückseite in Schichtdicken zwischen 2 und 5 Millimeter (Dünnbettmörtel) und 5-30 Millimeter (Mittelbettmörtel) aufgetragen werden.

Applikationsverfahren und Anforderungen an den Verlegeuntergrund sind in der DIN 18157, Anforderungen an den Dünnbettmörtel selbst in der DIN EN 12004 definiert.

Da Naturwerksteine bezüglich ihrer Zusammensetzung und Entstehungsgeschichte unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, sind bei der Auswahl des Dünnbettmörtels grundsätzlich mögliche Auswirkungen spezieller produktspezifischer Eigenschaften

des Mörtels auf die Optik des Naturwerksteins und dessen Verformungsverhalten zu berücksichtigen. Nur vom Hersteller für die Naturstein-Verlegung als geeignet ausgewiesene Dünnbettmörtel sind zu verwenden. Die Verlegehinweise der Hersteller sind zu beachten.

Sofern keine Erfahrungen mit dem Dünnbettmörtel und der jeweiligen Natursteinsorte vorliegen, ist eine Eignungsprüfung erforderlich, damit Verfärbungen bzw. Überzahnbildung durch „Aufschüsseln“ ausgeschlossen werden können.

Je dünner die Mörtelbettdicke desto geringer ist die Möglichkeit Dickentoleranzen vom Naturwerkstein und Unebenheiten im Untergrund auszugleichen. Das Dünnbettverfahren sollte deshalb nur für kalibrierte Platten mit einer maximalen Kantenlänge von 600 Millimeter auf Untergründen mit erhöhten Anforderungen an die Ebenheit zur Anwendung kommen.

2.3.1 Floating-Verfahren

Beim Floating-Verfahren wird der Dünnbettmörtel mit der Glättkelle auf den Untergrund aufgezogen und dabei kräftig in den Untergrund einmassiert. Evtl. auf dem Untergrund vorhandene, kleinere Staubpartikel werden somit vom Mörtel aufgenommen, der Mörtel dringt in die raue Oberfläche des Untergrundes ein. Auf diese Schicht wird im zweiten Arbeitsgang der Dünnbettmörtel in der für die Abkämmung erforderlichen Schichtdicke aufgetragen und mit einem Anstellwinkel von ca. 60° abgekämmt.

Mit diesem Verfahren werden üblicherweise Bettungsflächen von ca. 65 % der Fläche der Plattenrückseiten erzielt.

2.3.2 Buttering-Verfahren

Bei diesem Verfahren wird der Dünnbettmörtel auf die Rückseite der Belagsplatte gleichmäßig aufgetragen und mit der Belagsplatte verlegt.

Mit diesem Verfahren werden üblicherweise Bettungsflächen von ca. 65 % der Fläche der Plattenrückseiten auf dem Untergrund erzielt.

2.3.3 Kombiniertes Verfahren (Floating-Buttering-Verfahren)

Es wird empfohlen, bei Natursteinbelägen in Nassbereichen oder bei hochbeanspruchten Flächen (Beanspruchungsgruppe III bis V nach dem ZDB-Merkblatt „Hochbelastete Bodenbeläge) den Dünnbettmörtel sowohl auf den zu bekleidenden Estrich als auch auf die Rückseite der Platte aufzubringen. Der Verlegemörtel auf dem Estrich wird abgekämmt, der auf der Plattenrückseite wird gleichmäßig dick aufgezogen.

Mit diesem Verfahren werden üblicherweise Bettungsflächen von bis zu 90 % der Fläche der Plattenrückseiten erzielt.

2.5 Arten der Verlegemörtel für das Dünnbettverfahren

2.5.1 Hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel

Hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel werden meistens als werkmäßig hergestellte Trockenmischungen aus Zement, Zuschlägen und Kunststoffen auf der Baustelle mit Wasser angemacht (Typ C gem. DIN EN 12004). Sie erhärten durch Hydratation und stellen die gebräuchlichste Klebemörtelart dar. Die Verarbeitung erfolgt entsprechend der Herstellerangaben.

Bei bauseits hergestellten Mörtelmischungen ist eine Eignungsprüfung erforderlich.

2.5.2 Dispersionsklebstoffe

Dispersionskleber (Typ D gem. DIN EN 12004) sind ein gebrauchsfertiges Gemisch aus organischen Bindemitteln in Form einer wässrigen Polymerdispersion, organischen Zusätzen und mineralischen Füllstoffen. Sie erhärten durch Wasserabgabe. Sie sind daher grundsätzlich nicht feuchtigkeitsbeständig, weil sie unter Feuchtigkeitseinfluss wieder aufweichen. Dispersionsklebstoffe erfordern mindestens eine poröse, saugende Klebefläche um zur Erhärtung Feuchtigkeit abgeben zu können. Sie werden vornehmlich im Floating Verfahren eingesetzt.

Aufgrund der Verfärbungsgefahr werden Dispersionsklebstoffe selten für die Verlegung von Naturstein verwendet.

2.5.3 Reaktionsharzklebstoffe

Reaktionsharzklebstoffe (Typ R gem. DIN EN 12004) sind ein Gemisch aus synthetischem Harz, mineralischen Füllstoffen und organischen Zusätzen, bei dem die Aushärtung durch eine chemische Reaktion erfolgt. Sie können aus unterschiedlichen Harzen (Polyurethan, Epoxid etc.) hergestellt sein. Sie sind ein- oder mehrkomponentig erhältlich.

Sie verfügen über ein hohes Haftspektrum und eignen sich deshalb besonders zur Verlegung von Naturwerksteinen auf dichten, glatten Untergründen, wie z.B. Stahl, PVC etc.

Epoxidharzklebstoffe weisen eine hohe Chemikalienbeständigkeit auf und werden deshalb u. a. in jenen Bereichen eingesetzt, die einer hohen Belastung durch Reinigungsmittel oder anderen chemischen Aggressoren unterliegen, wie beispielsweise Bodenflächen in Schwimmbädern.

Polyurethanharzklebstoffe kommen zur Verlegung äußerst verformungs- und verfärbungssensibler Naturwerksteine zur Anwendung. Sie sind flexibler als Epoxidharzklebstoffe, weisen jedoch aber eine deutlich geringere Chemikalienbeständigkeit auf.

Da Naturwerksteine bezüglich ihrer Zusammensetzung und Entstehungsgeschichte unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, sind bei der Auswahl des Reaktionsharzklebstoffs grundsätzlich Eignungsprüfungen erforderlich.

2.6 Kontaktschicht

Das Haftvermögen glatter Plattenrückseiten kann durch eine Kontaktschicht verbessert werden. Bei einer Verlegung auf haufwerkporigen Mörteln (Einkornmörtel) ist sie für einen ausreichenden Haftkontakt erforderlich.

Die Kontaktschicht kann durch Auftragen geeigneter Haftbrücken auf der Plattenrückseite erzeugt werden. Herstellerangaben zur Verarbeitung der Haftbrücken sind zu beachten.

Aufgrund der Vielzahl der möglichen Kontaktschichten ist grundsätzlich eine Eignungsprüfung zu empfehlen.

3. Mineralische Fugen

Die Fugenbreite der mineralischen Mörtelfuge richtet sich nach Art und Format der Platten, sowie nach dem Zweck und der Beanspruchung sowie der Art der Verfugung. Die Abmaße der Platten sind in den Fugen auszugleichen. Die Breite der mineralischen Mörtelfuge soll bei Plattenformaten bis 60 cm Kantenlänge ca. 3 mm, bei größeren Kantenlängen ca. 5 mm betragen.

Die Auswahl des Fugenmörtels und des Applikationsverfahrens (Spritz-, Schlämm- oder Fugeisenverfahren) erfolgt in Abhängigkeit der Oberflächenbeschaffenheit des Naturwerksteins und dessen Verfärbungssensibilität.

Das Verfugen darf erst nach Austrocknung des Verlegemörtels erfolgen. Deshalb sollen die Fugen möglichst 14 Tage offen bleiben. In dieser Zeit darf der Belag nicht begangen und nicht belastet werden, um Schäden und Verunreinigungen der offenen Fugen zu vermeiden.

Üblicher Fugenmörtel wird aus Trasszement und gewaschenem Sand (Feinsand, 0-2 mm, abgeseibt) ca. im Verhältnis 1:2 bis 1 : 3 Raumteile hergestellt. Es können auch geeignete Werk-Fugenmörtel nach DIN EN 13888, vorzugsweise der Güteklasse CG2, verwendet werden. Zur Auswahl geeigneter Fugenmörtel empfiehlt sich eine Probeverfugung durchzuführen. Das Größtkorn des Fugenmörtels ist der Fugenbreite anzupassen.

Vor dem Verfugen sind die Beläge gering anzufeuchten. Bei der Verwendung von Werk-Fugenmörteln sind die Angaben der Hersteller zu beachten. Frisch verfugte Beläge sind gründlich zu säubern.

Mineralische Fugen sind Wartungsfugen und können insbesondere bei Temperaturbeanspruchungen der Bodenbeläge reißen.

Knirschfugen entsprechen nicht den anerkannten Regeln der Technik und sind zu vermeiden. Sollten in Ausnahmefällen, beispielsweise bei nachträglich eingeschliffenen Bodenbelägen, die im direkten Verbund auf einer Betondecke verlegt wurden, Knirschfugen vereinbart werden, sind vor der Verlegung ebenfalls die Gewährleistungsansprüche im Schadensfall zu vereinbaren.

4. Anforderungen an die Verlegeuntergründe

4.1 Grundsätze

Naturwerkstein wird meist wegen seiner hohen optischen und physikalisch-technischen Qualitäten als Belagsstoff ausgewählt. Der Verlegeuntergrund darf diese Qualitäten in keiner Weise beeinträchtigen. Die Verlegeuntergründe müssen ausreichend tragfähig, verformungsarm, frei von Rissen, Verschmutzungen und größeren Unebenheiten als nach DIN 18202 zulässig sein. Nach DIN 18332, Ziffer 3.1.1 müssen ferner Bedenken geltend gemacht werden bei:

- > fehlendem, ungenügendem oder von der Angabe in den Ausführungszeichnungen abweichendem Gefälle
- > fehlendem Aufheizprotokoll bei beheizten Fußbodenkonstruktionen.
- > nicht ausreichender Konstruktionshöhe
- > fehlenden Höhenbezugspunkten je Geschoß

Weiterhin sind Bedenken anzumelden bei:

- > fehlenden Bewegungsfugen
- > feuchten Untergründen
- > nachgiebigen Untergründen.

Auf feuchten Untergründen darf nicht verlegt werden. Wasserführende Untergründe müssen vor der Verlegung bauseitig abgedichtet werden (siehe Abs. 9).

Die Tragfähigkeit der Verlegeuntergründe ist entscheidend für die Dauerhaftigkeit der Natursteinbeläge. Tragschichten sind vom Planer unter Berücksichtigung der zu erwartenden Belastung zu bemessen. Verlegemörtel für Naturwerksteinbeläge, auch wenn sie in größeren Schichtdicken als 10mm bis 20mm entsprechend DIN 18332 eingebracht werden, sind für die Herstellung von Tragschichten ungeeignet. Ein Mörtelbett erfüllt nicht die Anforderungen an einen Estrich nach DIN 18560.

Die Verbundwirkung zwischen dem Belagsaufbau und dem Untergrund muss sichergestellt werden. In Abhängigkeit von der Belastung muss ein ausreichender Haftverbund erzielt werden. Der Verlegeuntergrund ist i.d.R. für die Verlegung vorzubereiten. Zweckmäßigerweise wird die haftfähige Oberfläche vor dem Verlegen mit einem Industriestaubsauger abgesaugt. Besenreine Oberflächen sind, besonders bei der Dünnbettverlegungen nicht ausreichend. Wird eine lediglich besenreine Oberfläche eines Zementestrichs vor dem Verlegen angenässt, entsteht eine Schlammsschicht, die einen Verbund behindert. Dünnbettmörtel müssen für einen guten Haftverbund kräftig auf der Oberfläche eingerieben werden.

Bindemittelanreicherungen an der Oberfläche und minderfeste Schichten müssen vor dem Verlegen entfernt werden, da diese Schichten keinen ausreichenden

Haftverbund mit der darunter liegenden Tragschicht haben. Der Einsatz von werksfertigen Haftbrücken setzt ebenfalls derartig behandelte Oberflächen voraus.

Der Planer muss ebenfalls einen Fugenplan vorlegen, in dem alle erforderlichen Bewegungsfugen (siehe Abs. 6) eingezeichnet sind, die an gleicher Stelle in den Naturwerksteinbelag zu übernehmen sind.

Bei beheizten Fußbodenkonstruktionen ist zusätzlich das Merkblatt „Schnittstellenkoordination“ zu beachten.

4.2 Betondecken

Betondecken sind bevorzugte Untergründe für hochbelastete Bodenbeläge.

Bodenbeläge aus Naturwerkstein, die im direkten Verbund mit einer Betondecke verlegt werden, zeichnen sich durch eine extrem hohe Belastbarkeit und geringe Schadensanfälligkeit aus.

Betondecken müssen ausreichend Tragfähig sein und dürfen keine schädlichen Verformungen (z.B. Durchbiegung) aufweisen. Die Restfeuchte im Betonquerschnitt darf max. 3 cm % betragen.

Zur Verbesserung des Haftverbundes kann eine zementäre Haftschrämme auf die gereinigte Betondecke aufgebracht werden.

Sind haftungsmindernde oder trennende Schichten wie z.B. Abdichtungen vorhanden, die einen direkten Haftverbund verhindern, ist der Einbau eines Estrichs als Tragschicht entsprechend DIN 18560 erforderlich.

4.3 Estriche, Konstruktionsarten und Dicken

Ein Estrich ist eine Lastverteilungsschicht, deren Dicke sich nach der auftretenden Belastung und der Weiterleitung der Last in den tragenden Untergrund richtet. Ein Estrich als Verlegeuntergrund soll entsprechend DIN 18353, Estricharbeiten, Ziffer 3.1.4, gleichmäßig dick sein. (Achtung: lt. DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 3, sind Estrichtoleranzen von 10mm bei 4 m Messlänge zulässig!)

Für hochbelastete Beläge (Verkehrslast über 2,0 kN/m² bzw. 2 kN Einzellast) ist die erforderliche Dicke des Estrichs zu bemessen (z.B. mit dem Bemessungsprogramm DNV4). Verlegemörtel (Dickbettmörtel) für Natursteinplatten können den als Lastverteilungsschicht erforderlichen Estrich nach DIN 18560 nicht ersetzen.

Erforderliche Gefälle von Belagsoberfläche sind entweder bereits in der Betondecke oder durch einen gesonderten Gefälleestrich vorzusehen. Der Querschnitt des Estrichs darf nicht durch Rohrleitungen und dergl. geschwächt werden, andernfalls ist ein Ausgleichestrich anzuordnen.

Tab. 1: Übersicht der Estrichnennndicken in mm nach DIN 18560

Estrichkonstruktion	Zementestrich	Calciumsulfatestrich	Gussasphaltestrich
Verbundestrich DIN 18560, Teil 3	min.10, max. 50 bei einschichtigem Estrich	min.10, max. 50 bei einschichtigem Estrich	max. 40 bei einschichtigem Estrich
Estrich auf Trennschicht DIN 18560, Teil 4	min. 35 bei einschichtigem Estrich	min. 30 bei einschichtigem Estrich	min. 20 bei einschichtigem Estrich
Estrich auf Dämmschicht, DIN 18560, Teil 2	min. 45 ^a min. 65 ^b min. 70 ^c min. 75 ^d	min. 45 ^a min. 50 ^b min. 60 ^c min. 65 ^d	min. 45 a (nicht zu empfehlen bei höheren Lasten)
Estrich auf Fußbodenheizung, DIN 18560, Teil 2	Wie vor, zuzüglich Rohrquerschnitt (Bauart A)	Wie vor, zuzüglich Rohrquerschnitt (Bauart A)	(nicht zu empfehlen)

a) Lotrechte Flächenlast $\leq 2 \text{ kN/m}^2$

b) Lotrechte Flächenlast $\leq 3 \text{ kN/m}^2$, Einzellast bis 2 kN

c) Lotrechte Flächenlast $\leq 4 \text{ kN/m}^2$, Einzellast bis 3 kN

d) Lotrechte Flächenlast $\leq 5 \text{ kN/m}^2$, Einzellast bis 4 kN

Bei befahrbaren Bodenbelägen sind besondere Überlegungen hinsichtlich der Radlasten und Aufstandsflächen der Räder (Bodenpressungen) sowie eine statische Bemessung der erforderlichen Estrichdicke, beispielsweise mit dem Bemessungsprogramm DNV4, erforderlich (siehe Abs. 5).

4.3.1 Verbundestrich

Verbundestriche nach DIN 18560-3 sind bevorzugte Untergründe für hochbelastete Bodenbeläge. Bodenbeläge aus Naturwerkstein, die im direkten Verbund auf einem Verbundestrich verlegt werden, zeichnen sich durch eine extrem hohe Belastbarkeit und geringe Schadensanfälligkeit aus. Verbundestriche werden vielfach als Höhenausgleichsschicht verwendet.

Die Estrichnennndicke sollte bei einschichtigem Estrich

– 40 mm bei Gussasphaltestrichen

– 50 mm bei Calciumsulfat- und Zementestrichen

nicht überschreiten.

4.3.2 Estrich auf Trennschicht

Estriche auf Trennschichten sind vom tragenden Untergrund durch eine dünne Zwischenlage (Trennstrich) getrennt. Diese Estrichkonstruktionen gestatten keinen Verbund mit dem tragenden Untergrund. Hier kann das baustoffbedingte Schwinden zu Verwölbungen des Estrichs führen, aber auch zu Verwölbungen und Rissen im Belag, wenn die Restfeuchte vor dem Verlegen des Plattenbelages noch zu groß war.

Die Estrichnennndicke sollte bei einschichtigem Estrich

– 20 mm bei Gussasphaltestrichen

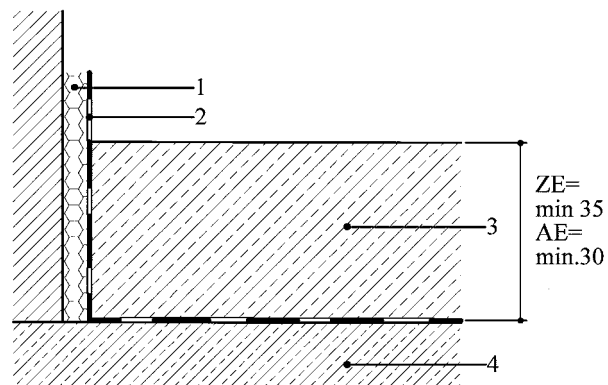
– 30 mm bei Calciumsulfatestrichen

– 35 mm bei Zementestrichen

nicht unterschreiten.

Bei Verkehrslasten ab 2 kN Einzellast ist die Estrichnennndicke in Abhängigkeit von der Belastung zu erhöhen.

Abb. 1: Estrich auf Trennlage



- 1: Randdämmstreifen
- 2: Trennschicht
- 3: Estrich auf Trennschicht
- 4: Tragender Untergrund

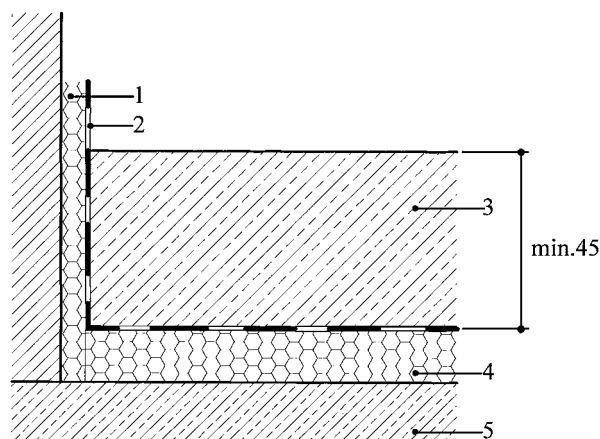
4.3.3 Estrich auf Dämmschicht

Schwimmende Estriche nach DIN 18560 Teil 2 sind immer erforderlich, wenn im Untergrund nicht tragfähige Schichten wie Trittschall- oder Wärmedämmungen vorhanden sind.

Diese Estrichkonstruktionen gestatten keinen Verbund mit dem tragenden Untergrund. Hier kann das baustoffbedingte Schwinden zu Verwölbungen des Estrichs führen, aber auch zu Verwölbungen und Rissen im Belag, wenn die Restfeuchte (siehe Abs. 4.4) vor dem Verlegen des Plattenbelages noch zu groß ist.

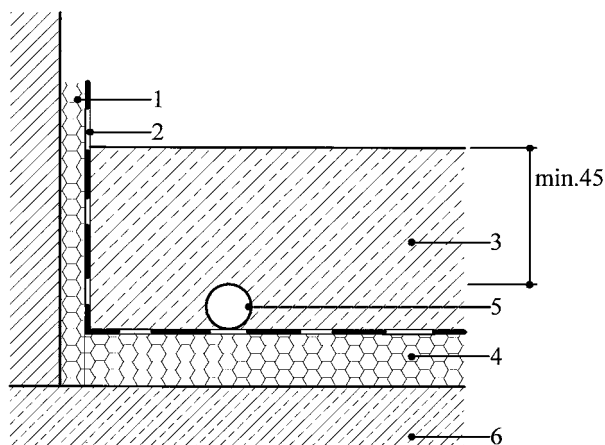
Die Nenndicke von Calciumsulfat-Fließestrichen darf unter Natursteinbelägen 40 mm, bei allen anderen Estricharten 45 mm nicht unterschreiten. Bei Estrichen mit geringerer Dicke muss eine Prüfung auf Tragfähigkeit, bei Stein- und keramischen Belägen auch auf Durchbiegung durchgeführt werden. Bei dieser Prüfung darf der Probekörper unter einer Prüflast von 400 N nicht brechen, und die Durchbiegung darf höchstens 0,15 mm betragen.

Abb. 2: Estrich auf Dämmschichten



- 1: Randdämmstreifen
- 2: Trennschicht
- 3: Estrich auf Dämmschicht, Nenndicke nach DIN 18560 Teil 2
- 4: Dämmschicht
- 5: Tragender Untergrund

Abb. 3: Beheizter Estrich auf Dämmschichten



- 1: Randdämmstreifen
- 2: Trennschicht
- 3: Estrich, Nenndicke nach DIN 18560 Teil 2 + Außendurchmesser Heizrohr
- 4: Dämmschicht
- 5: Heizrohr
- 6: Tragender Untergrund

Die erforderliche Dicke der Estriche auf Dämmschichten richtet sich nach der Art und Festigkeit der Estriche sowie der vorgesehenen Nutzlasten.

Für Estriche der üblichen Art und für lotrechte Nutzlasten bis 4 kN Einzellast können die erforderlichen Estrichennicken den Tab. 1 bis 4 der DIN 18560-2 entnommen werden.

Der tragende Untergrund zur Aufnahme des schwimmenden Estrichs muss ausreichend fest, eben und trocken sein. Die Ebenheit der Oberfläche muss DIN 18202, Maßtoleranzen im Hochbau, Abs. 4, Tab. 3, Zeile 2 entsprechen, eine vollflächige Auflage der Dämmschicht ermöglichen und den Einbau gleichmäßig dicker Schichten zulassen. Größere Unebenheiten sind vorher durch einen Ausgleichsestrich bzw. Abschleifen zu beseitigen.

Mörtelreste, punktförmige Erhebungen, die zu Schallbrücken und/oder Unterschiede in den Mörteldicken führen können, sind zu beseitigen.

Falls Rohrleitungen auf dem tragenden Untergrund verlegt sind, müssen sie befestigt sein. Durch einen Ausgleichsestrich ist wieder eine ebene Oberfläche zur Aufnahme der Dämmschicht zu schaffen. Ungebundene Schüttungen aus Natur- oder Brechsand dürfen für den Ausgleich nicht verwendet werden.

Erforderliches Gefälle ist im tragenden Untergrund vorzusehen.

Dämmstoffe müssen den entsprechenden Produktnormen oder bauaufsichtlichen Zulassungen entsprechen.

Die Zusammendrückbarkeit der Dämmschichten darf unter Naturwerksteinbelägen 5 mm nicht überschreiten. Bei mehrlagigen Dämmschichten darf die Zusammendrückbarkeit insgesamt 5 mm nicht überschreiten, der Dämmstoff mit der geringeren Zusammendrückbarkeit sollte oben liegen. Bei mehrlagigem Einbau der Dämmschichten hat der Einbau fugenversetzt zu erfolgen.

An Wänden und an anderen aufgehenden Bauteilen, z.B. Türzargen, Rohrleitungen, etc. sind vor dem Einbau des Estrichs schalldämmende Randstreifen aus Mineralwolle, Styropor oder Schaumstoff anzukleben. Sie sind umlaufend und ohne Unterbrechung einzubauen. Die Randstreifen müssen vom tragenden Untergrund bis über die Oberfläche des Belages reichen und ca. 8 mm bis 10 mm breit sein. Die Randstreifen und die hochgezogene Abdeckung dürfen erst nach Fertigstellung des Belages abgeschnitten werden.

Die Dämmschicht muss vor dem Aufbringen des Estrichs z.B. mit einer Polyethylenfolie, min. 0,1 mm dick oder einem anderen Erzeugnis vergleichbarer Eigenschaften abgedeckt werden. Die einzelnen Bahnen müssen sich an den Stößen min. 8 cm überdecken. Die Abdeckung ist an den Randstreifen hochzuführen und darf erst nach der Fertigstellung der Belagsarbeiten abgeschnitten werden. Diese Abdeckungen ersetzen weder Dampfbremsen noch Abdichtungen gegen Feuchtigkeit. Sie sollen lediglich die Durchfeuchtung der Dämmschicht durch das Anmachewasser sowie die Bildung von Mörtelbrücken verhindern.

4.4 Estricharten und Verlegereife

Estriche dürfen erst mit Natursteinen belegt werden, wenn sie eine ausreichende Festigkeit (i.d.R. nach 28 Tagen) erreicht haben und wenn sie keine schadenswirksame Restfeuchte aufweisen. Die erforderliche Trocknung der Estriche ist abhängig von der Nennstärke und dem Raumklima. Insbesondere bei Neubauten mit hoher Luftfeuchtigkeit kann die erforderliche Trocknungszeit weit mehr als 28 Tage betragen. Vor dem Verlegen ist immer die Restfeuchte zu bestimmen. Zur Überprüfung der Verlegereife empfiehlt es sich, unmittelbar vor der Verlegung aus der unteren Estrichzone von der örtlichen Bauleitung eine Materialprobe entnehmen zu lassen und die massebezogene Restfeuchte mittels des CM-Geräts (Calcium-Carbid-Methode) bestimmen zu lassen. Zur einfachen Überprüfung kann vor der CM-Messung eine Kontrolle der Feuchtigkeitsgehalte mit einem elektronischen Messgerät erfolgen.

Nachstehende maximale Restfeuchtegehalte, gemessen mit dem CM-Gerät, sind zu beachten:

- bei Verbund-Zementestrichen $\leq 3 \text{ CM-\%}$
- bei unbeheizten schwimmenden Zementestrichen $\leq 2,5 \text{ CM-\%}$.
- bei beheizten schwimmenden Zementestrichen $\leq 2 \text{ CM-\%}$.
- bei unbeheizten schwimmenden Calciumsulfatestrichen $\leq 0,5 \text{ CM-\%}$.
- bei beheizten schwimmenden Calciumsulfatestrichen $\leq 0,3 \text{ CM-\%}$.

Die erforderlichen, langen Trocknungszeiten von konventionellen Estrichen haben zur Entwicklung von Schnellestrichen geführt, die vor allem bei Umbau- und Renovierungsmaßnahmen zum Einsatz kommen. Schnellestriche sind auf Zementbasis hergestellt und weisen ein ähnlich hohes Schwindverhalten auf wie normal erhärtende Estriche auf Portlandzementbasis.

Die jeweiligen Herstellerangaben der Trocknungszeiten sowie zulässigen Restfeuchtegehalte sind bei der Verarbeitung unbedingt zu beachten. Schnellestriche sind auf Grund ihrer speziellen Bindemittelvariante teurer als herkömmliche Estriche mit dem Vorteil sehr kurzer Abbinde- und Liegezeiten.

Bei Zement-Verbundestrichen bis ca. 5 cm Dicke kann das baustoffbedingte Schwinden von ca. 0,07 % oder 0,7 mm/m von der Verbundwirkung des Estrichs mit dem tragenden Untergrund aufgenommen werden. Auf einem einschichtigen Estrich mit einer Dicke < 5 cm kann i.d.R. nach 28 Tagen, nach Erreichen der Nennfestigkeit, verlegt werden.

Bei einer Dünnbettverlegung darf die von den Mörtelherstellern geforderte maximal zulässige Restfeuchte nicht überschritten werden.

Estriche müssen risse- und verwölbungsfrei sein und die Ebenheitsanforderung nach DIN 18202 erfüllen. Bei einer Verlegung im Dünn- oder Mittelbett muss die Ebenheit der Estrich-Oberfläche den erhöhten Anforderungen der DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 2 entsprechen. Für die Verlegung großformatiger Fliesen und Platten im Dünn- oder Mittelbett ist eine Ausgleichspachtelung des Untergrundes zur Erzielung der erforderlichen Ebenheit zu empfehlen.

Im Estrich vorhandene Risse müssen vor einer Naturwerksteinverlegung mit Reaktionsharz geschlossen und anschließend abgesandet werden. Aufwölbungen des Estrichs müssen vor einer Naturwerkstein-Plattenverlegung beseitigt werden. Hierbei entstehende Bruchstellen sind ebenfalls mit Reaktionsharz zu schließen und abzusanden.

Die Bindemittelart des Estrichs (Calciumsulfat oder Zement) muss vor der Naturwerkstein-Plattenverlegung bekannt sein.

4.4.1 Zementestriche

Zementestriche nach DIN 18560 sind die bevorzugte Estrichart für die Verlegung von Naturwerksteinbelägen.

Zur Verbesserung des Haftverbundes kann eine zementäre Haftschlämme auf Zementestrichen aufgebracht werden.

4.4.2 Calciumsulfatestriche

Calciumsulfatestriche (Anhydritestriche) sind feuchtigkeitsempfindlich und können nicht direkt mit Zementmörteln belegt werden. Vor einer Verlegung mit Zementmörteln muss die Oberfläche der getrockneten Calciumsulfatestriche mit einer zweilagigen Epoxyharzbeschichtung abgesperrt werden, wobei die zweite Lage im Überschuss mit getrockneten Quarzsand abgestreut werden muss, damit eine Verbindung zum Verlegemörtel hergestellt werden kann. Bei der Verlegung im Dünn- oder Mittelbett sind vom Hersteller als geeignet ausgewiesene Klebemörtel mit abgestimmten Grundierungen zu verwenden.

Calciumsulfatestriche schwinden vernachlässigbar gering. Das Schwindmaß für Calciumsulfatestriche beträgt ca. 0,005% oder 0,05 mm/m. Calciumsulfatestriche können großflächig eingebaut werden, ohne dass bei der Trocknung Schwindrisse entstehen. Die thermische Dehnung der Calciumsulfatestriche ist jedoch oftmals größer als bei Naturwerksteinen, so dass bei Natursteinbelägen auch in Calciumsulfatestrichen ausreichende Bewegungsfugen nach Abs. 6 erforderlich sind und Feldgrößen von 40 m² bei beheizten Calciumsulfatestrichen nicht überschritten werden sollten.

4.4.3 Gussasphaltestriche

Gussasphaltestriche sind trockene Estriche ohne Feuchtigkeitsanteil. Sie bestehen aus einem Gemisch von Bitumen und Steinmehl. Verfärbungsempfindliche Naturwerkstein-Sorten sollten nicht ohne Absperren des Estrichs gegen die Mörtelfeuchte verlegt werden, um Verfärbungen der Platten infolge des Bitumenanteils im Estrich zu vermeiden. Verlegungen im Dünn- und Mittelbett müssen mit lösungsmittelfreien Klebemörteln erfolgen.

Aufgrund der thermoplastischen Eigenschaften und Verformungen sind Gussasphaltestriche nur für geringe Belastungen geeignet.

Das Eigenschaftsprofil verlangt schwindarme Spachtelmassen und Verlegesysteme. Grundsätzlich sollten hohe Mörtelbettdicken vermieden werden.

Beheizte Gussasphaltestriche sind als Verlegeuntergrund für Naturwerksteinbeläge nicht zu empfehlen.

4.5 Systemböden

Systemböden mit Naturwerksteinbelägen stellen eine Sonderbauweise dar, bei der die Gewährleistungsansprüche bei evtl. Mängeln besonders zu vereinbaren sind.

Hohlraumböden und Doppelböden zur Aufnahme von Natursteinbelägen müssen ausreichend steife Tragschichten aufweisen, deren maximale Verformung unter der vorgesehenen Einzellast max. 0,5 mm betragen darf (ohne Berücksichtigung des Natursteinbelags).

Die Verlegung erfolgt üblicherweise mit einem geeigneten Dünn- oder Mittelbettmörtel im Verbund mit der Tragschicht. Bei großen Flächen sind ausreichende Bewegungsfugen einzuplanen.

Bei Systemböden muss eine ausreichende Trocknung der Hohlräume gewährleistet sein.

4.6 Trockenestriche

Trockenestriche mit Naturwerksteinbelägen stellen eine Sonderbauweise dar, bei der die Gewährleistungsansprüche bei evtl. Mängeln besonders zu vereinbaren sind.

Trockenestriche und Schüttungen müssen ausreichend tragfähig und verformungsbeständig sein. Die maximale Verformung unter der vorgesehenen Einzellast darf max. 0,5 mm betragen (ohne Berücksichtigung des Natursteinbelags). Die Fugen der Trockenestriche müssen kraftschlüssig verklebt werden und dürfen sich nicht öffnen. Zur Rissüberbrückung hat sich der Einbau einer Gewebearmierung im Betungsmörtel bewährt.

Die Verlegung erfolgt üblicherweise mit einem geeigneten Dünn- oder Mittelbettmörtel im Verbund mit der Tragschicht. Bei großen Flächen sind ausreichende Bewegungsfugen einzuplanen. Die Plattengröße ist i.d.R. auf 30 cm x 30 cm beschränkt.

5. Hochbelastete Bodenbeläge

Hochbelastete Bodenbeläge im Sinne dieser Bau-technischen Information sind Bodenbeläge, die durch stationäre oder instationäre Belastungen von mehr als 3 kN sowie Bodenpressungen über 2 N/mm² besondere Beanspruchung erfahren.

Bei rollenden Lasten nimmt die Beanspruchung in Abhängigkeit von der Nutzlast, der Härte des Rollen-

materials, der Größe der Rollenaufstandsfläche, der Fahrgeschwindigkeit sowie durch Beschleunigungs-, Bremsvorgänge und Kurvenfahrten zu.

Die resultierenden Bodenpressungen von Flurförderzeugen in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit und der verwendeten Rollen bzw. Räder ist in Abbildung 4 ersichtlich.

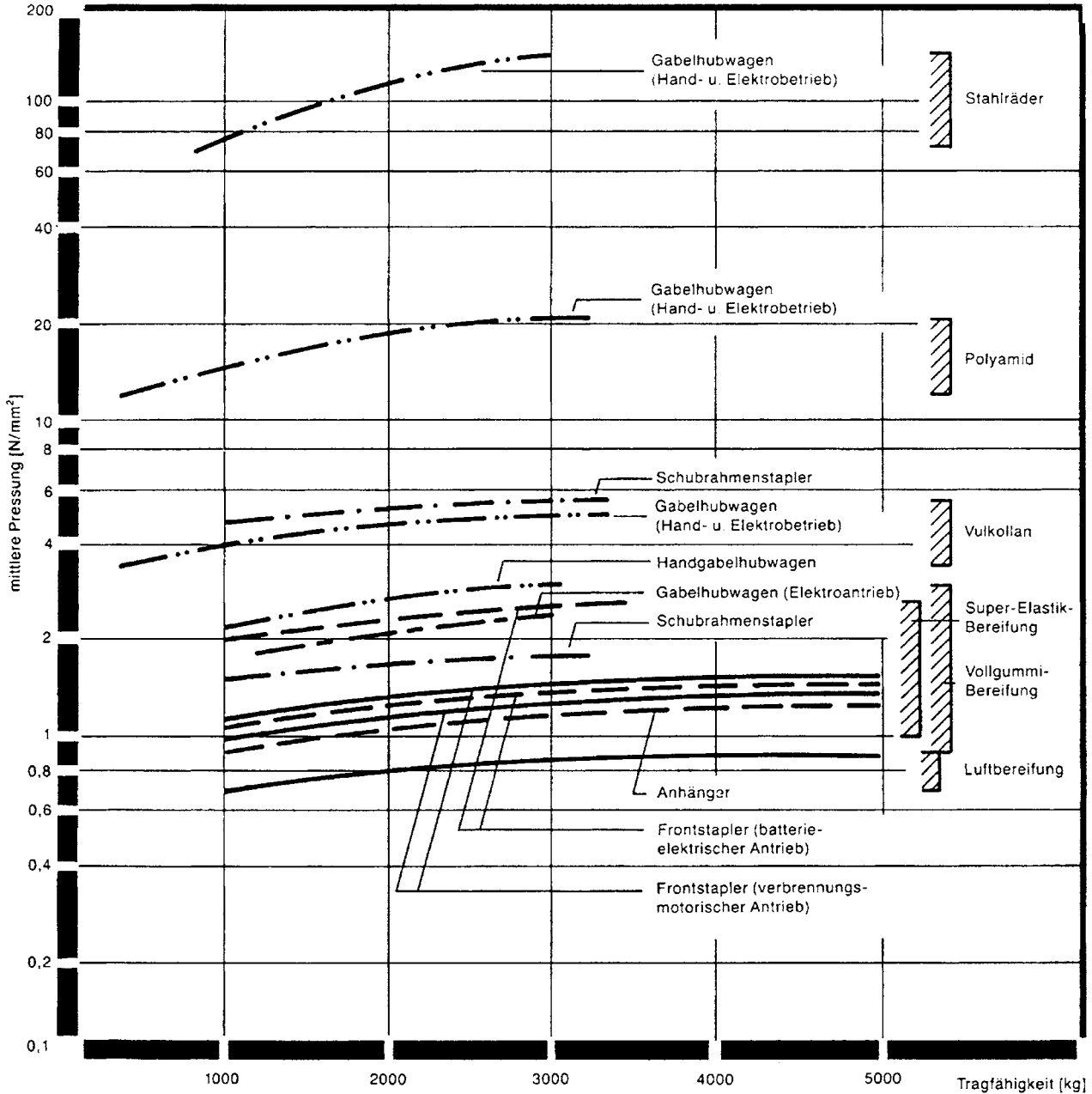


Abb. 4: Mittlere Pressung in N/mm² durch Flurfördermittel in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit und der Art des Rollenmaterials nach einer Untersuchung des Otto-Graf-Instituts der TU Stuttgart

Bei Flurförderzeugen mit Stahlrollen sowie Hartkunststoffen (Polyamid) sind Kantenabplatzungen an den Naturwerksteinbelägen aufgrund der Stoßlasten unvermeidlich. Es sollte daher grundsätzlich auf die Verwendung solcher Flurförderzeuge verzichtet werden. Auf hochwertigen Naturwerksteinbelägen sollten grundsätzlich nur Flurförderzeuge mit Luftbereifung verwendet werden. Gabelhubwagen müssen eine Super-Elastik-Bereifung oder Vulkollan-Bereifung aufweisen.

Bodenbeläge mit Nutzlasten über 4 kN Einzellast sind vorzugsweise als Verbundbelag auszuführen, da ein kraftschlüssiger Verbund eine direkte Lastabtragung in den Untergrund ermöglicht und schädliche Verformungen der Bodenkonstruktion vermieden werden. Kann auf den Einbau einer Trennlage (Abdichtung) nicht verzichtet werden, ist ein Estrich auf Trennschicht nach DIN 18560-4 in ausreichender Dicke einzubauen. Hierbei sind die erforderlichen Bewegungsfugen nach Abschnitt 6 zu berücksichtigen.

Sind in der Bodenkonstruktion nachgiebige Schichten wie beispielsweise Dämmungen vorhanden, muss ein Estrich nach DIN 18560-2 als Tagschicht eingebaut werden. Für Estriche der üblichen Art und für lotrechte Nutzlasten bis 4 kN Einzellast können die erforderlichen Estrichnennstärken den Tab. 1 bis 4 der DIN 18560-2 entnommen werden. Bei höheren Belastungen ist die Dicke des Estrichs vom Planer zu bemessen, beispielsweise mit dem Bemessungsprogramm DNV4.

Dicke Estriche erfordern sehr lange Trocknungszeiten bis zur erforderlichen Verlegereife.

Für hochbelastete Bodenbeläge sollten möglichst quadratische Platten bis 0,4 m² Plattengröße verwendet werden. Das Seitenverhältnis von Rechteckplatten sollte 1:2 nicht überschreiten. Die Plattendicke ist statisch zu bemessen, sollte aus verlegetechnischen Gründen jedoch nicht unter 30 mm betragen, da kleinere Hohlräume in der Bettung unvermeidlich sind.

6. Bewegungsfugen

Zum Abbau von schädlichen Spannungen in Belägen sind Bewegungsfugen erforderlich. Diese sind vom Planer festzulegen.

Gebäudetrennfugen und Bewegungsfugen im tragenden Untergrund sind grundsätzlich deckungsgleich an gleicher Stelle und ausreichender Breite im Natursteinbelag zu übernehmen. Bewegungsfugen in Natursteinbelägen müssen ebenfalls deckungsgleich im tragenden Untergrund vorhanden sein.

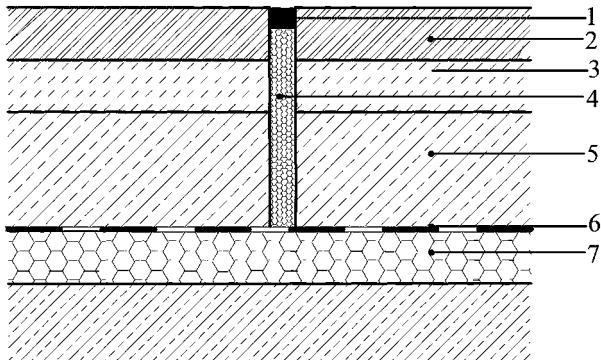
Bei der Planung von Natursteinbelägen sind neben den Gebäudetrennfugen zusätzliche Bewegungsfugen erforderlich:

- a) bei der Verlegung im Verbund auf Betondecken oder Verbundestrichen
 - an Wandanschlüssen, festen Einbauteilen und den Boden durchdringenden Bauteilen.
- b) bei der Verlegung auf beheizten oder unbeheizten Zementestrichen über Trenn- oder Dämmschichten
 - an Wandanschlüssen, festen Einbauteilen und den Boden durchdringenden Bauteilen.
 - an Türdurchgängen
 - an Feldbegrenzungen; die Estrichfelder sollen möglichst gedungen sein (Seitenverhältnis < 2 : 1) und die Feldgrößen max. 40 m² nicht überschreiten. Seitenlänge der Felder ≤ 8 m
 - bei starken Versprüngen im Grundriss der Fläche
 - bei unterschiedlichen Heizkreisen
 - bei Wechsel der Estrichdicke
- c) bei der Verlegung auf unbeheizten Calciumsulfat-estrichen über Trenn- oder Dämmschichten
 - an Wandanschlüssen, festen Einbauteilen und den Boden durchdringenden Bauteilen.
 - an Türdurchgängen
 - an Feldbegrenzungen; die Estrichfelder sollen möglichst gedungen sein (Seitenverhältnis < 2 : 1) und die Feldgrößen max. 100 m² nicht überschreiten. Seitenlänge der Felder ≤ 10 m
 - bei starken Versprüngen im Grundriss der Fläche
 - bei Wechsel der Estrichdicke
- d) bei der Verlegung auf beheizten Calciumsulfat-estrichen über Trenn- oder Dämmschichten
 - an Wandanschlüssen, festen Einbauteilen und den Boden durchdringenden Bauteilen.
 - an Türdurchgängen
 - an Feldbegrenzungen; die Estrichfelder sollen möglichst gedungen sein (Seitenverhältnis < 2 : 1) und die Feldgrößen max. 40 m² nicht überschreiten. Seitenlänge der Felder ≤ 8 m
 - bei starken Versprüngen im Grundriss der Fläche
 - bei unterschiedlichen Heizkreisen
 - bei Wechsel der Estrichdicke

Bewegungsfugen sind mit ausreichender Breite, mindestens jedoch 5mm Breite anzulegen und mit nicht-fleckenden Dichtstoffen oder Profilen zu schließen. Bei Bodenbelägen mit rollenden Nutzlasten sollten die Plattenkanten im Bereich der Bewegungsfugen mit metallischen Profilen geschützt werden.

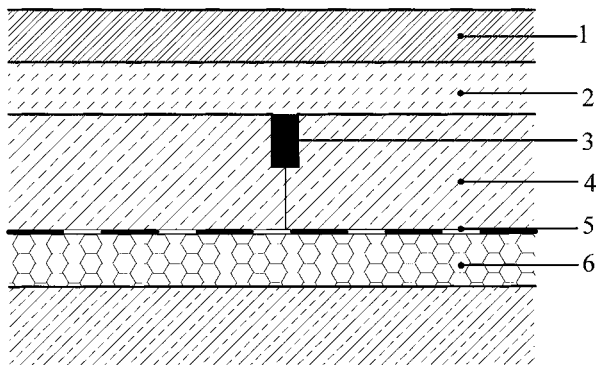
Bewegungsfugen schaffen Randzonen im Estrich, die verstärkt der Verwölbungsneigung unterworfen sind. Daher ist es sinnvoll, die Bewegungsfugenabstände nahe der oben genannten Obergrenze zu wählen, um die Zahl der Randzonen zu beschränken.

Abb. 5: Bewegungsfuge der Feldgröße



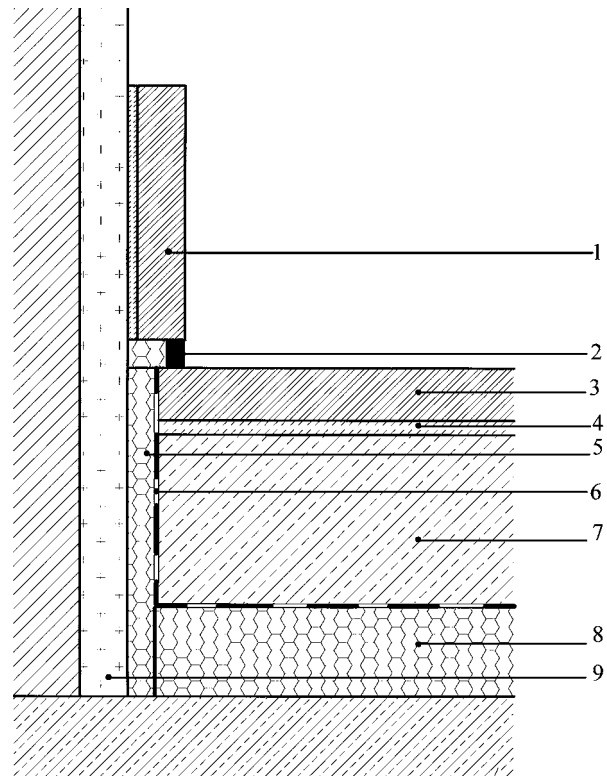
- 1: Bewegungsfuge, min. 5mm, elastisch geschlossen
- 2: Naturwerksteinplatten nach DIN EN 12058
- 3: Mörtelbett, ca.10-20mm
- 4: Dämmstreifen
- 5: Estrich
- 6: Trennschicht
- 7: Dämmschicht

Abb. 6: Scheinfuge



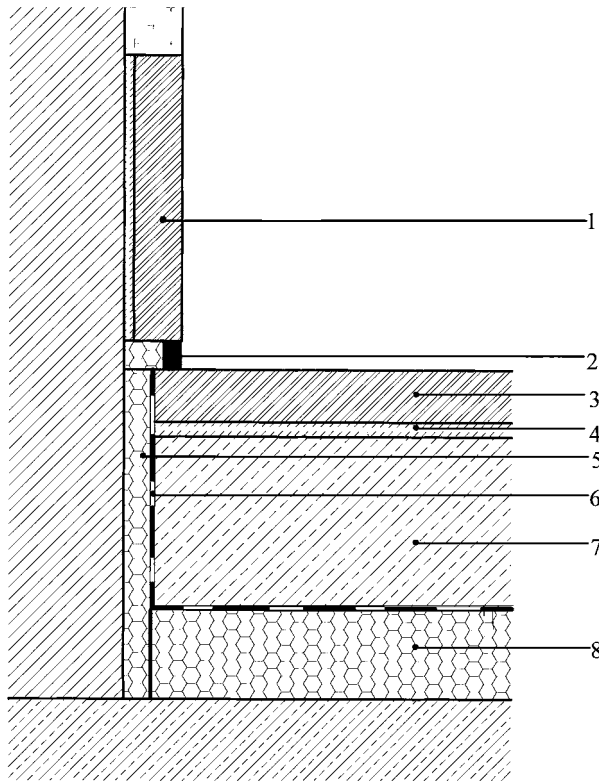
- 1: Naturwerksteinplatten nach DIN EN 12058
- 2: Mörtelbett, ca. 10-20mm
- 3: Scheinfuge, mit Reaktionsharz geschlossen
- 4: Estrich
- 5: Trennschicht, 0,1-0,2mm
- 6: Dämmschicht

Abb. 7: Randfuge



- 1: Wandsockel, auf Putz
- 2: elastische Fuge, min. 5mm
- 3: Naturwerksteinplatten nach DIN EN 12058 oder Natursteinfliesen nach DIN EN 12057
- 4: Dünnbettmörtel
- 5: Dämmstreifen, min. 5mm
- 6: Trennschicht
- 7: Estrich
- 8: Dämmschicht
- 9: Wandputz

Abb. 8: Randfuge



- 1: Wandsockel, putzbündig
- 2: elastische Fuge, min. 5mm
- 3: Naturwerksteinplatten nach DIN EN 12058
oder Natursteinfliesen nach DIN EN 12057
- 4: Dünnbettmörtel
- 5: Dämmstreifen
- 6: Trennschicht
- 7: Estrich
- 8: Dämmschicht

7. Maßtoleranzen

In DIN 18202, Toleranzen im Bauwesen, Begriffe, Grundsätze, Anwendung, sind die auftretenden Maße begrifflich bestimmt:

Nennmaß:

Das Nennmaß ist ein Maß, das zur Kennzeichnung von Größe, Gestalt und Lage eines Bauteiles oder Bauwerks angegeben und in Zeichnungen eingetragen wird.

Istmaß:

Das Istmaß ist ein durch Messung festgestelltes Maß

Istabmaß:

Das Istabmaß ist die Differenz zwischen Ist- und Nennmaß

Größtmaß:

Das Größtmaß ist das größte zulässige Maß

Kleinstmaß:

Das Kleinstmaß ist das kleinste zulässige Maß

Grenzabmaß:

Das Grenzabmaß ist die Differenz zwischen Größtabmaß und Nennmaß oder Kleinstmaß und Nennmaß.

Maßtoleranz:

Die Maßtoleranz ist die Differenz zwischen Größtmaß und Kleinstmaß

Ebenheitstoleranz:

Die Ebenheitstoleranz ist der Bereich für die zulässige Abweichung einer Fläche von der Ebene.

Winkeltoleranz:

Die Winkeltoleranz ist der Bereich für die zulässige Abweichung eines Winkel vom Nennwinkel.

Stichmaß:

Das Stichmaß ist ein Hilfsmaß zur Ermittlung der Istabweichungen von der Ebenheit und der Winkligkeit. Das Stichmaß ist der Abstand eines Punktes von einer Bezugslinie.

In DIN 18202 sind in den Tabellen 1 - 3 die zulässigen Grenzabmaße, Winkeltoleranzen und Ebenheitstoleranzen aufgeführt:

Grenzabmaße: Tabelle 1, DIN 18202

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Bezug	Grenzabmaße in mm bei Nennmaßen in m				
		3	> 3 bis 6	> 6 bis 15	>15 bis 30	> 30
1	Maße im Grundriss: z.B. Längen-, Breiten-, Achs- und Rastermaße	± 12	± 16	± 20	± 24	± 30
2	Maße im Aufriss: z.B. Geschosshöhen Podesthöhen, Abstände von Aufstandflächen und Konsolen	± 16	± 16	± 20	± 30	± 30
3	Lichte Maße im Grundriss: z.B. Maße zwischen Stützen, Pfeilern usw.	± 16	± 20	± 24	± 30	
4	Lichte Maße im Aufriss: z.B. unter Decken und Unterzügen	± 20	± 20	± 30		
5	Öffnungen: z.B. für Fenster, Türen, Einbauelemente	± 12	± 16			
6	Öffnungen wie vor, jedoch oberflächenfertigen Leibungen	± 10	± 12			

Durch Ausnutzen der Grenzabmaße der Tabelle 1 dürfen die Grenzwerte für die Stichmaße nach Tabelle 2 nicht überschritten werden.

Winkeltoleranzen: Tabelle 2, DIN 18202

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Bezug	Stichmaße als Grenzwerte in mm bei Nennmaßen in m					
		1	> 1 bis 3	> 3 bis 6	> 6 bis 15	> 15 bis 30	> 30
1	Vertikale, horizontale und geneigte Flächen	6	8	12	16	20	30

Durch Ausnutzen der Grenzwerte der Tabelle 2 dürfen die Grenzabmaße der Tabelle 1 nicht überschritten werden.

Ebenheitstoleranzen: Tabelle 3, DIN 18202

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Bezug	Stichmaße als Grenzmaße in mm bei Messpunktabständen in m bis				
		0,1	1*	4*	10*	15*
1	Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Oberbeton	10	15	20	25	30
2	Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden mit erhöhten Anforderungen, z.B. zur Aufnahme von schwimmenden Estrichen, Industrieböden, Fliesen- und Plattenbelägen, Verbundestrichen Flächenfertige Oberflächen für untergeordnete Zwecke, z.B. in Lagerräumen, Kellern	5	8	12	15	20
3	Flächenfertige Böden, z.B. Estriche als Nutzestriche, Estriche zur Aufnahme von Bodenbelägen Bodenbeläge, Fliesenbeläge, gespachtelte und geklebte Beläge	2	4	10	12	15
4	Flächenfertige Böden mit erhöhten Anforderungen, z.B. mit selbstverlaufenden Spachtelmassen	1	3	9	12	15
5	Nichtflächenfertige Wände und Unterseiten von Rohdecken	5	10	15	25	30
6	Flächenfertige Wände und Unterseiten von Decken, z.B. geputzte Wände, Wandbekleidungen, untergehängte Decken	3	5	10	20	25
7	Wie Zeile 6, jedoch mit erhöhten Anforderungen	2	3	8	15	20

* Zwischenwerte sind den Bildern 1 und 2, DIN 18202, zu entnehmen und auf ganze mm zu runden.

8. Bodenkonstruktionen

8.1 Verlegen auf Betondecken

Naturwerksteinplatten können mit einem Mörtelbett entsprechend DIN 18332 in 10mm bis 20mm Dicke direkt auf einer Betondecke verlegt werden, wenn die Ebenheit der Betondecke DIN 18202, Tab. 3, Zeile 2 entspricht.

Diese Konstruktionsart benötigt nur geringe Aufbauhöhen. Weitere Vorteile sind die extrem hohe Belastbarkeit und der geringe Bedarf an Bewegungsfugen. Sie kommt hauptsächlich dann zur Anwendung, wenn an den Belagsaufbau keine Anforderungen hinsichtlich Wärme-, Trittschallschutz und Abdichtung gegen Feuchtigkeit gestellt werden, wie z.B. bei Zwischenpodesten trittschallgekapselter Treppenhäuser, oder bei hohen Verkehrslasten durch Flurförderzeuge, wie z.B. in Einkaufszentren und Ausstellungsräumen.

Zum Ausgleich größerer Unebenheiten und für Auffüllungen wird der Einbau von Verbundestrichen nach DIN 18560-3 empfohlen. Es können nach DIN 18332, Ziffer 3.2.5 auch Mörtel mit einer Korngröße von 0-8mm, in steifer Konsistenz, verwendet werden. Bei einigen Gesteinen kann diese Verlegeart jedoch Verfärbungen verursachen, besonders wenn die Betondecke noch nicht vollständig ausgetrocknet ist. Zur Vermeidung der Problematiken infolge der Feuchtebelastungen durch Mörtel nach DIN 18332, kann Einkornmörtel nach Abs. 2.2 verwendet werden.

8.2 Verlegen auf Verbundestrichen

Verbundestriche nach DIN 18560-3 stellen eine ausreichend planebene Verlegeunterlage dar, so dass Naturwerksteinplatten nach DIN 18332 im Mörtelbett, bzw. Natursteinfliesen im Dünnbett direkt im Verbund verlegt werden können.

Bei Estrichdicken über 50mm ist die Anordnung von Scheinfugen empfehlenswert, ansonsten kann auf die Ausbildungen von Feldbegrenzungsfugen verzichtet werden.

8.3 Verlegen auf Trennschicht

Trennschichten, die beispielsweise über Abdichtungen nach DIN 18195, Teil 4 und 5 benötigt werden, sollen die darunter liegende Konstruktion vor Mörtelfeuchte oder Mörtelbrücken schützen. Trennschichten sind in der Regel einlagig auszuführen. Für die Trennschicht ist Polyethylenfolie, ca. 1,0mm dick, oder Gleichwertiges, zu verwenden. Die Trennschichten sollen glatt und ohne Verwerfungen liegen, die Stöße sollen ca. 8cm überdecken.

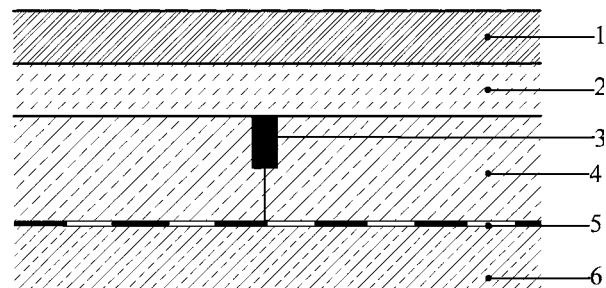
Die Verlegung auf Trennschicht gestattet keinen Verbund mit der Unterkonstruktion.

Naturwerksteinbeläge benötigen eine ausreichend bemessene Tragschicht, die entsprechend DIN 18560-4 als Estrich auf Trennschicht herzustellen ist. Eine entsprechende Tragschicht kann auch aus Einkornmörtel nach Abs. 2.2 hergestellt werden.

Es sind Bewegungsfugen entsprechend Abs. 6 vorzusehen.

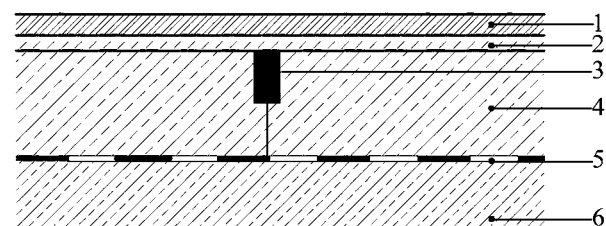
Die Verlegung von Naturwerksteinbelägen in einer frischen Lastverteilungsschicht aus Verlegemörtel nach Abs. 3.1 ist aufgrund der Problematiken aus der Feuchtebelastung nicht zu empfehlen.

Abb. 9: Dickbettverlegung



- 1: Naturwerksteinplatten nach DIN EN 12058
- 2: Dickbett, 10 mm - 20 mm
- 3: Scheinfuge im Estrich, mit Reaktionsharz geschlossen und abgesandet
- 4: Estrich auf Trennschicht; min. 35 mm Nenndicke
- 5: Trennschicht, 0,1 mm - 0,2 mm
- 6: Tragender Untergrund

Abb. 10: Dünnbettverlegung



- 1: Kalibrierte Natursteinplatten nach DIN EN 12058 bzw. Natursteinfliesen nach DIN 12057
- 2: Dünnbettmörtel oder Dünnbettkleber, 2 mm - 5 mm
- 3: Scheinfuge im Estrich, mit Reaktionsharz geschlossen und abgesandet
- 4: Estrich auf Trennschicht, min. 35 mm Nenndicke
- 5: Trennschicht, 0,1 mm - 0,2 mm
- 6: Tragender Untergrund

8.4 Verlegen auf schwimmendem Estrich

Die Verlegereife des Estrichs nach DIN 18560-2 muss vor der Verlegung nachgewiesen sein (siehe Abs. 5.4). Im Estrich sind Bewegungsfugen entsprechend Abs. 6 vorzusehen. Nach DIN 18560, Teil 2, Abs. 5.3.3 ist über die Anordnung der Fugen der Estrichfelder ein Fugenplan zu erstellen, aus dem Art und Anordnung der Fugen zu entnehmen sind. Der Fugenplan ist vom Bauwerksplaner zu erstellen und als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Ausführenden vorzulegen. Die Fugen der Estrichfelder müssen vom Naturwerkstein-Belag deckungsgleich übernommen werden.

Die Verlegung der Naturwerksteinbeläge erfolgt im Mörtelbett nach Abs. 3 direkt im Verbund. Bei einer Verlegung im Dünn- bzw. Mittelbett sollte der Estrich die erhöhten Ebenheitsanforderungen nach DIN 18202, Tab. 3, Zeile 4 erfüllen.

Übliche Verlegemörtel für Naturwerksteinbeläge eignen sich nicht zur Herstellung schwimmender Estriche.

Die Fuge zwischen Sockel und Bodenbelag ist min. 5mm hoch auszusparen. Sie ist mit elastischen Fugendichtungsmassen zu schließen. Da bei Fußbodenkonstruktionen über schwimmenden Estrichen ein Setzen des Belages möglich ist, können die elastischen Fugen vom Sockel bzw. vom Belag abreißen. Fugenrisse infolge der Bauteilverformungen liegen nicht in der Gewährleistung der Verleger von Naturwerksteinbelägen.

8.5 Verlegen auf Heizestrich

8.5.1 Feldgröße

Heizestrichfelder sind in der Größe auf 40m² zu begrenzen. Auch kleinere Flächen sind mit Dehnfugen zu unterteilen, wenn 1 Seite länger als 8 m ist. Die Bewegungsfugen der Feldgrößen sind grundsätzlich im Belagsaufbau zu übernehmen. Die Estrichfelder müssen in einem Arbeitsgang erstellt werden und sollen ein Seitenverhältnis von 2:1 nicht überschreiten.

Nach DIN 18560, Teil 2, Abs. 5.3.3 ist über die Anordnung der Fugen der Estrichfelder ein Fugenplan zu erstellen, aus dem Art und Anordnung der Fugen zu entnehmen sind. Der Fugenplan ist vom Bauwerksplaner zu erstellen und als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Ausführenden vorzulegen. Die Fugen der Estrichfelder müssen vom Naturwerksteinbelag deckungsgleich übernommen werden.

Die temperaturbedingten Längenänderungen bei beheizten Zementestrichen betragen pro m und 1 K Temperaturdifferenz ca. 0,012mm, bei beheizten Calciumsulfatestrichen 0,008-0,016mm, d.h. bei Fließestrich kann die thermische Dehnung ca. doppelt so groß wie bei Naturwerkstein sein. Diese Längenänderung muss nach jeder Richtung möglich sein. Bei beheizten Zementestrichen überlagern sich thermische Spannungen und Schwindspannungen, bei beheizten Calciumsulfatestrichen wirken hauptsächlich thermische Spannungen. Dennoch gelten bei Calciumsulfatestrichen ebenfalls Beschränkungen der Feldgröße, jedoch weniger aus estrichtechnischen Gründen als aus belags- oder heiztechnischen Gründen.

Stark unterschiedlich beheizte Heizkreise eines Raumes, starke Versprünge der Estrichplatte und Türdurchgänge erfordern Bewegungsfugen. Heizkreise sollen Bewegungsfugen nicht kreuzen, bei unvermeidlichen Kreuzungen sollen die Heizleiter in Rohrhülsen geführt werden, die nach jeder Seite min. 30cm lang sein sollen.

Beheizte Gussasphaltestriche sind aufgrund der großen Temperaturdehnungen sowie ihres thermoplastischen Verhaltens als Unterlage für starre Natursteinbeläge nicht zu empfehlen.

8.5.2 Auf- und Abheizen des Estrichs, Maßnahmenprotokoll

Das Aufheizen bewirkt eine Wanderung der im Estrich vorhandenen Feuchtigkeit in Richtung des Wärmestromes. Die Feuchtigkeit wird an die Raumluft abgegeben. Bei fachgerechtem Aufheizen erhält der Estrich seine Verlegereife, d.h. ein für den Natursteinbelag schädliches Schwinden findet nicht mehr statt.

Nach dem Abheizen kann der Natursteinbelag bei einer niedrigen Vorlauftemperatur von ca. 20° C verlegt werden. Diese niedrige Vorlauftemperatur ist bis zur Inbetriebnahme der Fußbodenheizung, ca. 4 Wochen nach Fertigstellung des Fußbodens, beizubehalten.

Auf- und Abheizen bewirken ebenfalls eine Ausdehnung und eine Verkürzung des Estrichs, möglicherweise entstandene Risse müssen vor der Natursteinverlegung mit Reaktionsharz verschlossen und mit Quarzsand abgesandet werden.

Der Vorgang des Auf- und Abheizens ist in einem Maßnahmen-Protokoll (siehe Anlage - Merkblatt Schnittstellenkoordination) festzuhalten.

8.5.3 Inbetriebnahme nach Fertigstellung

Die Fußbodenheizung ist nicht vor 28 Tagen nach Fertigstellung des Fußbodenbelages auf die bestimmungsgemäße Betriebstemperatur aufzuheizen. Die Temperatur soll hierbei täglich um max. 5° C erhöht werden.

8.5.4 Betriebstemperatur

Nach DIN 18560 Teil 2 darf die Temperatur im Bereich der Heizelemente auf Dauer 55° C nicht überschreiten. Es ist empfehlenswert, unter dem Verlegemörtel an definierten Stellen Messstreife oder Monitoring Systeme anzuordnen, um ggf. eine mögliche Temperaturüberschreitung nachweisen zu können.

Unabhängig von den max. zul. Temperaturen im Bereich der Heizelemente dürfen in Wohn- und Arbeitsbereichen Oberflächentemperaturen von ca. 25° C, in höher beheizten Barfußbereichen Oberflächentemperaturen von 30° C keinesfalls überschritten werden.

8.5.5 Bauarten von Heizestrichen

(Angenommener Belagsaufbau:
Natursteinbelag im Mörtelbett, Maße in mm)

Abb. 11: Bauart A –
Systeme mit Rohren innerhalb des Estrichs

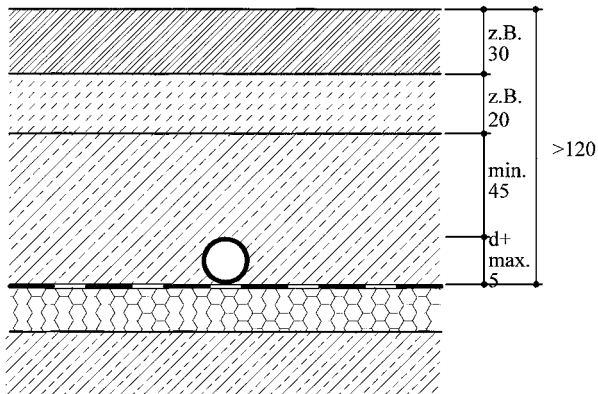


Abb. 12: Bauart B –
Systeme mit Rohren unterhalb des Estrichs

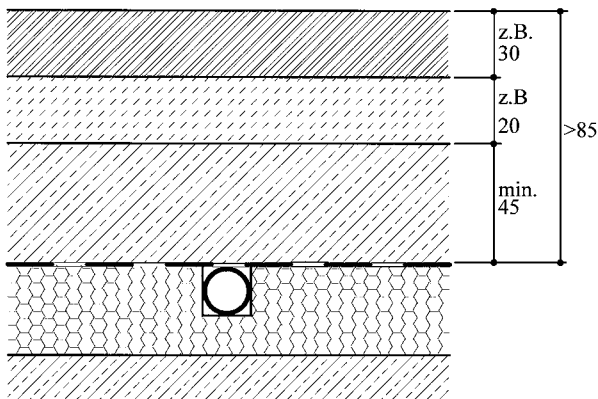
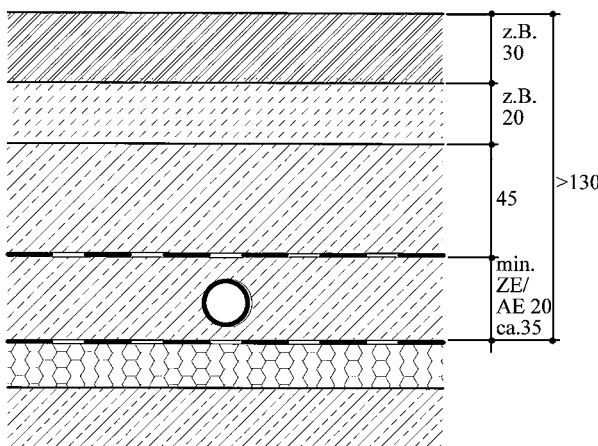


Abb. 13: Bauart C –
Systeme mit Rohren im Ausgleichsestrich,
auf den der Estrich mit einer zweilagigen
Trennschicht aufgebracht wird.



9. Abdichtungen

9.1 Abdichtungen nach DIN 18195

Abdichtungen nach DIN 18195 dienen dem Schutz von nicht wasserdichten Bauwerken und Bauteilen gegen

- Bodenfeuchte (siehe DIN 18195-4)
- Nichtdrückendes Wasser (siehe DIN 18195-5)
- Von außen drückendes Wasser (siehe DIN 18195-6)
- Von innen drückendes Wasser (siehe DIN 18195-7)

Abdichtungen nach diesen Normen werden beispielsweise gegen im Boden vorhandenes, kapillargebundenes Wasser und auch durch Kapillarkräfte entgegen der Schwerkraft leitbares Wasser sowie in stark belasteten Nassbereichen und Schwimmbädern eingesetzt.

Zur Abdichtung können Bitumenbahnen, Kunststoffdichtungsbahnen oder Asphaltmastix verwendet werden (siehe DIN 18195-2). Grundsätze und Definitionen sowie die Zuordnung der Abdichtungsarten enthält DIN 18195-1.

Vor der Verlegung von Naturwerksteinbelägen ist auf Abdichtungen nach DIN 18195 eine Schutzschicht oder Schutzlage aufzubringen.

Können sich selbst geringfügige, aber länger einwirkende Mengen stehenden Wassers (z.B. Pfützen) schädigend auf Schutz- und Belagsschichten auswirken (z.B. bei Natursteinbelägen im Mörtelbett) oder wird dadurch das Fehlstellenrisiko wesentlich erhöht, so ist durch eine planmäßige Gefällegebung oder andere Maßnahmen für eine vollständige Wasserableitung zu sorgen.

9.2 Verbundabdichtungen

Verbundabdichtungen werden je nach Feuchtigkeitsbelastung in bauaufsichtlich geregelte Abdichtungen bei hoher Beanspruchung und bauaufsichtlich nicht geregelte Abdichtungen bei mäßiger Beanspruchung unterschieden.

Gegenüber Abdichtungen nach DIN 18195 erübrigen sich bei den Verbundabdichtungen mit Oberbelägen aus Naturstein zusätzliche Schutzschichten.

Anforderungen an die Verbundabdichtungsstoffe und Ausführungshinweise sind im ZDB-Merkblatt Verbundabdichtungen – Hinweise für die Ausführung von Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den innen- und Außenbereich enthalten.

Verbundabdichtungen sind in der Regel nicht wasserdampfdurchlässig. Bei von außen eindringender Feuchtigkeit und dichten Naturwerksteinbelägen besteht die Gefahr eines Feuchtigkeitsstaus in der Bettung.

10. Reinigung von Naturwerkstein-Belägen

Naturwerkstein-Beläge sollen grundsätzlich nur mit klarem Wasser gereinigt werden. Die Menge des zur Reinigung verwendeten Wassers ist auf die absolut notwendige Menge zu beschränken. Wischwasser kann durch Risse im Fugenmörtel sowie durch poröse Steine und Mörtelfugen in den Belagsuntergrund gelangen und in der Folge zu Verfärbungen und Ausblühungen führen. Je feiner die Oberflächenbearbeitung ist, desto sorgfältiger muss der Einsatz anderer Reinigungsmethoden und -mittel erwogen werden. Saure, aber auch stark alkalische Reinigungsmittel wie die „echte“ Schmierseife, greifen die polierten Oberflächen von Kalksteinen an.

Produkte zur Entfernung von Zementschleiern sind grundsätzlich nicht bei Kalksteinen und Marmoren mit feinen Oberflächenbearbeitungen zu verwenden, da hierdurch die Oberflächen angeraut werden. Ebenso können bei allen nicht säurebeständigen Natursteinen Verfärbungen entstehen.

Wenn Zementschleierentferner zum Einsatz kommen, sind die Beläge vor Aufbringen des Zementschleierentferners vorzunässen und nach der Behandlung mit viel Wasser nachzuspülen und zu trocknen. Zementschleierentferner greifen auf jeden Fall, auch bei säurebeständigen Gesteinen, die mineralische Mörtelfuge an.

Weitere Hinweise enthält BTI 3.2, Reinigung und Pflege.

11. Hinweise auf Normen und Richtlinien

DIN EN 197-1	Zement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien für Normalzement
DIN EN 197-2	Zement – Konformitätsbewertung
DIN 1164	Zement mit besonderen Eigenschaften
DIN 1055	Lastannahmen im Hochbau
DIN EN 1936	Prüfung von Naturstein - Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität
DIN EN 12004	Mörtel und Klebstoffe für Fliesen und Platten
DIN EN 12057	Naturstein - Fliesen - Anforderungen
DIN EN 12058	Naturstein - Bodenplatten und Stufenbeläge - Anforderungen
DIN EN 12670	Naturstein - Terminologie
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	Terminologie von Naturstein
DIN EN 13161	Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Biegefestigkeit (unter konstantem Moment)
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 18195	Bauwerksabdichtungen
DIN 18560	Estriche im Bauwesen
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau
DIN 18299	Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
DIN 18332	Naturwerksteinarbeiten
DIN 18352	Fliesen- und Plattenarbeiten
DIN 18555	Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln
DIN 52008	Prüfverfahren für Naturstein; Beurteilung der Verwitterungsbeständigkeit
DIN 52108	Prüfung anorganischer nicht metallischer Werkstoffe; Verschleißprüfung mit der Schleifscheibe nach Böhme, Schleifscheiben-Verfahren

Bautechnische Informationen des DNV

BTI 2.5	Mörtel für Innenarbeiten
BTI 2.6	Bauchemische und bauphysikalische Einflüsse
BTI 2.7	Leistungsverzeichnis für Innenarbeiten
BTI 3.2	Reinigung und Pflege
BTI 4.1	Wissenswertes über Naturstein

Merkblätter des Zentralverbandes des Deutschen Baugewerbes

Verbundabdichtungen
 Bewegungsfugen
 Mechanisch hoch belastbare keramische Bodenbeläge
 Randverformungen bei schwimmenden Zement-/Heizestrichen
 Schwimmbadbau

Merkblätter des Bundesverbandes Flächenheizung e.V.

Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen

**Protokoll zum Funktionsheizen
für Calciumsulfat- und Zementestriche
als Funktionsprüfung für Fußbodenheizungen gemäß Merkblatt FBH-M1
„Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen“**

Auftraggeber: _____

Gebäude / Liegenschaft: _____

Bauabschnitt / -teil /
Stockwerk / Wohnung: _____

Anlagenteil: _____

Anforderungen:

Das Funktionsheizen ist zur Überprüfung der Funktion der beheizten Fußbodenkonstruktion durchzuführen. Bei Zementestrich darf damit frühestens 21 Tage, bei Calciumsulfatestrich frühestens 7 Tage (bzw. nach Herstellerangaben) nach Beendigung der Estricharbeiten begonnen werden.

Dabei ist 3 Tage eine Vorlauftemperatur von 25 °C und danach 4 Tage die maximale Auslegungsvorlauftemperatur (i.d.R. bis 45° C) zu halten. Bei Frostgefahr ist die Anlage danach entsprechend in Betrieb zu lassen. Von diesem Protokoll bzw. der DIN EN 1264-4 abweichende Vorgaben des Herstellers (z. B. bei Fließestrichen) sind zu beachten.

Dokumentation:

1) Art des Estrichs, Fabrikat: _____

Eingesetztes Bindemittel: _____

2) Ende der Arbeiten am Heizestrich (Datum): _____

3) Beginn des Funktionsheizens (Datum): _____
mit konstanter Vorlauftemperatur $t_V = 25\text{ °C}$, 3 Tage beibehalten (ggf. durch Handregelung)

4) Anhebung auf maximale Auslegungsvorlauftemperatur (Datum) _____

maximale Vorlauftemperatur $t_{Vmax} = \text{_____ °C}$; 4 Tage beibehalten

5) Ende des Funktionsheizens (Datum): _____
Bei Frostgefahr wurde die Anlage entsprechend in Betrieb gelassen

Ja

Nein

6) Das Funktionsheizen wurde unterbrochen:

Ja

Nein

Wenn ja: von _____ bis _____

7) Die Räume wurden zugfrei belüftet und nach dem Abschalten der Fußbodenheizung alle Fenster und Außentüren verschlossen.

Ja

Nein

8) Die Anlage wurde bei einer Außentemperatur von _____ °C für weitere Baumaßnahmen freigegeben.

Die Anlage war dabei außer Betrieb.

Der Fußboden wurde dabei mit einer Vorlauftemperatur von _____ °C beheizt.

Achtung:

Es ist durch das Funktionsheizen nicht sichergestellt, dass der Estrich den für die Belegreife erforderliche Feuchte (siehe Dokumentation FBH-D1 „Ablaufprotokoll für die Herstellung beheizter Fußbodenkonstruktionen“) erreicht hat. Deshalb ist i.d.R. das **Belegreifheizen** notwendig (siehe Dokumentation FBH-D4).

Bei Abschalten der Fußbodenheizung nach der Aufheizphase ist der Estrich bis zur vollkommenen Erkaltung vor Zugluft und zu schneller Abkühlung zu schützen.

Bestätigung:

Ort / Datum

Ort / Datum

Bauherr / Auftraggeber
Stempel / Unterschrift

Bauleiter / Architekt
Stempel / Unterschrift

Ort / Datum

Heizungsbauer
Stempel/Unterschrift

Abdruck mit freundlicher Genehmigung des
Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V.



Herausgeber:
Deutscher Naturwerkstein-Verband e.V.
Sanderstraße 4
97070 Würzburg
www.natursteinverband.de

Copyright: Printed in Germany 2009
Druck: Druckerei Kummor GmbH, Kitzingen

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung behält sich der Herausgeber vor.

Die vorliegende Bautechnische Information berücksichtigt die Ergebnisse wissenschaftlicher Erkenntnisse und langjähriger Erfahrungen aus der Praxis, die sich bei der Ausführung von Naturwerksteinarbeiten ergeben haben. Sie berücksichtigt ferner alle zur Zeit geltenden betreffenden Baunormen und dient vorwiegend als Information für die praktische Anwendung, jedoch nur unter Ausschluss jeglicher Haftung.