

Zementgebundene Industrieestriche

von Werner Schnell

veröffentlicht in boden-wand-decke (Heft 1/89)

1. Begriffsbestimmung

Nach der DIN 18 560, Teil 1 - Estriche im Bauwesen - ist

„Estrich ein auf einem tragenden Untergrund oder auf einer zwischenliegenden Trenn- oder Dämmschicht hergestelltes Bauteil, das unmittelbar nutzfähig ist oder mit einem Belag, gegebenenfalls frisch in frisch, versehen werden kann.“

Estriche sind also keine tragenden Bauteile, sondern lastverteilende Schichten. Industrieestriche sind hoch beanspruchbare Estriche, die selbst den Nutzboden in hochwertiger Ausführung bilden oder Unterböden für Industrieböden aus Reaktionsharzen oder sonstigen Belägen sein können.

2. Einsatzgebiete

Industrieestriche werden hergestellt, wenn

- erhöhte Anforderungen an die Ebenheit des Industriefußbodens gestellt werden
- die Oberflächenebenheit eines Betons nicht ausreichend ist (Beton = Zeile 2, Estrich = Zeile 3 nach Tabelle 3 der DIN 18 202)
- die Herstellung eines Betons mit der Ebenheit eines Estrichs zu teuer ist
- der Widerstand des Betons gegen Schleifverschleiß nicht ausreichend ist
- die Herstellung des Betons mit Hartstoffzuschlägen zu teuer ist
- der Untergrund den Belastungen nicht unmittelbar stand hält
- die Rohdecke durch den Baustellenverkehr hoch beansprucht wird
- knappe Baulermine einzuhalten sind
- besondere Anforderungen in ästhetischer oder technischer Hinsicht zu erfüllen sind (z.B. Leitfähigkeit, leichte Pflege, Rutschhemmung, Widerstandsfähigkeit gegen chemische Beanspruchung)

Aus dieser Aufzählung ist ersichtlich, dass der mineralisch gebundene Estrich und im besonderen zementgebundene Estriche auch im Zeitalter des „tapezierfähigen Betons“ nicht vom Ausbaugeschehen wegzudenken ist. Im Gegenteil, neuartige Verfahrungsstechniken und gute Haftbrücken machen den Industrieestrich nach wie vor zu dem wirtschaftlich günstigen und deshalb vom Bau nicht wegzudenkenden Industriefußboden.

3. Ausführungsarten

Unterschieden wird zwischen

- Verbundestrich
- Estrich auf Trennschicht und
- Estrich auf Dämmschicht (schwimmender Estrich)

Ein **Verbundestrich** ist ein mit dem tragenden Untergrund verbundener Estrich. Die meisten Industrieestriche werden als Verbundestriche ausgeführt.

Ein **Estrich auf Trennschicht** ist ein Estrich, der von dem tragenden Untergrund durch eine dünne Zwischenlage getrennt ist. Er kommt immer dann zur Anwendung, wenn die Untergrundbeschaffenheit einen Verbund nicht zulässt oder wenn auf dem Tragbeton eine Abdichtung hergestellt wird. Die Trennschicht besteht meist aus einer PE-Folie 0,2 mm dick. Um eine unabhängige Verformung von Tragbeton und Estrich zu gewährleisten, wird empfohlen, 2 Lagen Folien als Trenn- und Gleitschicht aufzubringen. Im Falle einer Abdichtung muss eine zusätzliche Gleitschicht angeordnet werden.

Ein **schwimmender Estrich** ist ein auf einer Dämmschicht hergestellter Estrich, der auf seiner Unterlage beweglich ist und keine unmittelbare Verbindung mit angrenzenden Bauteilen, z.B. Wänden oder Rohren aufweist. Er wird notwendig, wenn Anforderungen an den Schallschutz und/oder die Wärmedämmung gestellt werden.

Während ein Industrie-Verbundestrich in der Regel 1 cm bis 3 cm dick (größere Dicken sind selbstverständlich möglich, aber nicht in jedem Fall empfehlenswert) hergestellt wird, sollte ein Industrieestrich auf Trennschicht je nach Belastung mindestens 4 cm dick und ein Industrieestrich auf Dämmschicht mindestens 8 cm dick ausgeführt werden.

Estriche können sowohl einschichtig als auch mehrschichtig hergestellt werden. Einschichtige Verlegung ist zu bevorzugen. In manchen Fällen, z.B. bei großen Dicken wird es aber nicht zu umgehen sein, eine Übergangsschicht unter der Nuttschicht aufzubringen. Die Übergangsschicht muss dann aber ebenfalls gut verdichtet und ausreichend fest sein.

4. Anforderungen

4.1 Festigkeitsklassen und Beanspruchungsgruppen

Zementestriche werden mit Zuschlägen nach DIN 4226 oder Zuschlägen nach DIN 1100 (zementgebundene Hartstoffestriche) hergestellt. In DIN 18 560 Teil 1 sind folgende Festigkeitsklassen vorgegeben:

Festigkeitsklasse Kurzzeichen	Güteprüfung			Eignungsprüfung Druckfestigkeit Richtwert N/mm ²
	Druckfestigkeit kleinster Einzelwert (Nennfestigkeit) N/mm ²	Mittelwert jeder Serie (Serienfestigkeit) N/mm ²	Biegezugfestigkeit Mittelwert jeder Serie (Serienfestigkeit) N/mm ²	
ZE 12	≥ 12	≥ 15	≥ 3	18
ZE 20	≥ 20	≥ 25	≥ 4	30
ZE 30	≥ 30	≥ 35	≥ 5	40
ZE 40 ¹⁾	≥ 40	≥ 45	≥ 6	50
ZE 50 ¹⁾	≥ 50	≥ 55	≥ 7	60
ZE 55 M ¹⁾²⁾	≥ 55	≥ 70	≥ 11	80
ZE 65 A ¹⁾²⁾ ZE 65 KS ¹⁾²⁾	≥ 65	≥ 75	≥ 9	80

1) Eignungsprüfung erforderlich
2) Hartstoffgruppe nach DIN 1100

Etwa 40 % aller Schäden werden durch Planungsfehler und weitere 40 % durch ursprünglich nicht vorgesehene Nutzung verursacht. Die meisten Mängel an Industrieestrichen sind ebenfalls auf diese beiden Faktoren zurückzuführen. Estriche der Festigkeitsklassen ZE 12 und ZE 20 sind für Industrieestriche nicht geeignet. Abstriche sind auch bei der Festigkeitsklasse ZE 30 zu machen. Der im Wohnungsbau übliche und in Kellern verlegte „Glattestrich“ ist der Beanspruchung eines Industriebodens nicht gewachsen.

Der zementgebundene Industrieestrich sollte in der Regel mindestens in der Festigkeitsklasse ZE 40 ausgeführt werden. Ab dieser Festigkeitsklasse müssen auch vor der Estrichausführung Eignungsprüfungen durchgeführt werden. Im Arbeitsblatt A 12 der Arbeitsgemeinschaft Industriebau werden Beispiele für die Beanspruchungsarten und die Zuordnung zu den Festigkeitsklassen genannt, wobei hier meines Erachtens fälschlicherweise auch die Festigkeitsklasse ZE 30 als Industrieestrich eingeordnet ist.

Beispiele für Zuordnung zu den Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse	Beanspruchungsarten und Bauten			
	ohne Belag		mit Belag ¹⁾	
ZE 30	geringer Fahrverkehr leichter Fahrzeuge mit weicher Bereifung bis 10 km/h innerbetrieblicher Fußgängerverkehr keine schleifende Beanspruchung keine Beanspruchung durch Schlag und Stoss	Lagerhallen für leichte und elastische Güter (Holz, Papier, Gummi, weiche Kunststoffe usw.) untergeordnete Werkstätten für kleine Werkstücke, betriebliche Werkzeugausgaben und Magazine	Fußgängerverkehr leichter Fahrverkehr mit weicher Bereifung bis 10 km/h geringe Beanspruchung durch Schlag und Stoss Absetzen leichter Güter	Büroräume ohne Publikumsverkehr Fabrikations-, Montage- und Lagerhallen für leichte Güter Werkstätten für leichte Stücke aller Art PKW-Werkstätten Hallen und Räume mit höherem Anspruch auf Reinigung
ZE 40	leichter Fahrverkehr von Fahrzeugen mit weicher Bereifung bis 10 km/h geringer Fußgängerverkehr schleifende Beanspruchung Schleifverschleiß 12 cm ³ /50 cm ² nach Tabelle 8 DIN 18 560 Teil 1 geringe Beanspruchung durch Schlag und Stoss Absetzen leichter Güter	Fabrikations-, Montage- und Lagerhallen für leichte und elastische Güter Werkstätten für leichte, nicht scharfkantige Stücke PKW-Werkstätten	starker Fußgängerverkehr mittelschwerer Fahrverkehr leichter Gabelstaplerverkehr mäßige Beanspruchung durch Schlag und Stoss Absetzen mittelschwerer Güter Kollern leichter Güter	Büroräume mit Publikumsverkehr Fabrikations-, Montage- und Lagerhallen für mittelschwere Güter Werkstätten für mittelschwere Stücke LKW-Werkstätten und -garagen Lagerhallen für feinkörnige Schüttgüter
ZE 50	mittelschwerer Fahrverkehr von Fahrzeugen mit weicher Bereifung bis 20 km/h leichter Gabelstaplerverkehr mit weicher Bereifung bis 10 km/h mäßiger Fußgängerverkehr schleifende Beanspruchung Schleifverschleiß 9 cm ³ /50 cm ² nach Tabelle 8 DIN 18 560 Teil 1 Absetzen mittelschwerer Güter Kollern leichter, nicht scharfkantiger Güter mäßige Beanspruchung durch Schlag und Stoss	Fabrikations-, und Montagehallen für leichte Güter Lagerhallen für mittelschwere Güter Werkstätten für leichte, Stücke aller Art LKW-Werkstätten und Garagen	mittelschwerer Fahrverkehr mittelschwerer Gabelstaplerverkehr mittelschwere Beanspruchung durch Schlag und Stoss Absetzen schwerer Güter Kollern mittelschwerer Güter (Verbesserung der Beanspruchbarkeit besonders durch Belag aus Kunstharzestrich nach AGI-Arbeitsblatt A 80)	Fabrikations-, Montage-, Lagerhallen und Werkstätten für schwere Güter und Stücke Reparaturwerkstätten für schweres Gerät Lagerhallen für mittelkörnige Schüttgüter

1) Verbesserung des Widerstandes gegen Schleifverschleiß sowie gegen Schlag und Stoss ist abhängig von der Beschaffenheit der Beläge.
 Verbesserung der Aufnahme von Verkehrslasten ist u.a. abhängig von der Dicke der Beläge.
 Beläge siehe auch AGI-Arbeitsblatt A 80 (1/81) „Industrieböden aus Kunstharz, Imprägnierung, Versiegelung, Beschichtung, Estrich“. Besonders bei Belägen aus Bahnen und Platten ist das Verformungsverhalten des gesamten Belagsystems zu berücksichtigen.
 Bei Beanspruchungen, die über das hinausgehen, was in dieser Tabelle aufgeführt ist, kann Hartstoffestrich nach DIN 18 560 Teil 5 eingesetzt werden.

Bei höheren Beanspruchungen als angegeben wird der zementgebundene Estrich als Hartstoffestrich oder mit einer besonderen Verschleißschicht ausgeführt.
 Kunstharzmodifizierte Zementestriche sind Alternativen für mittlere Beanspruchungen.

Beispiele für die Beanspruchungsarten und Zuordnungen zu den Festigkeitsklassen für zementgebundene Hartstoffestriche sind in DIN 18 560 Teil 5 genannt.

Beanspruchungsgruppen für Hartstoffestriche

Beanspruchungsgruppe	Mechanische Beanspruchung		Beispiele für die Einordnung
	Benennung	Art und Häufigkeit	
I (schwer)	Vorwiegend rollend-schleifende Reibung, Stoss, Druck und Schlag	Fahrverkehr mit harter Bereifung: Über 0,6 t Achslast bis 200 Fahrzeuge/Tag, bis 0,6 t Achslast über 200 Fahrzeuge/Tag Gütertransport: Absetzen und Kollern schwerer Güter	Fabrikations-, Montage- und Lagerräume für schwere Güter, Betriebe der Metallerzeugung und Verarbeitung, Durchfahrten, Flugplatzbauten, Wasserbau
	Vorwiegend Schleifen	Fahrverkehr mit weicher Bereifung: Über 5 t Achslast bis 200 Fahrzeuge/Tag, bis 5 t Achslast über 200 Fahrzeuge/Tag Fußgängerverkehr: Bei sehr hoher Verkehrsbelastung Gütertransport: Schleifen und Gleiten von sehr schweren stückigen und körnigen Gütern	Montage- und Lagerhallen für schwere Güter, KFZ-Hallen für schwere Fahrzeuge, Messehallen, Stadien, Bahnsteige, Treppen für Massenverkehr, Papierlager, Bunker, Silos, befahrbare Höfe
II (mittel)	Vorwiegend rollend-schleifende Reibung, Stoss, Druck und Schlag	Fahrverkehr mit harter Bereifung: bis 0,6 t Achslast bis 200 Fahrzeuge/Tag Gütertransport: Absetzen und Kollern mittelschwerer Güter	Fabrikations- und Lagerräume für mittelschwere Güter, Betriebe des Maschinen-, Automobil- und Werkzeugmaschinenbaus, Werksfahrbereiche, befahrbare Höfe, Durchfahrten
	Vorwiegend Schleifen	Fahrverkehr mit weicher Bereifung: Bis 5 t Achslast bis 200 Fahrzeuge/Tag, bis 2 t Achslast über 200 Fahrzeuge/Tag Fußgängerverkehr: Bei mittlerer Verkehrsbelastung Gütertransport: Schleifen und Gleiten von leichten bis mittelschweren stückigen und körnigen Gütern	Fabrikations- und Lagerräume für mittelschwere Güter, Montagehallen, LKW-Einstellhallen, stark begangene Treppen und Gänge
III (leicht)	Vorwiegend rollend-schleifende Reibung, Stoss, Druck und Schlag	Gütertransport: Absetzen und Kollern leichter Güter	Werkstätten, Fabrikations- und Lagerräume für leichte Güter
	Vorwiegend Schleifen	Fahrverkehr mit weicher Bereifung: Bis 2 t Achslast bis 200 Fahrzeuge/Tag, Fußgängerverkehr: Bei geringer Verkehrsbelastung	Lagerräume für leichte Güter, PKW-Garagen, sonstige Treppen und Gänge
<p>Beim Auftreten von Beanspruchungen, die über die Angaben für die Beanspruchungsgruppe I hinausgehen, z.B. bei der Montage schwerster Geräte oder dem Verkehr schwerster Fahrzeuge (Raupenfahrzeuge) werden besondere Vorkehrungen erforderlich.</p>			

Es ist vorgesehen, DIN 18 560 Teil 5 durch DIN 18 560 Teil 7 - Estriche im Bauwesen; hochbeanspruchbare Estriche (Industriestriche) - abzulösen, in der dann alle derzeit normbaren Industriestricharten enthalten sind. In der Normvorlage zu Teil 7 wird die durch ein Forschungsvorhaben beim Institut für Fördertechnik der Universität Stuttgart abgesicherte Erkenntnis berücksichtigt, dass für den Verschleiß weniger die Häufigkeit der Beanspruchung und die Achslasten als die Bereifungsart des Flurförderzeugs maßgebend ist. Die Beanspruchungsgruppen sind deshalb in der Normvorlage nur noch abhängig von der Bereifungsart, von den beförderten Materialien und dem Fußgängerverkehr.

Beanspruchungsgruppe	Flurförderzeuge, Bereifungsart ¹⁾	Beanspruchung durch
		Arbeitsabläufe und Fußgängerverkehr Beispiele
I (schwer)	Stahl und Polyamid	Bearbeiten, Schleifen und Kollern von Metallteilen, Absetzen von Gütern mit Metallgabeln, Fußgängerverkehr mit mehr als 1000 Personen/Tag
II (mittel)	Urethan-Elastomer (Vulkollan) und Gummi	Schleifen und Kollern von Holz, Papierrollen und Kunststoffteilen, Fußgängerverkehr von 100 bis 1000 Personen/Tag
III (leicht)	Elastik und Luftreifen	Montage auf Tischen, Fußgängerverkehr bis 100 Personen/Tag

1) Gilt nur für saubere Bereifung. Eingedrückte harte Stoffe und Schmutz auf Reifen erhöhen die Beanspruchung.

Nach dieser Tabelle ist z.B. die Beanspruchung durch Handhubwagen mit Polyamid (Nylon)-Reifen wesentlich höher als die durch luftbereifte Gabelstapler, auch wenn die Tragfähigkeit des Gabelstaplers größer ist.

4.2 Schleifverschleiß

Anforderungen an den Schleifverschleiß sind zu stellen, wenn der Estrich unmittelbar schleifenden, rollenden und/oder stoßenden Beanspruchungen ausgesetzt ist. Die in DIN 18 560 Teil 1 genannten Nennwerte für den Schleifverschleiß sind den Festigkeitsklassen in der Regel wie folgt zuzuordnen:

Festigkeitsklasse	Schleifverschleiß	
	Nennwert cm ³ /50 cm ²	größter Einzelwert cm ³ /50 cm ²
ZE 40	12	13
ZE 50	9	10
ZE 55 M	3	4
ZE 65 A	6	7
ZE 65 KS	1,5	2

Der Schleifverschleißwiderstand ist allerdings nur eine Kenngröße der mechanischen Beanspruchbarkeit, die den Widerstand gegen Schleifen wiedergibt, nicht aber den im

Industriebau bei Roll-, Schlag- und Stoßbeanspruchung durch Gabelstapler erforderlichen Widerstand. Der tatsächliche Widerstand eines Industriebodens gegen mechanische Industriebeanspruchung wird deshalb vor der Einstufung durch die Prüfung auf Schleifverschleiß abweichen. Die im Otto-Graf-Institut in Stuttgart von Manns und Zeus durchgeführten Versuche zum Forschungsauftrag: „Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Industrieestrichen gegen mechanische Beanspruchung“ gaben den tatsächlichen Widerstand besser wieder. Sie wurden an einer dafür entwickelten Maschine durchgeführt, die sowohl vertikale als auch Brems- und Beschleunigungskräfte simulierte. Geprüft wurde u.a. ein Zementestrich der Festigkeit ZE 30, Z 48 und ein Hartstoffestrich Z 81.

Der Zementestrich der Festigkeit Z 30 war auch bei schwachem Verkehr (bis 10^4 Überläufe) weniger geeignet. Der Zementestrich der Festigkeitsklasse Z 40 war bei mittlerem Verkehr (bis 10^4 Überläufe) geeignet, bei starkem Verkehr (bis $2 \cdot 10^5$ Überläufe) dagegen weniger geeignet. Der Hartstoffestrich der Festigkeit Z 81 war auch bei starker Beanspruchung sehr geeignet. Die Prüfung auf der Stuttgarter Verschleißprüfmaschine ist allerdings aufwendig und teuer. Anforderungen konnten in die Norm noch nicht aufgenommen werden. Nach wie vor wird als Widerstandskenngröße der Schleifverschleißwiderstand bestimmt.

In DIN 18 560 Teil 5 - Estriche im Bauwesen; Zementgebundene Hartstoffestriche - sind die Werte aufgeführt, die der zementgebundene Hartstoffestrich bei der Bestätigungsprüfung erreichen muss. Die Normvorlage für Teil 7 - hochbeanspruchbare Estriche (Industrieestriche) - enthält folgende Werte.

Zementgebundener Hartstoffestrich, Schleifverschleiß und Biegezugfestigkeit der Hartstoffschicht für die Bestätigungsprüfung

Festigkeitsklasse	Schleifverschleiß Mittelwert $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$	Biegezugfestigkeit	
		kleinster Einzelwert N/mm^2	Mittelwert N/mm^2
ZE 65 A	≤ 7	≥ 8	≥ 9
ZE 55 M	≤ 4	≥ 10	≥ 11
ZE 65 KS	≤ 2	≥ 8	≥ 9

Die Anforderungen der anderen zementgebundenen Industrieestriche bei der Bestätigungsprüfung sind in DIN 18 560 Teil 2 bis 4 enthalten. Geprüft wird bei Verbundestrichen (Teil 3) bei Dicken über 40 mm die Druckfestigkeit und bei Dicken ≤ 40 mm die Biegezugfestigkeit. Von den Estrichen auf Dämmschicht und Trennschicht wird jeweils nur die Biegezugfestigkeit festgestellt. Dabei sind folgende Prozentsätze der Werte der Güteprüfung zu erreichen:

Estrichart	Biegezugfestigkeit		Druckfestigkeit	
	Einzelwerte	Mittelwert	Einzelwerte	Mittelwert
Verbundestrich	≥ 70	≥ 80	≥ 70	≥ 70
Estrich auf Trennschicht	≥ 60	≥ 70	-	-
Estrich auf Dämmschicht	≥ 50	≥ 63	-	-

4.3 Dicken

Für zementgebundene Hartstoffestriche sind in DIN 18 560 Teil 5 in Abhängigkeit von der Beanspruchungsgruppe und der Festigkeitsklasse Nenndicken festgelegt:

Beanspruchungsgruppe nach Tabelle I	Bei Festigkeitsklasse		
	ZE 65 A mm	ZE 55 M mm	ZE 65 KS mm
I schwer	≥ 15	≥ 8	≥ 6
II mittel	≥ 10	≥ 6	≥ 5
III leicht	≥ 8	≥ 6	≥ 4

Die möglichen Abweichungen von vorgegebenen Nenndicken sind in den folgenden Tabellen aufgeführt:

Estrichdicken

Estrichnenndicke mm	kleinster Einzelwert mm	Mittelwert aus mindestens 10 Proben bzw. Messstellen mm
10	¹⁾	≥ 10
15	¹⁾	≥ 15
20	≥ 15	≥ 20
25	≥ 20	≥ 25
30	≥ 25	≥ 30
35	≥ 30	≥ 35
40	≥ 35	≥ 40
45	≥ 40	≥ 45
50	≥ 45	≥ 50
60	≥ 50	≥ 60
70	≥ 60	≥ 70
80	≥ 70	≥ 80

¹⁾ Diese Werte sind im Einzelfall zu vereinbaren

Ober(Nutz-)schichtdicke mehrschichtiger Estriche bzw. Dicke einer Hartstoffschicht

Oberschicht- (Nutzschicht)- Nenndicke mm	kleinster Einzelwert mm	Mittelwert aus mindestens 10 Proben mm
4	≥ 3	≥ 4
5	≥ 3	≥ 5
6	≥ 4	≥ 6
8	≥ 5	≥ 8
10	≥ 6	≥ 10
15	≥ 10	≥ 15
20	≥ 15	≥ 20

5. Vorbereitung des Untergrundes

5.1 Voraussetzungen an die Untergründe

Der Untergrund muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- er muss den statischen und konstruktiven Anforderungen entsprechen, sowohl die Festigkeit als auch die Oberflächenfestigkeit müssen ausreichend sein
- er muss ausreichend trocken sein
- Ausgleichschichten müssen fest mit dem Untergrund verbunden sein
- Rohrleitungen, Kabel u.a. dürfen nicht auf dem tragenden Untergrund verlegt sein
- Metallteile müssen, falls erforderlich, mit einem auf das Bindemittel abgestimmten Korrosionsschutz versehen sein
- Oberfläche muss eine saubere und griffige Struktur aufweisen, möglichst frei von Rissen und losen Bestandteilen und Verschmutzungen sein
- Fugen müssen gerade, fluchtend und vollkantig sein.

Für die Festigkeitsklasse ZE 40 genügt ein Beton der Festigkeitsklasse B 25. Bei höheren Festigkeitsklassen sollte der Beton aus der Festigkeitsklasse B 35 bestehen oder zwischen Verschleißschicht und Beton eine Zwischenschicht eingebaut werden.

Der Verbundestrich muss gut auf dem Beton haften. Dies ist nur möglich, wenn der Beton eine gute Oberflächenfestigkeit aufweist (Haftzugfestigkeit bei Estrichdicken über etwa 3 cm mindestens 1,0 N/mm², bei Estrichdicken unter etwa 3 cm mindestens 1,5 N/mm²).

Der Beton muss deshalb ausreichend lange nachbehandelt werden, wenn ein Verbundestrich vorgesehen ist (Anhaltswerte siehe Richtlinie zur Nachbehandlung von Beton vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton). Der Beton sollte möglichst keine Dichtungsmittel enthalten und nicht mit Nachbehandlungsmitteln nachbehandelt werden.

5.2 Vorbereitung

Entspricht der Beton nicht den vorgenannten Anforderungen muss er vorbehandelt werden. Dies ist die Regel, da jeder Beton eine Zementhaut oder Anreicherung von Feinstteilen aufweist. Im allgemeinen wird die obere Zone mit geringer Festigkeit mechanisch mit folgendem Verfahren entfernt:

- Blastrac-Verfahren (geringe Staubentwicklung)
- Hochdruckwasserstrahlern
- Hochdruckwasserdampf
- Flammstrahlen einschließlich Entfernen der Rückstände und mürben Teile
- Sandstrahlen (in geschlossenen Räumen nicht erlaubt) und Absaugen

Nach der mechanischen Vorbereitung des Betons wird in der Regel eine Haftbrücke aufgebracht.

6. Ausführung

6.1. Herstellung

6.1.1 Ausgangsstoffe

Zemente nach DIN 1164

in der Regel Portlandzement PZ 35 F
bei hohen Temperaturen sollten Zemente mit langsamerer Anfangserhärtung verwendet werden,

wie z.B. Hochofenzement Z 35 L oder Flugaschezement Z 35 L;
hierbei ist die Nachbehandlungszeit zu verlängern.

Zuschlag nach DIN 4226; in der Regel 0/8 mm, je nach Estrichdicke auch 0/4 mm bzw. 0/16 mm möglich bzw. vorteilhaft, bei Hartstoffestrichen Zuschlag nach DIN 1100

Zusatzmittel meist mit verflüssigender Wirkung.

6.1.2 Konsistenz

Die Konsistenz bestimmt die Verarbeitbarkeit und die notwendigen Verdichtungsgeräte.

Zementestriche werden in steif-plastischer Konsistenz oder mit Hilfe von verflüssigenden Zusatzmitteln in weichplastischer Konsistenz hergestellt. Fließfähige Konsistenzen mit Zuschlag 0/1 mm werden in Säcken verpackt als „Dünneestriche“ angeboten. Ihre Anwendung beschränkt sich aber wegen des Preises bisher auf kleine Flächen. Fließestriche sind zwar im Labor zur Entwicklungsreife gelangt, in der Praxis aber noch zu teuer und zu empfindlich in der Handhabung (Inzwischen gibt es Fertigmörtel für Fließestriche, die sich bewährt haben, wenn die baulichen und bauklimatischen Voraussetzungen eingehalten werden. Auf der Baustelle hergestellte Fließestriche sind wegen der unterschiedlichen Kornzusammensetzung problematisch).

6.2 Einbau und Verdichtung

Der Estrich wird verteilt, mit der Latte abgezogen, je nach Konsistenz verdichtet und von Hand bzw. einem Flügelglätter geglättet.

Zementestriche mit steifplastischer Konsistenz können mit den üblichen Estrichpumpen (Druckluft) gefördert werden, müssen aber besonders verdichtet werden, z.B. mit einer Rüttelplatte oder Rüttelbohle. Ein möglichst dichtes Gefüge ist sowohl für die Festigkeit als auch für die Haftung am Untergrund von ausschlaggebender Bedeutung.

Die weichplastische Konsistenz ist immer dann anzustreben, wenn gute Verdichtung ohne Rüttelgeräte erreicht werden muss. Die Konsistenz wird zu dem weichen Bereich hin von den üblichen Fördergeräten begrenzt. Die gebräuchlichen Dünnstromförderer verstopfen bei zu weicher Konsistenz. Außerdem entmischt sich der Estrich im Schlauch. Bei weichplastischer Konsistenz müssen deshalb andere Fördergeräte, wie z.B. Doppelkolbenpumpen oder Schneckenpumpen, verwendet werden.

Fließestriche können heute mit Zuschlag 0/8 mm und Fließmittel hergestellt werden. Die Grundlagen dazu wurden bei dem Forschungsvorhaben „Fließestriche für die Baupraxis“ erkundet. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zeigten aber auch, dass der Estrich z.Z. nur dann gesichert fließfähig hergestellt werden kann, wenn

- der Zuschlaganteil unter 0,25 mm abgesiebt und durch Flugasche ersetzt wird
- der Zuschlag getrocknet wird
- die Fließmittelmenge 3 M-% bis 4 M-% beträgt.

Diese Schwierigkeiten machen den Fließestrich z.Z. noch so teuer, dass er gegenüber den anderen Estrichen trotz unbestreitbarer Vorteile im Einbau noch nicht konkurrenzfähig ist. Einsatzmöglichkeiten mit Vorbehalt sind im ebenerdigen Einbau, wenn mit dem Mischtrog an die Einbaustelle gefahren wird.

Zementgebundene Hartstoffestriche werden aus Zement und Hartstoffen nach DIN 1100 im Mischungsverhältnis Zement : Hartstoff = 1 : 2 GT bis 1 : 3 GT meist in breiiger Konsistenz aufgebracht, mit der Latte abgezogen und 2 bis 3 mal mit dem Flügelglätter geglättet.

Bewährt hat sich das Aufziehen der Hartstoffschicht frisch in frisch auf den vakuumbehandelten Beton. Möglich ist auch das Einarbeiten der Hartstoffschicht in den vakuumbehandelten oder mit Verflüssiger hergestellten Beton. Daneben wird oft die zweischichtige Verlegung Übergangsschicht + Hartstoffverschleißschicht angewandt. Erfahrungen liegen inzwischen auch vor mit einschichtiger Verlegung auf erhärtetem Beton, die aber einen ausreichend festen Untergrund und eine gute Haftbrücke erfordert.

6.3 Fugen im Estrich

Grundsätzlich sind so wenig wie möglich Fugen im Estrich anzuordnen. Unterschieden werden:

- Bewegungsfugen
- Scheinfugen
- Randfugen

Bewegungsfugen trennen den Estrich vollständig. Scheinfugen werden bis zur Hälfte der Estrichdicke in den Estrich eingeschnitten. Randfugen trennen den Estrich von seitlich angrenzenden und eingebauten Bauteilen.

Beurteilung:

Bei Verbundestrichen gilt:

Bewegungsfugen sind in der Regel über Fugen im Tragbeton anzuordnen. Randfugen müssen nur dann angelegt werden, wenn die aufgehenden Bauteile nicht fest mit dem Tragbeton verbunden sind. Scheinfugen und Pressfugen des Untergrundes müssen nicht übernommen werden. In Betonflächen ohne Fugen sollten auch im Estrich keine Fugen, auch keine Scheinfugen, angelegt werden.

Bei Estrichen auf Trennschicht und Estrichen auf Dämmschicht gilt:

Randfugen ausreichend breit herstellen. Scheinfugen etwa alle 5 m so anordnen, dass gedrungene Felder entstehen. Schmal einschneiden. Bei der Anordnung von Bewegungsfugen mögliche Temperaturdifferenzen beachten.

6.4 Nachbehandlung des Estrichs

Zementgebundene Industrieestriche müssen nachbehandelt werden. Der Schutz gegen Austrocknen des Estrichs kann durch Abdecken oder Aufsprühen eines Nachbehandlungsfilmes erfolgen. Vor Zugluft und Sonneneinstrahlung ist der Estrich zu schützen. Anhaltswerte für die Dauer sind in der folgenden Tabelle aus dem Arbeitsblatt A 12 genannt:

Anhaltswerte für Verarbeitbarkeitszeiten von Mischungen und Betretbarkeit von Zementestrich

1	2	3	4	5	6	7	8	
Estrich Festigkeitsklasse nach DIN 18 560	Zement Festigkeitsklasse nach DIN 1164	Wasserzementwert W/Z	mittlere Lufttemperatur	Mischung verarbeitbar ¹⁾ bis Stunden	Estrich betretbar ²⁾ nach Tagen	Schutz gegen Austrocknen Tage	Schutz gegen Zugluft Tage	
ZE 30	Z 35 F	0,53	+ 5°C	3	4	8	14	
			+ 15°C	2	2 ½	5	10	
	Z 35 L	0,62			+ 5°C	2	3	6
			+ 15°C	1 ½	2	4	8	
	ZE 40	Z 35 F	0,42	+ 5°C	2 ½	3	6	12
				+ 15°C	1 ½	2	4	9
Z 45 F		0,53	+ 5°C	1 ½	2 ½	5	10	
			+ 15°C	1	1 ½	3	7	
ZE 50	Z 45 F	0,38	+ 5°C	1	2	4	9	
			+ 15°C	¾	1 ½	3	6	

¹⁾ Für Mischungen ohne Zusätze
Zeit von der Wasserzugabe bis zum Einbau (Einbringen, Verdichten, Abziehen einschließlich Beförderungsdauer von Transportestrich)

²⁾ Zeit von der Fertigstellung der Oberfläche bis zum ersten (vorsichtigen) Betreten.
Normales Begehen nach doppelter Zeit, bestimmungsgemäße Beanspruchung nach dreifacher Zeit

7. Zementestriche mit Zusätzen

7.1 Kunstharzmodifizierte Zementestriche

Kunstharzmodifizierte Zementestriche sind Zementestriche mit Kunstharzzusatz, wobei die Menge und Art des Kunstharzes die Eigenschaften wesentlich bestimmen.

Kunstharze auf der Basis Acrylat, Butadien, Styrol und Polyvinylacetat bzw. Copolymeren davon (Thermoplaste) werden als Kunstharzdispersionen, Kunstharze auf der Basis Epoxidharz (Duromer) als Emulsion (ECC) zugegeben. Im Sinne der Betontechnologie sind die Kunstharze Zusatzstoffe.

Die Kunstharzdispersionen sind wässrige Systeme mit einem Feststoffgehalt von etwa 50 Masse-%. Die Kunstharzteilchen werden durch Emulgatoren in der Schwebelage gehalten. Die Kunstharzdispersion erhärtet durch Trocknung. Nicht alle Kunstharzdispersionen sind alkalifest.

Bei den Epoxidharzemulsionen entsteht das Kunstharz erst im Mörtel.
Epoxidharzemulsionen sind alkalifest und verseifen nicht.

Industriestriche werden in der Regel mit Kunstharzdispersionen und Zusätzen von 5 bis 15 Masse-%, bezogen auf das Zementgewicht (Kunstharz-Zement-Faktor 0,05 bis 0,15) hergestellt. Die Epoxidharzemulsionen sind wegen ihres Preises bisher auf Sonderfälle bzw. auf dünne Schichten, wie z.B. bei Haftbrücken oder Reparaturmörtel, beschränkt.

Die Kunstharzdispersionen und Epoxidharzemulsionen verbessern in der Regel

- die Verarbeitbarkeit
- das Wasserrückhaltevermögen
- die Verformbarkeit
- die Zugfestigkeit
- die Haftung am Untergrund und
- die Dichtigkeit.

Die Erhöhung der Zugfestigkeit bewirkt auch eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Schlag, Stoß und dynamische Beanspruchung (z.B. Fahrbeanspruchung).

Die häufig herausgestellte Verminderung des Schwindmaßes ist nur scheinbar und ergibt sich zwangsläufig aus der Verringerung des Wasserzementwertes.

Bei den oben angegebenen Zusatzmengen von 5 Masse-% bis 15 Masse-% bestimmt noch weitgehend der Zement die Eigenschaften des Estrichs. Bei höheren Zusätzen bilden die Kunstharze im erhärteten Zustand eine zusammenhängende Matrix.

Die Kunstharzdispersionen bzw. Epoxidharzemulsionen verbessern den Widerstand des Zementestrichs gegen Schlag und Stoß und erhöhen den Verschleißwiderstand. Der Schleifverschleiß wird allerdings nicht verbessert. Deshalb ist die Erhöhung des Verschleißwiderstandes nicht durch die Böhme-Scheibe und das Verfahren nach DIN 52 108 nachzuvollziehen.

Nachteile der mit Kunstharzdispersionen hergestellten Estriche:

- a) Die Kunstharzdispersionen verzögern die Hydratation des Zements. Der Zementestrich muss deshalb im Anfangsstadium feucht gehalten werden. Die Kunstharzdispersion erhärtet erst durch Austrocknung und ist im feuchten Zustand nicht wirksam.
- b) Die Emulgatoren und Stabilisatoren der Dispersion, die im Estrich verbleiben, sind meist feuchtigkeitsempfindlich. Bei dauernder Feuchtigkeitsbeanspruchung quellen sie an und vermindern die Festigkeit des Systems. Bei nicht alkalifesten Systemen kommt dazu die Gefahr der Verseifung.
- c) Wenn auf kunstharzmodifizierte Estriche ein Oberbelag aufgebracht wird, sollte die Verträglichkeit zum Kleber überprüft werden. Wechselvorgänge zwischen Kleber und Kunstharz können eine dauerhaft feste Klebung verhindern. Lösemittel können das Kunstharz auflösen.

Bei den mit Epoxidharzemulsion hergestellten Estrichen sind diese Nachteile nicht zu befürchten. Hier liegen die Schwierigkeiten in der richtigen Einstellung. Außerdem kann es Haftungsprobleme für nachfolgende Beläge geben.

Der kunstharzmodifizierte Estrich wird in Dicken zwischen 10 mm und 30 mm, bei Epoxidharzemulsionen noch dünner eingebaut und wie ein üblicher Zementestrich abgezogen, verdichtet und geglättet.

Kunstharzmodifizierte Estriche mit Kunstharzdispersionen sind gegen chemische Angriffe nicht widerstandsfähiger als übliche Zementestriche. Durch die Erhöhung der Dichtigkeit dringen Flüssigkeiten allerdings nicht so schnell ein wie bei üblichen Zementestrichen. Dagegen sind kunstharzmodifizierte Estriche mit Epoxidharzemulsionen deutlich widerstandsfähiger als übliche Zementestriche.

Die kunstharzmodifizierten Zementestriche werden wie normale Zementestriche in die in Abschnitt 4.1 angegebenen Festigkeitsklassen eingeteilt. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass durch den Kunstharzzusatz die Druckfestigkeit eher vermindert als erhöht wird. Deshalb ist schon bei der Festigkeitsklasse ZE 40 eines kunstharzmodifizierten Estrichs ein relativ hoher Verschleißwiderstand vorhanden.

7.2 Bitumenemulsionsestriche

Der Bitumenemulsionsestrich ist ein zementgebundener Kompressionsbelag, dessen Eigenschaften wesentlich durch den Bitumenzusatz bestimmt werden. Unter der Verkehrslast wird eine Nachverdichtung erreicht.

Der Bitumenemulsionsestrich ist bisher nicht genormt. Ausgangsstoffe sind:

- Bitumenemulsion (Bitumenanteil etwa 50 %)
- Zement (zur Wasserbildung und Stabilisation)
- Sand, Splitt (Größtkorn 1/3 bis 1/2 der Estrichdicke Splittanteil zwischen 40 und 60 Masse-%)

Der Bitumenemulsionsestrich wird nach Herstellerangabe zusammengesetzt. Der Bitumenanteil und das Zuschlaggemisch bestimmen maßgebend die Eigenschaften. Der Bitumenanteil soll zwischen 5 und 10 Masse-% liegen. Bei hohen Verkehrslasten wird ein bindemittelarmer und splittreicher Estrich angestrebt, bei kleinen Verkehrslasten werden bindemittelreichere Estriche eingesetzt. Der Bitumenanteil ist auch verantwortlich für die Oberflächenbeschaffenheit:

zu viel Bitumen: Oberfläche schmierig und klebrig

zu wenig Bitumen: Staubbildung relativ groß (eventuell Wachsbehandlung)

Estrichdicken: normal: 12 mm bis 20 mm, mindestens 8 mm
über 30 mm ungeeignet.

Der Bitumenemulsionsestrich wird in der Regel fugenlos verlegt. Über Dehnungsfugen im Untergrund sind Profile einzusetzen, die im Untergrund zu verankern sind. Risse beeinträchtigen die Funktion des Estrichs nicht. Sie werden meist durch die Verkehrsbeanspruchung zugewalkt wenn der Estrich nicht zu spröde eingestellt ist. Andernfalls müssen die Risse mit bituminöser Spachtelmasse geschlossen werden. Wird der Bitumenemulsionsestrich auf einen fugenlosen „Walzbeton“ verlegt, ist die Ausführung des Walzbetons auch für das Verhalten des Bitumenemulsionsestrichs und hier vor allem für die Rissbildung entscheidend.

Hohlstellen sind bei ausreichender Estrichdicke meist ungefährlich. Bei entsprechender Beanspruchung wird häufig wieder eine Verklebung zum Untergrund erreicht.

Bei erhöhten Anforderungen an die Ebenheit (z.B. Hochregallager) oder zwangsgeführten Flurförderzeugen ist Vorsicht geboten.

Das bevorzugte Anwendungsgebiet für Bitumenemulsionsestriche sind Lagerhallen ohne hohe Anforderungen an die Ebenheit mit starkem Gabelstaplerverkehr.

Normen und Arbeitsblätter

DIN 18 560 - Estriche im Bauwesen -

- Teil 1 Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung
- Teil 2 Estriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche)
- Teil 3 Verbundestriche
- Teil 4 Estriche auf Trennschicht
- Teil 5 Zementgebundene Hartstoffestriche
- vorgesehen Teil 7 Hochbeanspruchbare Estriche (Industriestriche)

Arbeitsblätter der Arbeitsgemeinschaft Industriebau (AGI)

A 10 Industrieböden; Hartstoffbeläge - Hartstoffestriche

A 11 Industrieböden; Zementestrich als Nutzboden

A 12 Industrieböden; Industriestriche -Ergänzungen zu DIN 18 560
Zementestrich; zementgebundener Hartstoffestrich

Literatur

Estriche im Industriebau

Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln 1976