

Technologie, Ausführung und Anwendung von Magnesiaestrichen

von Werner Schnell

veröffentlicht in – boden-wand-decke – (Heft 2/1987)

1. Einführung

Magnesiaestrich ist ein Estrich, der aus Kaustischer Magnesia, Zuschlag (Füllstoffe) und einer wässrigen Lösung zweiwertiger Metalle - im allgemeinen Magnesiumchlorid - sowie gegebenenfalls unter Zugabe von Zusätzen (Farbstoffen) hergestellt wird. Magnesiaestrich mit einer Rohdichte bis $1,6 \text{ kg/dm}^3$ wird Steinholzestrich genannt.

Die Erhärtung von Kaustischer Magnesia und Magnesiumchlorid wurde 1867 durch *Sorel* entdeckt. Die hohe Festigkeit, die die „Sorelzemente“ erreichen und ihre Fähigkeit, organische und anorganische Füllstoffe unterschiedlichster Beschaffenheit zu binden, führten bald zu ihrer Verwendung im Fußbodenbau. Als Steinholzestrich-Stampfboden wurde es schon um die Jahrhundertwende im Industriebau eingesetzt.

Erstmalig wurde der Steinholzestrich 1930 in DIN 272 genormt. Wegen der Zusammensetzung aller Estricharten in die Norm DIN 18 560 - Estriche im Bauwesen - wurde die bisherige Magnesiaestrichnorm DIN 272 abgelöst, bleibt aber noch als Prüfnorm bestehen. Für besonders hoch beanspruchte Magnesiaestriche wurde DIN 18 560, Teil 6 E - Hochfeste Magnesiaestriche - erstellt.

2. Ausgangsstoffe

2.1. Kaustische Magnesia nach DIN 273, Teil 1

Kaustische Magnesia wird aus natürlich vorkommendem Magnesiumkarbonat (Magnesit) durch Brennen unterhalb der Sintertemperatur hergestellt. Die Vorkommen an Magnesit für die Herstellung von Fußböden befinden sich in China, Indien, Griechenland, Türkei, Jugoslawien und Österreich. Die Vorkommen unterscheiden sich in MgO-Anteil, Farbe, Kalk- und Kieselsäureanteil, weiteren Nebenbestandteilen und in der Gitterstruktur.

Raumbeständigkeit und Erhärtung werden durch die Nebenbestandteile beeinflusst. Die Anteile an Gesamtkieselsäure und Calciumoxid werden in DIN 272, Teil 1, begrenzt. Der Anteil an MgO muss mindestens 80 Masse-Prozent betragen.

Kaustische Magnesia nach DIN 273, Teil 1, unterliegt einer Überwachung, bestehend aus einer Eigenüberwachung (laufende Kontrollprüfungen) und einer Fremdüberwachung. Durch Anforderungen an die Gleichmäßigkeit innerhalb einer Charge von 25 Tonnen, durch Erhöhung der Anforderungen an die Mahlfineinheit und das Erstarren sowie durch Vorschrift der Verpackungsart

und -größe wurde mit der Neuausgabe der Norm die Grundlage für einen gezielter einsetzbaren Ausgangsstoff geschaffen.

2.2. Magnesiumchlorid nach DIN 273, Teil 2

Magnesiumchlorid ($MgCl_2 \cdot 6 H_2O$) wird bei der Herstellung von Kalisalzen gewonnen. Es wird geliefert als wässrige Lösung oder als kristallisiertes Salz in Form von Blöcken, Stücken, Schuppen, Flocken, Nadeln, Körnern. Die Anforderungen an Magnesiumchlorid sind in DIN 273, Teil 2, festgelegt.

Die zur Herstellung vorgesehene Magnesiumchlorid-Lösung wird mit einem Aräometer (Senkwaage) gradiert. Die Konzentration wird in Beaumé (°Bé) angegeben.

2.3. Füllstoffe

Kaustische Magnesia vermag nicht nur mineralische, sondern auch im großen Umfang organische Füllstoffe ohne Vorbehandlung zu binden. Die Art der Füllstoffe hat Einfluss auf Festigkeit, Zähigkeit, Raumbeständigkeit, Feuchtigkeitsempfindlichkeit und Austrocknung und dergleichen. Verwendet werden zum Beispiel Quarzsand und -mehl, Talkum, Bimsmehl, Weichholzspäne, Holzmehl und so weiter; auch Hartstoffe werden eingesetzt.

3. Untergründe

3.1. Mögliche Untergründe

- Beton, Stahlbeton, Naturstein, Kunststein, Keramik usw.
- Estriche jeder Art (Mindestbiegezugfestigkeit $3 N/mm^2$) mit Ausnahme von Gips- und Anhydritestrichen
- Holzböden jeder Art
- Holz- und Steintreppen
- Sonderkonstruktionen sind zum Beispiel auf Gussasphalt und Anhydritestrich möglich.

3.2. Bauliche Erfordernisse

- der Untergrund muss den statischen und konstruktiven Anforderungen entsprechen
- die Ebenheit der Oberfläche des Untergrundes muss DIN 18 202, Tabelle 3, Zeile 2, entsprechen
- der Untergrund muss trocken sein und bleiben
- der Untergrund muss frei von Kalk- und Gipsresten sein
- der Untergrund darf nicht durch Öl, Kraftstoff, Mörtelreste und Anstrichmittel verschmutzt sein
- bei Stahlbeton ist eine ausreichende Betonüberdeckung notwendig (Sperrschicht)
- der Untergrund muss eine griffige, saubere und geschlossene Struktur aufweisen
- Fugen im Untergrund müssen vollkantig sein, eine gleichmäßige Breite aufweisen und geradlinig verlaufen. Sie sollen möglichst als Pressfugen ausgebildet sein; Bewegungsfugen sind möglichst schmal zu halten.

3.3. Untergrundvorbehandlung bei Verbundestrichen

Angrenzende Metallteile (außer Kupfer, Messing und V2A-Stahl) müssen durch einen Anstrich geschützt werden.

Um den kraftschlüssigen Verbund zum Untergrund sicherzustellen, wird in der Regel eine Haftbrücke aus Polymerisatlösung oder Reaktionsharzemulsion eingesetzt. Die geeignete Haftbrücke verbessert nicht nur die Haftung, sondern verhindert auch weitgehend das Eindringen von Chloridionen in den Beton. Versuche in unserem Institut haben gezeigt, dass die Erhöhung des Chloridgehaltes in der obersten, einen Zentimeter dicken Betonschicht bei Einsatz einer guten Haftbrücke fast um den Faktor 10 vermindert wird. Der Chloridgehalt dieser Zone lag dann insgesamt weit unter dem für Korrosion der Bewehrung von Stahlbeton für unschädlich gehaltenen Anteil von 0,4 Masse-Prozent, bezogen auf das Zementgewicht.

4. Ausführung

Magnesiaestriche werden in der Regel aus einem vorgefertigten Trockengemisch aus Kaustischer Magnesia sowie Füllstoffen und Magnesiumchloridlösung hergestellt. Verwendet werden auch Trockenmischungen aus den Füllstoffen, die dann mit gesondert in Papiersäcken mit Polyethyleninlage verpackter Kaustischer Magnesia und Magnesiumchloridlösung gemischt werden. Sand und Kies werden gegebenenfalls gesondert zugegeben.

Das Mischungsverhältnis wasserfreies Magnesiumchlorid ($MgCl_2$) : Magnesiumoxid soll zwischen 1 : 2,0 und 1 : 3,5 Masse-Teilen liegen. Bei vorgefertigtem Trockengemisch wird es über die Konzentration der Magnesiumchloridlösung eingestellt.

Bei hoher Luftfeuchtigkeit und tiefer Temperatur werden MgO-reichere Mischungen verwendet. Je höher die Konzentration der Magnesiumchloridlösungen, um so schneller wird die Kaustische Magnesia gelöst. Die Wasseraufnahme der Füllstoffe sollte deshalb möglichst klein sein.

Durch Zugabe geeigneter Metalloxidfarben ist eine durchgehende Färbung des Magnesiaestrichs möglich. Wolkenbildungen und Farbschwankungen an der Oberfläche sind dabei nicht immer zu vermeiden. Für Industrieestriche hat sich die graue Einfärbung bewährt. Der Magnesiaestrich wird in Zwangsmischern gemischt und in fahrbaren Mischtrommeln bzw. durch Estrichpumpen an die Einbaustelle gefördert.

Der Estrich auf Dämmschicht (schwimmender Estrich) wird meist als Steinholzestrich ein- oder mehrschichtig hergestellt. Der Estrich wird unverzüglich nach dem Mischen bzw. nach Anlieferung auf der Baustelle eingebracht, verteilt und der Konsistenz entsprechend abgezogen und verdichtet. Die Oberfläche wird in der Regel geglättet, bei Nutzsichten gespachtelt.

Im Industriebau werden Magnesiaestriche in der Regel einschichtig und dünnflüssig in Nenndicken zwischen 15 mm und 20 mm im Verbund verlegt, in diesem Zustand geglättet und nach Ansteifung meist maschinell gespachtelt. Die Dicke einschichtiger Estriche sollte 50 mm, bei Estrichen mit hoher Beanspruchung 25 mm, nicht überschreiten. Bei größerer Dicke sollte der Estrich zweischichtig verlegt werden.

Beim Einbringen darf die Temperatur des Magnesiaestrichs $5^{\circ}C$ nicht unterschreiten; sie soll anschließend wenigstens zwei Tage auf mindestens $5^{\circ}C$ gehalten werden. Dazu ist im allgemeinen eine Raumtemperatur von mindestens $10^{\circ}C$ erforderlich. Der Estrich ist ferner wenigstens zwei Tage vor schädlichen Einwirkungen, wie zum Beispiel Wärme, Schlagregen und Zugluft, zu schützen; dies ist im allgemeinen sichergestellt, wenn das Bauwerk geschlossen ist.

Über Bauwerksfugen sind im Estrich Bewegungsfugen auszubilden. Schein- und Pressfugen des tragenden Untergrundes werden im Magnesiaestrich im allgemeinen nicht übernommen. Risse, die eventuell im Estrich über diesen Fugen entstehen können, beeinträchtigen seine Gebrauchsfähigkeit in der Regel nicht. Fugen im Estrich werden mit Vergusswachs geschlossen.

5. Nachbehandlung und Pflege

Der Magnesiaestrich wird meist schon am Tage der Fertigstellung mit einer Imprägnierung versehen, die die Anschmutzbarkeit des Bodens vermindert und die laufende Reinigung erleichtert. Der Estrich sollte nicht vor Ablauf von zwei Tagen begangen und nicht vor Ablauf von fünf Tagen höher belastet werden. Für gute Durchlüftung der Räume ist zu sorgen.

Magnesiaestriche lassen sich mit allen handelsüblichen säurefreien Behandlungsmitteln reinigen und pflegen. Die Behandlungsmittel können waschaktive Substanzen, Fettschmutzlöser, Lösemittel und Kristallsoda enthalten. Eine laufende Nassreinigung und damit der rationelle Einsatz von Großflächenreinigungsmaschinen ist möglich, wenn die Estrichoberfläche durch eine entsprechende Imprägnierung gegen Feuchtigkeit geschützt ist. Magnesiaestriche werden nach der Grundreinigung mit Kehrspänen, säurefreien Ölen oder Wachsen behandelt.

6. Oberflächenbehandlung

Der Magnesiaestrich darf nicht einer dauernden Feuchtigkeitsbeanspruchung ausgesetzt werden. Deshalb darf er nicht mit einem dampfdichten Belag abgeschlossen werden, wenn im Untergrund keine Dampfsperre oder Abdichtung vorhanden ist und mit aufsteigender Feuchtigkeit zu rechnen ist.

Magnesiaestriche können imprägniert, versiegelt und beschichtet werden. Das System muss allerdings wasserdampfdurchlässig sein. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass Feuchtigkeit nicht eingeschlossen wird. Bewährt haben sich Kunststoff-Wachs-Kombinationen oder Kunstharzsysteme auf Epoxidharzbasis. Vorversuche sind in jedem Einzelfall zu empfehlen.

7. Sanierung

Magnesiaestriche erhärten rasch und können in dünnen Schichtdicken eingebaut werden. Sie sind deshalb auch während des laufenden Betriebes problemlos zu erneuern bzw. zu sanieren. Teilflächen lassen sich zum Beispiel über ein Wochenende auswechseln. Geschädigte Oberflächen lassen sich in dünnen Schichten ausbessern.

8. Eigenschaften

Die Eigenschaften von Magnesiaestrichen sind in **Tabelle 1** zusammengestellt. Je nach Zusammensetzung und Füllstoffart ist der Magnesiaestrich in weiten Grenzen einstellbar; seine herausragenden Eigenschaften sind:

- günstiges Verhältnis Biegezug- zu Druckfestigkeit; dadurch hohe Zähigkeit und hoher Widerstand gegen Schlag und Stoß
- geringes Gewicht bei Steinholzestrichen
- geringe Wärmeleitfähigkeit („fußwarm“)
- schalltechnisch günstig durch hohe innere Dämpfung
- elektrisch leitfähig
- hoch verschleißfest und nahezu staubfrei
- beständig gegen Mineralöle, Lösemittel und Treibstoffe
- leicht zu pflegen
- schnelle Sanierung

Rohdichte	0,4 bis 2,3	kg/dm ³
Biegezugfestigkeit	3 bis 20	N/mm ²
Druckfestigkeit	5 bis 100	N/mm ²
Oberflächenhärte	30 bis 400	N/mm ²
Schleifverschleiß	6 bis 20	cm ³ /50 cm ²
Schwindmaß	0,1 bis 2,0	mm/m
Quellmaß	0,1 bis 2,0	mm/m
Wärmeleitfähigkeit ¹⁾	0,5 bis 1,4	W/(mK)
elektrische Leitfähigkeit (spez. Widerstand r)	10 ³ bis 10 ⁵	Ohm • cm
Wärmebeständigkeit	bis 100	°C
Ausgleichsfeuchtigkeitsgehalt ²⁾ bei 20°C und 65 % rel. Luftfeuchtigkeit	4 bis 12	Masse-%
beständig gegen:	Lösemittel, Treibstoffe, Fette und Öle (wasserfrei)	
nicht beständig gegen:	dauernde Wassereinwirkung, wässrige Lösungen, Säuren, Laugen	
Brandverhalten	je nach Zusammensetzung Klasse A 1 bzw. Klasse B 1	
einfärbbar holzkonservierend nahezu staubfrei bei entsprechender Einstellung		
¹⁾ nach DIN 4108, Teil 4, Unterböden und Unterschichten $\sigma \leq 1400 \text{ kg/m}^3$: 0,47 W/(mK) Industrieböden und Gehschicht: 0,70 W/(mK) ²⁾ nach Trocknung bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz		

Tabelle 1 Eigenschaften

9. Anforderungen

Magnesiaestriche werden auf Dämmschicht, auf Trennschicht und im Verbund verlegt. Die Anforderungen der Norm DIN 18 560 an diese Verlegearten sind in **Tabelle 2** wiedergegeben.

Im Entwurf des Teiles 6 sind Anforderungen an die Festigkeitsklasse und die Oberflächenhärte in Abhängigkeit von der Beanspruchungsgruppe gestellt. Die Beanspruchungsgruppen mit Anwendungsbeispielen sind in **Tabelle 3** zusammengestellt. Die besonderen Prüfverfahren für Magnesiaestriche sind in DIN 272 beschrieben.

Verlegeart	Nutzung	Festigkeitsklasse	Oberflächenhärte N/mm ²
auf Dämmschicht	-	≥ ME 7	≥ 30 bei Steinholzestrich
auf Trennschicht	unmittelbar mit Belag	≥ ME 20 ≥ ME 7	- ≥ 30 bei Steinholzestrich
im Verbund	unmittelbar mit Belag bei hoher Beanspruchung ²⁾	≥ ME 20	-
		≥ ME 5	-
		≥ ME 50	≥ 145
		≥ ME 40	≥ 100
	III	≥ ME 30	≥ 70
¹⁾ Entwurf ²⁾ Beanspruchungsgruppen I, II, III siehe Tabelle 3 (Entwurf Teil 6)			

Tabelle 2 Anforderungen (nach DIN 18 560 Teile 1, 2, 3, 4 und 6¹⁾)

10. Anwendungsgebiete

Der Magnesiaestrich wird vor allem in folgenden Bereichen eingesetzt:

- Betriebe der Metall-, Holz-, Kunststoff-, Papier-, Textil- und Nahrungsmittelindustrie
- Betriebe der Feinwerktechnik, Kraftfahrzeug- und Flugzeugfertigung, Elektro- und Elektronikindustrie und in Druckereien
- Speditions- und Lagerhallen, besonders Hochregallager
- Bau- und Großmärkte
- im Altbau auf Holzdecken und -böden (geringes Gewicht)
- im Bio-Bau als klassischer Steinholzestrich (mit Weichholz und Kork ohne mineralische Füllstoffe; schwimmende Ausführung in Verbindung mit Korkplatten und Kokosfaserdämmplatten).

Magnesiaestriche sind auch eine wirtschaftlich günstige Lösung zur Reparatur bzw. Gesamterzeugung von Industrieestrichen, da sie eine kurze Einbauzeit haben und auch in dünnen Schichtdicken eingebaut werden können.

Beanspruchungsgruppe	Mechanische Beanspruchung		Beispiele für die Einordnung
	Benennung	Art und Häufigkeit	
I (schwer)	Vorwiegend rollenschleifende 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 Metallherzeugung und -verarbeitung
	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 Güter, KFZ-Hallen für schwere Fahrzeuge, Messehallen, Treppen für Massenverkehr, Papierlager, Bunker, Silos
II (mittel)	Vorwiegend rollenschleifende 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
	Vorwiegend Schleifen	Fahrverkehr mit weicher Bereifung: Bis 5 t Achslast bis 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, Schulen, Krankenhäuser
III (leicht)	Vorwiegend rollenschleifende Reibung, Stoß, Druck und Schlag	Gütertransport: Absetzen und Kollern leichter Güter	Fabrikations- und Lagerräume für leichte Güter
	Vorwiegend Schleifend	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 Beanspruchungsgruppen I hinausgehen, z.B. bei der Montage schwerster Geräte oder dem Verkehr schwerster Fahrzeuge (Raupenfahrzeuge) werden besondere Vorkehrungen erforderlich.</p>			

Tabelle 3 Beanspruchungen (aus dem Entwurf DIN 18 560 Teil 6)

11. Normen und Literatur

- DIN 273, Teil 1 - Ausgangsstoffe für Magnesiaestriche; Kaustische Magnesia (Ausgabe Mai 1981)
- DIN 273, Blatt 2 - Ausgangsstoffe für Magnesiaestriche; Magnesiumchlorid (Ausgabe Juli 1983)
- DIN 272 - Prüfung von Magnesiaestrichen - (künftig nur noch Prüfnorm)
- DIN 18 560, Teile 1, 2, 3, 4 und 6E - Estriche im Bauwesen -
- E. Hayek u. E. Schnell - Die chemischen Grundlagen der Erhärtung von Magnesiaementen; Chemiker-Ztg. Chem. Apparatur'84 (1960) Heft 21
- H. Schneider - Zur Prüfung von Kaustischer Magnesia, Erläuterungen zur Neufassung der DIN 273, Teil 1; Zement-Kalk-Gips 32 (1979) Heft 7
- H.T. Stamboliev - Magnesia-Zement; Verbesserung der Wasserbeständigkeit durch Phosphatzusatz und der plastischen Eigenschaften durch Gipszusatz; Tonindustrie-Ztg.100 (1976) Heft 1
- W. Heimberger - Steinholz; Bauverlag Wiesbaden
- R. Reißner - Der kaustische Magnesit und seine Verarbeitung
- Estriche im Hochbau (Rudolf-Müller-Verlag, Köln)
- Estriche im Industriebau - (Rudolf-Müller-Verlag, Köln)
- „Der Oberdorfer“ - (Mitteilungsblatt der Steirischen Magnesit-Industrie)