

Merkblatt

**Merkblatt zur  
Verlegung von Elektro-Installationskanalsystemen in  
Estrich**

Stand: 10/2008

Die Inhalte unserer Merkblätter informieren zu bestimmten Sachthemen. Sie basieren auf den derzeit gültigen Vorschriften und Bestimmungen sowie auf unseren eigenen Prüfergebnissen. Eine allgemeingültige Rechtsverbindlichkeit kann aus dieser Unterlage nicht abgeleitet werden.

### **Einbau von fußbodenebenen Elektro-Installationskanalsystemen sowie Unterflurdosen und Zubehör in Verbundestriche, Estriche auf Trennschichten und schwimmende Estriche**

Unterflur-Elektroinstallationskanäle, deren systemgebundenes Zubehör, Befestigungsteile und Einbaueinheiten müssen nach den Anforderungen der DIN VDE 0634 Teil 1 + 2 und zukünftig nach der europäischen Norm EN 50085-2-2 hergestellt sein. Sie sind nach den Angaben des Herstellers zu montieren, auszurüsten und anzuschließen. Da fußbodenebene Elektro-Installationskanäle, Unterflurdosen sowie deren Zubehör bündig mit der Oberkante des begehbaren Fußbodens abschließen, unterliegen sie den Einwirkungen von lotrechten Nutzlasten.

#### **1 Belastung**

Nach DIN VDE 0634 Teil 2 werden unsere estrichgebundenen Bauelemente wie folgt geprüft:

- Die begehbare Fläche der Prüflinge wird mittig über eine Prüfrolle mit einer senkrecht zur Oberfläche wirkenden Kraft von 1500 N zwei Minuten lang belastet. Bei mehrzügigen Kanälen, deren Trennelemente statisch wirksam sind, ist die Mitte des größten Zuges zu wählen. Die Prüfrolle hat einen Durchmesser von 50 mm und eine Breite von 18 bis 22 mm (nach DIN 68 131).
- Die Prüflinge dürfen während der Prüfung keine mit bloßem Auge sichtbaren Risse und keine Durchbiegung über 4 mm aufweisen. Eine Minute nach Ende der Belastung dürfen an den Prüflingen keine bleibenden Verformungen feststellbar sein. Veränderungen bis 3 mm werden nicht beanstandet.
- Die Prüfordnung legt eine Belastung zugrunde, wie sie in DIN 1055-3 Teil 3/06.71, Tabelle 1, Abschnitt 5 b, für Geschäfts- und Warenhäuser, Fabriken und Werkstätten für leichten Betrieb vorgesehen ist.

Nach DIN EN 50058-2-2 erfolgt die Prüfung unserer Unterflursysteme wie folgt:

- Die begehbare Fläche der Prüflinge wird mittig über einen Prüfstempel mit einer Auflagefläche von 1 cm<sup>2</sup> bzw. einer großflächigen Platte mit einem Durchmesser von 130 mm belastet. Die Prüfung mittels Stempel ist gedacht für Installationssysteme zur Anwendung im Büro- und Verwaltungsbau während die Prüfung mittels Platte eher für Anwendungen in Bereichen mit höheren Lasten gedacht ist.

## Merkblatt zur Verlegung von Elektro-Installationskanalsystemen in Estrich

<b>Prüfstempel</b>	<b>Prüfplatte</b>
500 N	2.000 N
750 N	3.000 N
1.000 N	5.000 N
1.500 N	10.000 N
2.000 N	15.000 N
2.500 N	
3.000 N	

Tabelle der Prüflasten nach DIN EN 50085-2-2

- Die senkrecht zur Oberfläche wirkende Kraft entsprechend der Tabelle der Prüflasten wird stetig über 1 Minute aufgebracht und für 2 Minuten beibehalten.
- Die Prüflinge dürfen während der Prüfung keine mit bloßem Auge sichtbaren Risse und keine Durchbiegung über 6 mm aufweisen. Eine Minute nach Ende der Belastung dürfen an den Prüflingen keine bleibenden Verformungen feststellbar sein. Veränderungen bis 3 mm werden nicht beanstandet.

### Lastannahmen

Der DIN 1055-3:2006-03 – Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 3: Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten – sind die Belastungswerte für Deckenkonstruktionen zu entnehmen. Hier werden für verschiedene Anwendungen lotrechte Nutzlasten (als Flächenlast) und Einzellasten definiert.

Die Lastangaben haben naturgemäß Auswirkungen auf die Estrichnenndicken, die in der Normenreihe DIN 18560 festgelegt sind.

Ausbausysteme, wie z.B. unsere Installationssysteme, unterliegen nicht diesen Normen.

## 2 Verlegung im Estrich – Allgemeine Anforderungen

Ebenso wichtig wie die Stabilität unserer Bauelemente sind deren Verlegung (Montage) und die Anarbeitung des Estrichs im Randbereich der Unterflurdosen und estrichbündigen Kanalsysteme.

Die Abstützung unserer Bauelemente auf festem Untergrund, z.B. Rohbeton-Boden oder -Decke ist unbedingt erforderlich.

Bei der Estrichverlegung muss darauf geachtet werden, dass der Estrich dicht an die estrichbündigen Bauelemente angearbeitet und verdichtet wird.

Weiterhin sind folgende Voraussetzungen für die spätere einwandfreie Funktion des Unterflur-Kanalsystems unerlässlich:

- Das montierte und auf Estrich-Sollhöhe nivellierte und befestigte Kanalsystem darf nicht begangen oder ähnlichen Belastungen ausgesetzt werden.
- Geöffnete Kanalsysteme dürfen weder begangen noch ähnlichen Belastungen ausgesetzt werden.
- Da die Kanalsysteme mit dem Estrich eine Einheit bilden, müssen auch bei der Benutzung folgende Karenzzeiten beachtet werden, um Schäden am Estrich zu vermeiden.

<b>Estricharten</b>	<b>begehbar nach (Mannlast)</b>	<b>höher belastbar nach</b>
Zementestrich	3 Tagen	7 Tagen
Calciumsulfatestrich	3 Tagen	5 Tagen
Magnesiaestrich	2 Tagen	5 Tagen
Kunstharzestrich	8 – 12 Stunden	3 bis 7 Tage
Gussasphalt	2-3 Stunden	2 – 3 Stunden

Tabelle Karenzzeiten (Auszug aus DIN 18560-1 (2004-04))

Maßnahmen für den hierzu notwendigen Schutz sind in Abstimmung mit der Bauleitung zu treffen, z.B. Absperrung der Bereiche, in denen das Installationssystem verlegt wurde bzw. der Estrich frisch verlegt wurde.

### **Estrichnennicken – Estrichüberdeckung bei estrichüberdeckt verlegten Kanälen**

In der DIN 18560-2 – Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche) werden die Nennicken in Abhängigkeit von:

- der Biegezugfestigkeitsklasse bzw. Härteklasse nach DIN EN 13813
- der Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht und Dicke der Dämmschicht
- den lotrechten Nutzlasten, Einzellasten und Flächenlasten
- der Estrichart
- den Bodenbelägen

definiert.

Betrachtet man beispielsweise für Büroflächen, Arbeitsflächen und Flure eine häufig verwendete Estrichart – Zement-Estrich – muss die Nennicke bei lotrechten Nutzlasten von bis zu 2 kN/m<sup>2</sup>, der Festigkeitsklasse F4 und einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht ≤ 5 mm, mindestens 45 mm betragen. Bei Dämmschichten mit einer Dicke von ≤ 40 mm kann die genannte Nennicke um 5 mm reduziert werden, muss also mindestens 40 mm betragen.

Weitere Details siehe Anlage 1.

Bei höheren Lasten sind andere Estrichhöhen notwendig. Angaben dazu sind der Norm DIN 1055-3 und der Normenreihe DIN 18560 zu entnehmen.

Die Auswahl der Kanalhöhe bei estrichüberdeckten Kanälen sollte sich nach der Normreihe DIN 18560 richten und mit der Bauleitung entsprechend dem geplanten Fußbodenaufbau abgestimmt werden!

### **2.1 Verlegung in Estrich – Besonderheiten bezogen auf unterschiedliche Kanalsysteme**

Planungs- und Montagehinweise zu unseren Unterflursystemen sind dem UFS-Katalog zu entnehmen.

#### **2.1.1 EBK – Estrichbündiges Kanalsystem, geschlossen**

Die geschlossenen Kanäle SE(G) und Unterflurdosen ZDE werden mit den Befestigungslaschen VLE estrichbündig ausnivelliert. Dabei entsteht je nach Bauhöhe des Kanalsystems, der Estrichhöhe sowie der Bautoleranzen zwischen dem Kanalboden und der Rohbetondecke ein Hohlraum.

Um ein durchgehendes Auflager des Kanalsystems zu erhalten und die Belastungsfähigkeit sicherzustellen, müssen diese Hohlräume zumindest im Randbereich mit Mörtel unterfüllt werden. Die Ausführung dieser notwendigen Arbeiten und die Auswahl dazu geeigneter Mörtel müssen im Vorfeld von der Bauleitung definiert werden.

### **2.1.2 OKA-G/-W – Estrichbündiges Kanalsystem, offen, mit abnehmbaren Abdeckungen**

Das Kanalsystem muss gemäß unseren Planungs- und Montagehinweisen (UFS-Katalog) montiert und estrichbündig nivelliert werden. Das Kanalsystem ist so gebaut, dass Anpassungen an unterschiedliche Estrichhöhen möglich sind. Durch die Höhenvariabilität der Kanalseitenwände entstehen keine Hohlräume zwischen Kanalboden und Rohbetondecke. Ein Höhenausgleich oder Unterfütterungen sind hier nicht notwendig.

Bei schwimmend verlegten Estrichen sollten die Dämmschichten und Trennlagen dicht an das Kanalunterteil bzw. die Kanalseitenwand angelegt werden. Die Nivellier- und Befestigungswinkel müssen auf tragfähigem Untergrund stehen und befestigt sein. Die Dämmschicht muss daher im Bereich der Nivellierschrauben (M8) ausgespart werden.

Die Aluminium-Seitenprofile des Kanalsystems kragen ca. 25 mm über die Seitenwand hinaus, so dass sich bei der Anarbeitung des Estrichs eine massive Auflage im Estrich ergibt.

Der Estrich muss dicht an das Kanalsystem angearbeitet und verdichtet werden.

Die Verwendung eines Dämmstreifens zwischen Kanalsystem und Estrich ist nicht möglich, weil hierdurch die Belastungsfähigkeit reduziert wird und Schäden am Estrich und am Bodenbelag unvermeidlich sind.

Neben der Auflage des Kanalsystems im Estrich sorgen die Nivellier- und Befestigungswinkel sowie die Estrichanker für eine gute Verankerung im Estrich.

Neben der eigenen Stabilität unserer Bauteile ist die Auflage und Verankerung im Estrich wesentlich für die Belastungsfähigkeit des Kanalsystems und dauerhafte Haltbarkeit der Bodenbeläge.

Durch die flexible Bauart des Kanalsystems sind horizontale Bewegungen von 2 bis 3 mm mit der Estrichplatte möglich. Sollten je nach Ausführung größere Verformungen möglich sein, müssen zusätzliche Fugen im Estrich angelegt werden.

Eine Verwendung des offenen estrichbündigen Kanalsystems in Heizestrich wird nicht empfohlen.

### **2.1.3 EÜK – Estrichüberdecktes Kanalsystem**

Die estrichüberdeckten Kanäle werden direkt auf dem Rohbeton oder der Rohdecke ausgelegt und befestigt. Die Auflage muss möglichst eben sein. Grobe Unebenheiten sollten vor der Montage beseitigt werden. Unterfütterungen sind in der Regel nicht notwendig. Die Unterflurdosen UFD-3 werden im Kanalverlauf montiert, befestigt und estrichbündig nivelliert. Die Bauart dieser neuen Unterflurdose wurde nach intensiven Beratungen mit den Fachleuten des IBF, Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung in Troisdorf, entwickelt. Das Dosenkonzept ist optimal auf die Verlegung in schwimmenden Estrichen und Estrichen auf Trennschicht abgestimmt. Glatte Seitenwände ermöglichen ein dichtes Anarbeiten von Dämmschichten und Trennlagen.

## **Merkblatt zur Verlegung von Elektro-Installationskanalsystemen in Estrich**

Die innenliegende Nivellierung kann nach Anfangserhärtung des Estrichs entkoppelt werden. Damit „schwimmt“ das Unterflurdosen-Oberteil in der Estrichplatte und kann möglichen Verformungen der Estrichplatte in vertikaler und horizontaler Richtung folgen.

Der umlaufende Kragen des Unterflurdosen-Oberteils legt sich flächig auf dem Estrich und stellt die Belastungsfähigkeit sicher.

Bei schwimmenden Estrichen / Heizestrichen kann ein Dämmstreifen von 3-5 mm Dicke an die Seitenwände der Unterflurdose angebracht werden. Dieser Dämmstreifen muss direkt und hohlraumfrei an der Unterflurdose anliegen. Der überstehende Kragen der Unterflurdose darf nicht durch diesen Dämmstreifen vom Estrich getrennt werden.

Bei der Estrichverlegung ist darauf zu achten, dass der Estrich im Bereich der Unterflurdose besonders gut angearbeitet und verdichtet wird. Hohlräume und Fugen sind zu vermeiden.

### **Schwerlast-Anwendungen**

Beim Einsatz der estrichüberdeckten Kanäle und Unterflurdosen in Bereichen mit hohen Lastanforderungen, z.B. Ausstellungshallen, Wandelhallen in Flughäfen und Bahnhöfen, etc. ist eine Entkopplung der Unterflurdosen nicht möglich. Ebenso ist die Verwendung von Dämmstreifen an den Seitenwänden der Unterflurdose nicht empfohlen, weil die geforderten Belastungsfähigkeiten sonst nicht sicher gestellt werden können.

### **3 Einsatz in Gussasphalt**

Grundsätzlich bestehen keine besonderen Einschränkungen hinsichtlich der Verwendung und des Einsatzes von Installationskanalsystemen in Gussasphalt.

In Abstimmung mit der Beratungsstelle für Asphaltverwendung e.V. in Bonn (Ansprechpartner war Herr Dipl.-Ing. P. Rode) wird folgende Vorgehensweise beim Einsatz in Gussasphalt als praktikabel angesehen:

#### **Estrichüberdeckte Kanalsysteme**

- a) Die estrichüberdeckten Kanäle dürfen unter keinen Umständen eine direkte Verbindung zum Gussasphalt haben. Durch die hohe Einbautemperatur (ca. 250 °C) sind Formänderungen an metallischen Teilen nicht auszuschließen.
- b) Die Kanalsysteme werden gemäß Montageanleitung auf der Rohdecke verlegt und befestigt.
- c) Die Kanalstrecken werden mit einer geeigneten Dämmlage (z.B. Fasoperl-Platten oder bituminierte Wellpappe) gegen den Hitzeschock geschützt.

## Merkblatt zur Verlegung von Elektro-Installationskanalsystemen in Estrich

- d) Die Dosenkörper benötigen keine zusätzlichen Dämmstreifen.
- e) Der Gussasphalt wird eingebracht.

### Estrichbündige Kanalsysteme

- a) Das Kanalsystem darf unter keinen Umständen eine direkte Verbindung zum Gussasphalt haben (Ausnahme Estrichanker). Durch die hohe Einbautemperatur (ca. 250 °C) können Formänderungen an metallischen Teilen nicht ausgeschlossen werden.
- b) Das Kanalsystem wird gemäß Montageanleitung auf der Rohdecke verlegt und befestigt (Estrichanker an den vorgesehenen Stellen montieren).
- c) Beidseitig wird ein ca. 15 bis 20 mm dicker Dämmstreifen an den Kanal angelegt.
- d) Der Gussasphalt wird eingebracht.
- e) Nach der Auskühlung wird der Dämmstreifen zwischen Kanal und Estrichplatte entfernt und der Spalt mit einer geeigneten Masse (z.B. zweikomponentige Polyurethanmasse Schukol – PU SDA, Fa. HERWETEC GmbH) oberflächenbündig verfüllt.

## 4 Einsatz in Fließestrichen

Beim Einsatz von estrichüberdeckten und estrichbündigen Kanalsystemen in Fließestrichen sind alle Öffnungen des Kanalsystems mit geeigneten Mitteln abzudichten (z.B. durch Klebebänder). Dabei ist zu beachten, dass durch das Abdichten keine Hohlräume zwischen den Bauteilen und dem Estrich entstehen.

### 4.1 Estrichüberdeckte Kanalsysteme

Mögliche Öffnungen ergeben sich z.B. durch Kanalstoßstellen an Verbindungslaschen und Vertikalkrümmern sowie an den Unterflur-Dosenkörpern. Auch die Eckbereiche des Dosenoberrahmens sowie die oberen Abschlüsse wie z.B. Montageschutzdeckel und Montage- bzw. Blinddeckel sollten durch geeignete Mittel abgedeckt/abgeklebt werden.

### 4.2 Estrichbündige Kanalsysteme

Mögliche Öffnungen ergeben sich z.B. an den Stoßstellen der Kanaleinheiten, an Abzweigen, Anbaueinheiten und Endverschlüssen sowie beim Übergang der Kanalunterteile zu den Seitenprofilen. Die Oberseiten der Kanäle – Seitenprofile und Deckelstoßstellen – sind ebenfalls mit geeigneten Mitteln abzudecken.



### 5 Verformungen

Estriche können Eigenspannungen unterliegen, die zu Verformungen führen können. Diese Verformungen haben in der Regel folgende Ursachen:

#### 5.1 Verformungen durch Schwinden

Mit fortschreitender Austrocknung zieht sich der Estrich durch den Feuchtigkeitsausgleich zusammen. Da der Estrich an der Oberseite schneller trocknet als in der Mitte oder an der Unterseite, und sich somit 'oben' schneller zusammenzieht als 'unten', können Schwindrisse in der Estrichplatte oder Aufschüsselungen der Estrichplatte entstehen. Diesem Schwinden kann man wirksam durch die Auswahl und Planung der Estrichart, Estrichdicke, Estrichzusammensetzung, Wassergehalt, Schein- und Bewegungsfugen und Schutzmaßnahmen während der Austrocknung entgegenwirken.

#### 5.2 Verformungen durch Belastung

Verformungen durch Belastung können bei schwimmenden Estrichen zu nachträglichen Absenkungen der Estrichplatte führen. Diese Verformungen werden nicht durch die normalen lotrechten Nutzlasten hervorgerufen, sondern durch größere Einzel- oder Punktlasten, wie z.B. Möbel, Transportkarren, etc.

Die Absenkungen können max. 2 - 3 mm betragen, denn um dieses Maß können handelsübliche Trittschall-Dämmstoffe komprimiert werden. Durch die Auswahl festerer Dämmstoffe, dickerer Estrichschichten, etc. können Absenkungen der Estrichplatte weitgehend vermieden werden.

### 6 Trittschallschutz

Trittschall entsteht beim Begehen oder einer ähnlichen Anregung einer Decke und wird teilweise als Luftschall in einen benachbarten Raum abgestrahlt.

Nach DIN 4109 Tabelle 3 wird für Wohnungstrenndecken und Decken zwischen fremden Arbeitsräumen ein bewerteter Norm-Trittschallpegel von höchstens 53 dB gefordert.

Um die Fragen zum Schallschutz bei Einbau von Elektro-Installationskanalsystemen qualifiziert beantworten zu können, hat Ackermann ein umfangreiches Untersuchungsprogramm bei zwei renommierten Instituten durchführen lassen: "Institut für Schall- und Wärmeschutz, Dipl. Math. und Phys. Henning Kröger, Beratender Ing. VBI" in Essen und ITA Ingenieurgesellschaft für technische Akustik mbH, Beratende Ingenieure VBI in Wiesbaden.

## Merkblatt zur Verlegung von Elektro-Installationskanalsystemen in Estrich

Diese Untersuchungen zeigen, dass hinsichtlich der Trittschallübertragung:

- a) estrichüberdeckte Unterflur-Kanalsysteme völlig unproblematisch sind und dass selbst bei fehlendem Bodenbelag die geforderten Normwerte nicht überschritten werden.
- b) bei estrichbündigen Unterflur-Kanalsystemen selbst mit extrem dünnen Bodenbelägen (bei der Prüfung verwendeter PVC-Belag war 1,4 mm dick) ausreichende Trittschallverbesserungsmaße erzielt werden, so dass auch hier auf eine zusätzliche Dämmungsmaßnahme verzichtet werden kann.

Ein entsprechender Ergebnisbericht zu diesem Untersuchungsprogramm kann auf Wunsch zur Verfügung gestellt werden.

### **7 Resümee**

Nach nunmehr fast 60-jähriger Praxis mit der Herstellung und dem Vertrieb von Elektro-Installationssystemen hat sich die Verlegung unserer Bauelemente im Estrich sehr gut bewährt. In dieser Zeit wurden mehrere zigtausend Bauvorhaben im In- und Ausland mit unseren Systemen ausgerüstet. Unter diesen Bauvorhaben waren auch solche, wo erhöhte Anforderungen z.B. an die Belastungsfähigkeit, Schallschutz, Brandschutz, etc. gestellt wurden. Schäden, die auf unsere Installationskanalsysteme zurückzuführen waren, sind uns dabei nicht bekannt geworden.

Das Merkblatt ist inhaltlich mit dem Arbeitskreis Heizestrich im BEB (Bundesverband Estrich und Belag, Troisdorf) abgestimmt und basiert auf den aktuell gültigen Normen und Vorschriften.

# Merkblatt zur Verlegung von Elektro-Installationskanalsystemen in Estrich

## Anlage 1 Auszug aus DIN 18560-2:2004-04

Tabelle 1 — Nenndicken und Biegezugfestigkeit bzw. Härte unbeheizter Estriche auf Dämmschichten<sup>1)</sup> für lotrechte Nutzlasten  $\leq 2 \text{ kN/m}^2$

Estrichart	Biegezugfestigkeitsklasse bzw. Härteklasse nach DIN EN 13813	Estrichnenndicke <sup>a</sup> in mm bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht c <sup>d</sup>  $\leq 5 \text{ mm}^b$	Bestätigungsprüfung			
			Biegezugfestigkeit $f_{Bz}$ N/mm <sup>2</sup>		Eindringtiefe mm	
			kleinster Einzelwert	Mittelwert	bei $(22 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$	bei $(40 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$
Calciumsulfat-Fließestrich CAF	F4	$\geq 35$	$\geq 3,5$	$\geq 4,0$	–	–
	F5	$\geq 30$	$\geq 4,5$	$\geq 5,0$	–	–
	F7	$\geq 30$	$\geq 6,5$	$\geq 7,0$	–	–
Calciumsulfat-estrich CA	F 4	$\geq 45$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$	–	–
	F5	$\geq 40$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$	–	–
	F7	$\geq 35$	$\geq 3,5$	$\geq 4,5$	–	–
Gussasphalt-estrich AS	IC10	$\geq 25$	–	–	$\leq 1,0$	$\leq 4,0$
Kunstharz-estrich SR	F7	$\geq 35$	$\geq 4,5$	$\geq 5,5$	–	–
	F10	$\geq 30$	$\geq 6,5$	$\geq 7,0$	–	–
Magnesia-estrich MA	F4 <sup>c</sup>	$\geq 45$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$	–	–
	F5	$\geq 40$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$	–	–
	F7	$\geq 35$	$\geq 3,5$	$\geq 4,5$	–	–
Zementestrich CT	F4	$\geq 45$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$	–	–
	F5	$\geq 40$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$	–	–

<sup>a</sup> Bei Dämmschichten  $\leq 40 \text{ mm}$  kann bei Calciumsulfat-, Kunstharz-, Magnesia- und Zementestrichen die Estrichnenndicke um 5 mm reduziert werden. Die Nenndicke (außer Gussasphalt) darf 30 mm nicht unterschreiten.

<sup>b</sup> Bei Gussasphaltestrichen darf die Zusammendrückbarkeit der Dämmschichten nicht mehr als 3 mm betragen.

<sup>c</sup> Die Oberflächenhärte bei Steinholzestrichen muss mindestens SH 30 entsprechen.

<sup>d</sup> Bei höherer Zusammendrückbarkeit ( $\leq 10 \text{ mm}$ ) muss die Estrichnenndicke um 5 mm erhöht werden.