

Der universell einsetzbare Industriefußboden

Flächenbetonarbeiten nach dem HIT System

1. Ausbildungsvarianten bei der Herstellung von Industriefußböden

1.1 zweischichtige Industriefußböden

Probleme bei der Herstellung von zweischichtigen Industriefußböden liegen in der Verbundebene zwischen den beiden Schichten Beton und Estrich, häufig ausgelöst durch Risse in der Betontragschicht. Diese führten zu erheblichen Schäden an Estrichsystemen. Dies gilt für Zement-, Hartstoff-, Magnesiestriche, für Epoxydharz, PU-, Acrylharzbeschichtungen oder -estriche, für PVC-, Fliesenbeläge, für den Säurebau usw. usw. usw..

2. Entscheidungsgrundlagen

Für die Auswahl des richtigen Systems müssen viele Faktoren aufeinander abgestimmt werden. Nur so kann ein Industriefußboden den heutigen objekttypischen und bei zukünftig eventuell veränderter Nutzung auch den dann erforderlichen geänderten Bedingungen dauerhaft angepasst werden. Bei der Betrachtung dieser Einflussfaktoren muss daher zunächst geklärt werden, ob ein Riss überhaupt ein Mangel ist und wenn ja, bei welcher Anwendung. Außerdem muss die Frage geklärt werden, ob bei der Herstellung des einsetzbaren Industriefußbodens ein Riss in der Betontragschicht per System ausgeschlossen werden muss? Bei der Beantwortung dieser Fragestellungen muss zunächst die einzige „offiziell“ vorhandene Rechenanweisung für Betontragschichten betrachtet werden, die DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3.

3. Die Auswahl, Analyse und Vorbereitung des geeigneten Untergrundes

Neben der Analyse der betrieblichen Anforderungen ist die Art des vorhandenen oder geplanten Untergrundes und dessen Zustand wichtig, denn jede Nutzschrift kann nur so gut sein, wie deren Tragschicht. Ist die Tragschicht bzw. der Untergrund mangelhaft, kann dies auch mit der besten und teuersten Nutzschrift nicht mehr ausgeglichen werden. Daher ist die Frage an die fachliche Kompetenz der Herstellung des Untergrundes ein ausschlaggebender Faktor für die gesamtschadenfreie Herstellung von Oberflächenbelägen.

3.1 Grundsatzüberlegungen

Grundlage für jeden Industriefußboden ist neben der geeigneten Wahl des Unterbaus die entsprechend der Belastung ausgelegte Betontragschicht, deren wesentliche Teile beim HIT System aus einer Sauberkeitsschicht aus Walzbeton und einer Tragbetonschicht definiert werden können.

Bei der Wahl der Betonzusammensetzung sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- ❖ geringe Festigkeit $\leq 35 \text{ N/mm}^2$, mit vielen kleinen Risse bzw. wenig großen Rissen,

- ❖ schnelle Restfeuchte < 5 % mit schnellem Schwinden und hoher Anfangsfestigkeit, damit Risse schnell entstehen und während der Bearbeitung noch geschlossen werden können,
- ❖ geringes Schwinden, Beton mit wenig schwindfähigem Material und hoher Fließmitteldosierung (FM),
- ❖ hohe Haftzugfestigkeit an der Oberfläche,
- ❖ geringe Temperaturdifferenz durch optimale Nachbehandlung, gegebenenfalls mit Wärmedämmplatten

3.2 Zugspannungen durch Temperaturdifferenz und Schwinden

Die auftretenden Zugspannungen können durch eine optimale Betonzusammensetzung (wenig schwindfähige Anteile, geringe Hydratationstemperatur) reduziert werden. Durch den Einsatz einer funktionsgerechten Gleitebene, optimale Nachbehandlung und Erhöhung der Zugfestigkeit des Betons kann die Länge der Fugenfelder optimiert werden und fugenlose Felder können bis zu ca. 144 m² in unbewehrter Form hergestellt werden, ohne dass die zulässige Betonzugspannung überschritten wird.

Als Behinderung der Längenänderung muss auch eine als flächig wirkende Last betrachtet werden. Durch Regallager, die eigentlich Einzellastbeanspruchungen darstellen, werden aber zusätzlich auch nicht unwesentliche Behinderungen der Längenänderung erreicht.

Die Frage der zeitlichen Lasteintragung spielt hierbei eine große Rolle.

Durch den Lösungsansatz Fugenausbildung, bei Berücksichtigung unterschiedlicher Feldlängen aufgrund der unterschiedlichen Randbedingungen, werden Risse durch das Überschreiten der Zugfestigkeit des Betons verhindert.

3.3 Biegezugspannungen durch Auflast

Bei der Bemessung einer Betonbodenplatte mit einer statischen Beanspruchung müssen 2 Bemessungszustände unterschieden werden:

3.3.1 „ungerissene Zugzone“

Betonbodenplatten, die im Zustand I „ungerissene Zugzone“ dimensioniert wurden, müssen dauerhaft rissfrei bleiben, da sonst Schäden an den Rissen durch mangelnde Querkraftübertragung entstehen werden. Die Bemessung erfolgt über das Widerstandsmoment und die zulässige Biegezugspannung vom Beton. Es wird die erforderliche Betonstärke errechnet. Die Bemessung erfolgt dabei im Regelfall für einen verdübelten Plattenrand mit einer daraus abgeleiteten Reduzierung der Biegezugspannungen am Plattenrand um 30%.

Wenn bei einem Riss keine Bewehrung oder Dübel vorhanden sind, und durch weitergehende Längenänderung der Betonplatte keine Querkraftübertragung über die Rissverzahnung mehr vorhanden ist, tritt der Bemessungszustand Plattenrand ein, für den die statisch anzusetzende Betonhöhe nicht vorhanden ist.

Der Einsatz dieser Bodenplatten ist nur für Bereiche zu empfehlen, in denen geringe oder gleichförmige (Autobahnbau), und jederzeit bekannte, absolut unveränderbare statische Lasten anzusetzen sind.

3.3.2 „gerissene Zugzone“

Betonbodenplatten im Zustand II „gerissene Zugzone“ haben, wie der Name es schon sagt, immer Risse durch Überschreiten der Biegezugfestigkeit. Die auftretenden Spannungen können vom Baustoff Beton nicht mehr aufgenommen werden. Erst **nach** dem Riss kann der berechnete und eingelegte Baustoff Stahl als Bewehrungsmatte überhaupt die auftretenden Spannungen übernehmen.

Hieran wird deutlich, dass eine Fugenausbildung mit der damit verbundenen Verhinderung von Zugrissen bei gleichzeitigem Auftreten von Biegezugrissen, die durch eine Auflast entstehen, nicht notwendig ist. Wenn auf jeden Fall an irgendeiner beliebigen Stelle ein Biegezugriss vorhanden ist, ist es unsinnig, die Risse, die durch das Überschreiten der zulässigen Zugspannung entstehen, verhindern zu wollen.

Bei einer Biegebemessung nach Zustand II „gerissene Zugzone“ ist das Regelwerk der DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3 anzuwenden. Die DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3 kann nur mit Mattenbewehrung die auftretenden Biegezugbeanspruchungen abtragen.

Wie der Name Rissbreitenbeschränkung schon sagt, werden aber auch nach dieser Methode Risse an der sichtbaren Betonoberfläche nicht verhindert, sondern nur auf ein vorgegebenes Maß beschränkt.

4. Ausführungsarten

4.1 zulässige Risse:

Rissbreitenbeschränkung nach DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3

Sind Risse für die Nutzung unschädlich und stören sie das optische Erscheinungsbild einer Nuttschichtoberfläche nicht, können fugenlose gerissene Betonplatten hergestellt werden. Im Zustand II werden keine Fugen ausgebildet, da vorausgesetzt wird, dass die Rissbildung aus Zwang (Fugen) hinsichtlich der Rissbreitenbeschränkung kleiner ausfällt als Risse aus Biegezug.

4.2 unzulässige Risse:

Durch die intelligente Anwendung des derzeitigen Kenntnisstandes der Fußbodenkonstruktionstechnik können Risse an der Oberfläche verhindert werden.

Zunächst wird eine Betontragschicht, Walzbeton als Sauberkeitsschicht und im Verbund hergestellte Tragbetonschicht als HIT-System ohne Folientrennlage hergestellt.

Die beiden Schichten werden im Abstand von frühestens 14 Tagen hergestellt, damit zunächst im Walzbeton Risse entstehen können. Die Oberfläche des Walzbetons wird rau hergestellt. Durch die raue Oberfläche wird auf die Tragbetonschicht Zwang ausgeübt. Zwischen den Schichten werden sich die in dem Unterbau im Abstand von 10 – 50 cm vorhandenen Risse als Reflexionsriss im Beton fortsetzen.

Die Rissbreite der jetzt entstehenden Zugrisse (Entstehung zunächst nur durch Schwinden im Frühstadium der Erhärtung ohne Belastung) ist, im Gegensatz zu den im Beton im Abstand

DAS HIT INDUSTRIEFUSSBODEN – SYSTEM

Seite 4

von ca. 5,00 – 7,00m normalerweise entstehenden Rissen, durch Überschreiten der zulässigen Zugfestigkeit dementsprechend zunächst um ein vielfaches kleiner. Die Risse betragen ca. 0,05mm und sind damit um ein vielfaches kleiner als eine mögliche Rissbreitenbeschränkung nach DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3.

Durch das Einlegen nur einer oberen Bewehrungslage werden die auftretenden Zugspannungen (Betonquerschnittsmitte) mit einem Hebelarm zur oberen Bewehrungslage versehen. Es entstehen Drehmomente an den Rissen, die die vorhandenen Risse an der Oberseite des Betonquerschnitts überdrücken und an der Unterseite des Betonquerschnitts weiter als ursprünglich vorhanden, aber unschädlich, öffnen.

Ab gewissen Spannungsgrößen ist dabei durch Einlage einer zus. Bewehrung darauf zu achten, dass die Druckspannung an der Oberseite der Tragbetonschicht nicht so hoch wird, dass die zulässige Druckspannung des eingebauten Betons überschritten wird.

Ordnungsgemäße Nachbehandlung muss selbstverständlich ausgeführt werden. Mit einer Nassnachbehandlung muss die noch vorhandene Rissgefahr durch Oberflächenaustrocknung minimiert werden.

Werden Betontragschichten nach dem Konstruktionsprinzip als HIT-System hergestellt, sind bei der Auswahl und dem Einsatz von optimierten Baustoffen dauerhaft rissfrei Oberflächen in Betonweise herzustellen, wenn Biegezug- und Zugrisse betrachtet werden.

5. Schwindspannungen an der Oberfläche der Betontragschicht/Nutzschicht

Oberflächenschwindrisse entstehen gem. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3, durch das systembedingte Kriechen und Schwinden des Betons.

Oberflächenschwindrisse ähneln im Erscheinungsbild einem aus unregelmäßigen Vielecken gebildeten Netz auf der Betonoberfläche.

Im Zement des erstarrenden und noch plastisch verformbaren Frischbetons tritt durch das Absetzen der Zementkörner und das gleichzeitige Abstoßen von Zugabewasser eine natürliche Raumverminderung des Zementleimes ein. Dies wird meist als Schrumpfen oder Frühschwinden (genauer als äußeres Schrumpfen oder chemisches Schwinden) bezeichnet.

Der Oberflächenschwindriss entsteht dadurch, dass zunächst der grüne Beton das Überschusswasser nach oben abgibt, er blutet.

Das Schrumpfmaß hat die Größenordnung von 0,5% in 24 Stunden und hängt außer von der Zementart besonders von der Wassermenge ab, die an der Oberfläche verdunstet. Diese Wassermenge steigt mit der Windgeschwindigkeit, die am Bauteil herrscht, mit der Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit und mit dem Anstieg der Luft- und Betontemperatur.

Wenn das Wasser von der Oberfläche verdunstet ist, trocknet die oberste Schicht aus. Sobald die an der Oberfläche verdunstende Wassermenge größer ist als die Wassermenge, die durch das Setzen der Zuschlags- und Zementkörner aus dem Inneren des Baukörpers nach oben gedrängt wird, sind Risse wahrscheinlich.

Bei zu rascher Austrocknung (trockene Luft, Windzug, hohe Temperatur) verkürzt sich diese Schicht innerhalb weniger Stunden erheblich (0,2 - 1,0 mm/m), und es entstehen Risse in der oberflächennahen Schicht.

Diese Risse treten bevorzugt bei Bauteilen mit großer waagerechter Oberfläche auf und entstehen nur in der Frühphase des noch frischen Betons, ohne weiteres Wachsen in der Erhärtungsphase des Betons.

5.1 Schwindrisse/Krakelierungsrisse

Bis auf zwei Ausnahmen, vorhandene relative Luftfeuchtigkeit zum Zeitpunkt des Betoneinbaus und systembedingte verspätete Nachbehandlungsmöglichkeit bei geglätteten Oberflächen, können alle Umweltbedingungen auf die Herstellung von schwindrissfreien Oberflächen eingestellt werden.

Systembedingt entsteht bei der Herstellung von maschinell geglätteten Industriefußböden ein Zeitraum zwischen dem Abziehen der Oberfläche und der Fertigstellung des letzten Glättganges von ca. 3-5h, in dem eine Oberflächennachbehandlung als Schutz gegen zu rasches Austrocknen nicht durchgeführt werden kann.

Von der Beeinflussung ausgeschlossen ist die zum Zeitpunkt des Betoneinbaus vorhandene relative Luftfeuchtigkeit, 90% relative Luftfeuchtigkeit bedeuten dabei keine, 20% relative Luftfeuchtigkeit bedeuten dabei viele Oberflächenschwindrisse. Die Austrocknung der Grenzfläche liegt vor der Durchführung einer Nachbehandlung.

Die Risse, die während dieser Zeit entstanden sind, werden bei der Herstellung von monolithischen Industriefußböden zunächst durch das maschinelle Glätten mit Zementschlämme geschlossen.

Bei der späteren Benutzung kann diese Schlämme aus den Rissen herausgebracht werden, so dass die Risse zeitversetzt bei der Benutzung wieder sichtbar werden.

5.2 Nutzschichtausbildung

Bei der Herstellung der Oberfläche muss zwingend auf Materialien mit einem hohen Anteil an schwindfähigen Anteilen verzichtet werden. Bei allen „normalen“ Vergütungen der Oberfläche mit Hartstoffschichten, Magnesitstrichen, Zementstrichen werden an der Oberfläche Schichten hergestellt, bei denen per System bis zu 800kg/m³ Bindemittel als schwindfähiges Material eingesetzt werden muss.

Danach wird dann in mehreren Glättgängen stundenlang, ohne irgendeine Möglichkeit der Nachbehandlung, diese Oberfläche glatt geglättet und dabei an der Oberfläche mit schwindfähigem Material angereichert.

Der Lohn der ganzen Mühe sind dann, zur völligen „Verblüffung“ aller Fachleute, Oberflächenschwindrisse.

Nur bei Verwendung einer Vergütungsschicht mit speziell zusammengesetzten Materialien als Hartkornnutzschicht lassen sich Nutzschichten als Oberfläche herstellen, bei denen Oberflächenschwindrisse per System erst gar nicht mehr entstehen können, wenn die nicht beeinflussbaren Faktoren mit positiven Vorzeichen vorhanden sind.

6. Zusammenfassung

Wichtig ist bei diesem Konstruktionsprinzip der Hinweis, dass durch die Verletzung der anerkannten Regeln der Technik im Bereich der DIN EN 1992-1-1 sowohl für die Berechnungsgrundsätze, als auch für die Betonherstellung und im Bereich der DIN 18560 für den Sektor Industriefußbodenherstellung der Versuch unternommen wird, durch eigenständige Regelungen und Erklärungen einen neuen Stand der Technik, im Gegensatz zum Stand der Verkaufstechnik, zu erreichen.