

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 110 (1992)
Heft: 48

Artikel: Nutzungs- / Sicherheits- / Kontrollplan: Beispiel: Unterführung SBB-Linie und Flurwege
Autor: Künzle, Otto / Ferrarese, Antonio / Frei, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77994>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Anwendung Norm SIA 160 «Einwirkungen auf Tragwerke»

Nutzungs-/ Sicherheits-/ Kontrollplan

Beispiel: Unterführung SBB-Linie und Flurwege

Bei diesem Betrag handelt es sich um die praktische Anwendung der SIA Norm 160 bei der Planung und Projektierung eines Brückenbauwerkes der Nationalstrasse N 4.2.9 über eine bestehende SBB-Linie.

Beschreibung des Bauwerks

Beim Brückenbauwerk BW 614.10 zur Unterführung der SBB-Linie und zwei Flurwegen unter der N 4.2.9 handelt es

VON OTTO KÜNZLE, ANTONIO FERRARESE UND THOMAS FREI, ZÜRICH

sich um eine schiefe, dreifeldrige Rahmenkonstruktion, die in einer Kuppe liegt (Bild 1 und 2). Die Spannweiten des Rahmens betragen rund 6,15, 11,5 und 6,15 m. In der Richtung der SBB-Achse beträgt die Länge der Unterführung etwa 53 m. Im Portalbereich werden die Wände zum Teil noch weitergeführt und gehen in Führungs- und Flügelmauern über.

Die Brückenplatte besteht aus einer massiven Betonplatte von 0,8 m Stärke im Mittelfeld, die sich gegen die Widerlager auf 0,7 m reduziert. Die Platte bildet mit den 4 Wänden, beziehungsweise den Stützenreihen, wie bereits erwähnt, einen dreifeldrigen Rahmen. Die beiden inneren Wände gegen die SBB-Geleise hin sind in einzelnen Stützen, respektive Stützenscheiben, mit einem Querschnitt von 1,0 x 0,6 m und einem Abstand von zirka 6,2 m aufgelöst. Die Widerlagerwände haben eine Stärke von 0,7 m. Die Flügelmauern stabilisieren das Bauwerk in horizontaler Richtung und haben tragende Funktion.

Da der Baugrund sehr inhomogen und setzungsempfindlich ist, wird das Bauwerk auf Pfählen mit Durchmesser 1,30 m fundiert, um möglichst kleine Setzungen und Setzungsdifferenzen zu erhalten.

Nutzungsplan

Nutzungsdauer

Der Bauherr geht davon aus, das Bauwerk mindestens 100 Jahre zu nutzen.

Vereinbarte Nutzung

Die Decke der Unterführung wird belastet durch:

- die Nationalstrasse N 4.2.9
- die Ostumfahrung Henggart (2-spurig, Ausnahmenstrasse Typ I)
- begrünte und bepflanzte Fläche mit einer Auffüllhöhe von max. 2,3 m.

Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit

Wände

- Rissbreitenbeschränkung für hohe Anforderungen, gemäss Norm SIA 162 (1989)
- Frost-Tausalzbeständigkeit

Decke

- Rissbreitenbeschränkung für hohe Anforderungen, gemäss Norm SIA 162 (1989)
- Frost-Tausalzbeständigkeit
- Grenzwerte der Durchbiegung gemäss Norm SIA 160 (1989)

Nutzungszustände (Einwirkungen auf das Brückenbauwerk)

Strassenbereich

- Strassenlasten gemäss Norm SIA 160 (1989)

Dynamischer Beiwert für Lastmodell 1 mit Abminderung gemäss Bundesamt für Strassenbau (ASB) und Kantonales Tiefbauamt Zürich (KTAZ) infolge Dämpfung durch Kieskoffer mittels linearer Interpolation zwischen $\bar{\Omega}_1 = 1,80$ ohne Koffer und $\bar{\Omega}_1 = 1,00$ bei einer Kofferstärke von 2,0 m. Dies ergibt für den minimalen Kieskoffer von 0,40 m ein $\bar{\Omega}_1 = 1,64$.

- Nationalstrasse 2-spurig mit Lastmodellen 1 bis 3
- Ostumfahrung Henggart mit Lastmodellen 1 bis 4
- Ausbaubereich Nationalstrasse 4spurig mit Lastenmodellen 1 bis 3 oder Aufschüttung, falls massgebend.

- Die Ermüdungsbelastung besteht aus Lastmodell 1

- Bremskraft jeweils gleichwertig und gleichzeitig mit Verkehrslast wirkend
- Strassenlasten für die Erddruckermittlung (Wände, Flügelmauern) mit Ersatzverkehrslast von $q_v = 20 \text{ kN/m}^2$

Begrünter Bereich (örtlich)

- Auflasten: Auffüllungshöhe bis max. 2,3 m, Raumlast 20 kN/m³, Bepflanzung 1 kN/m²
- Nutzlasten: keine

Erd- und Wasserdrücke:

- Erdruhedruck: Auffüllmaterial kohäsionslos, mit $\varphi = 30^\circ$, Raumlast 20 kN/m³ (Mittelwerte)
- Verdichtungsdruck mit $e_{vh} = 25 \text{ kN/m}^2$
- Grundwasserspiegel: Nur für Pfahlfundation

Setzungen

- $s \leq 10 \text{ mm}$ (Pfahlfundation), wirkt infolge Wandscheiben nur als Verkippung über alle Pfähle (Lastausgleich).

Temperaturänderung der Brückenplatte gemäss Norm SIA 162 (1989)

- gleichmässige Änderungen (Tabelle 12): $\Delta T_{1,t} = \pm 20^\circ\text{C}$
- lineare Verteilung (Tabelle 13): oben warm $\Delta T_{2,t} = +6^\circ\text{C}$ (geschätzte Reduktion infolge Überdeckung) oben kalt $T_{2,t} = -4^\circ\text{C}$

Massnahmen zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit

Um die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit zu erfüllen, werden die folgenden Massnahmen getroffen:

Wahl der Materialien:

Beton B45/35, frost-tausalzbeständig, Betonsorte Nr. 84 (gemäss Koordinationsstelle der Zürcherischen Kiesverbände 4. März 1991), Überwachung durch entsprechende Betonprüfung.
Stahl S500

Konstruktive Massnahmen:

Betonüberdeckung 40 mm infolge Tausalzeinwirkung

Abdichtungssystem: Aussenabdichtung im Deckenbereich, Deckengefälle mindestens 1 Prozent.

Mindestarmierung der Decken und

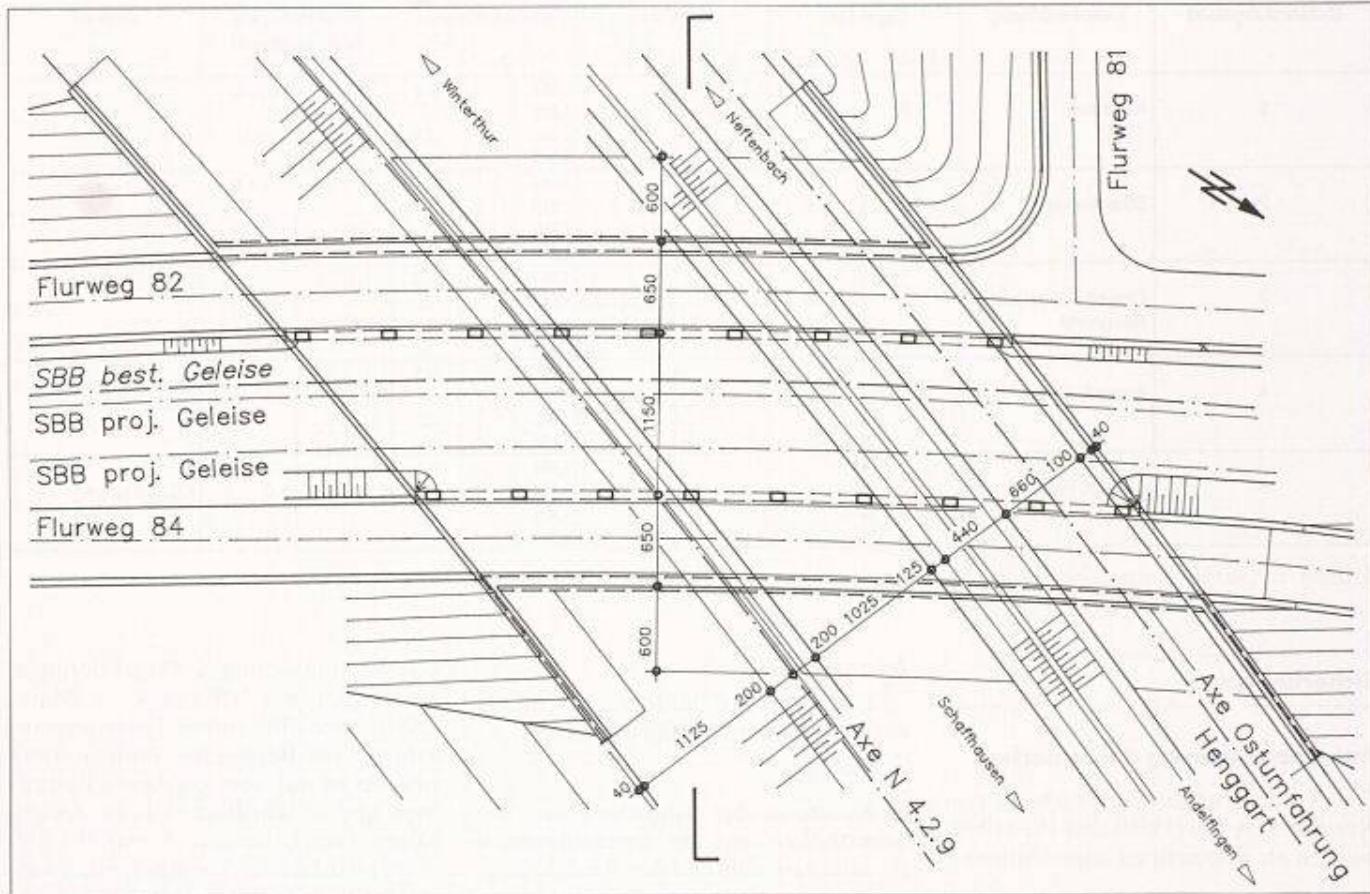


Bild 1. Grundriss des Bauwerks

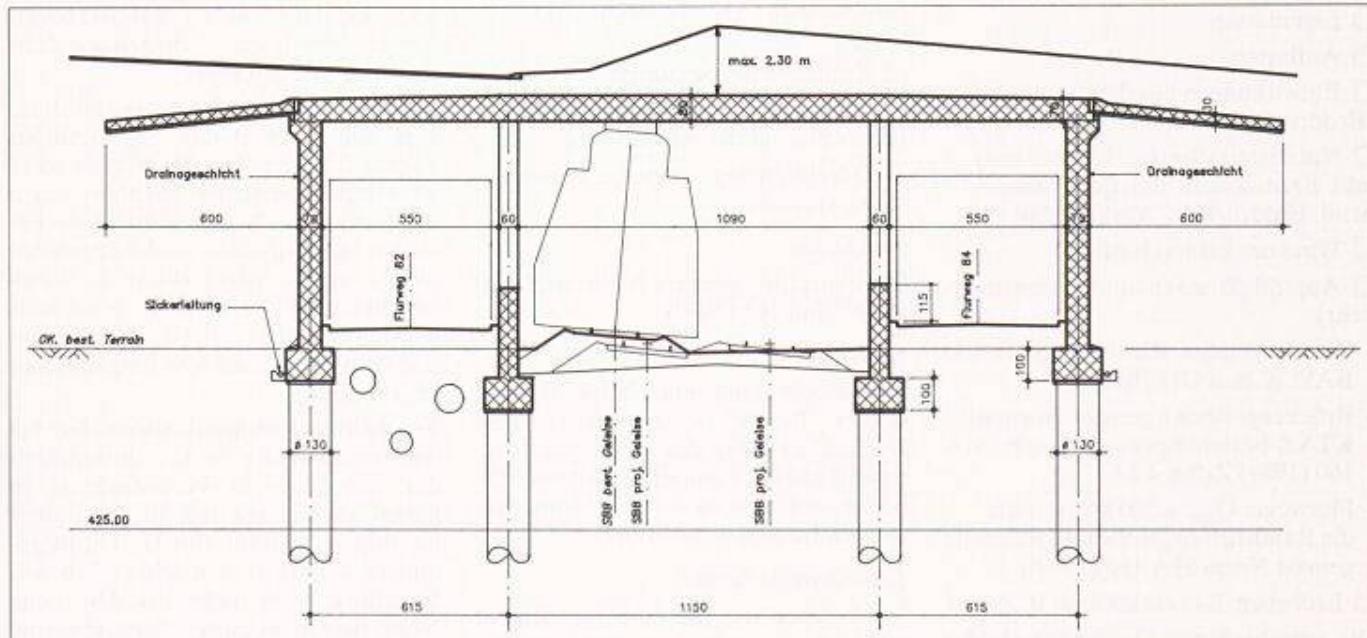


Bild 2. Längsschnitt des Bauwerks

Wände für hohe Anforderungen gemäss Norm SIA 162 (1989)

Massnahmen bei der Bemessung:

Rissenachweis (Langzeiteinwirkung),
gemäss Ziffer 3 33 53 Norm SIA 162
(1989)

Rissenachweis (Kurzzeiteinwirkung)
gemäss Ziffer 3 33 57 Norm SIA 162
(1989)

Durchbiegungen gemäss Norm SIA 160 (1989) und 162 (1989) für die Brückenplatte

Massnahmen bei der Ausführung:

Betonnachbehandlung

Wände: Ausschalen frühestens nach 2 Tagen, Abdecken gegen Austrocknen während mindestens 72 Stunden nach dem Betonieren oder Curing nach An-

gabe der Bauleitung. Spezielle Massnahmen im Winter, je nach Witterung gemäss Anordnung der Bauleitung.

- Decke: Ausschalen frühestens nach 7 Tagen, Abdecken mit Thermomatten während mindestens 7 Tagen nach dem Betonieren und Curing nach Angaben der Bauleitung. Spezielle Massnahmen im Winter, je nach Witterung gemäss Anordnung der Bauleitung.

Gefährdungsbild	Leiteinwirkung	Eigenlast		Auflasten		Strassenlasten		Einwirkungen aus Baugrund		Anprall
		γ_G	$\gamma_{G,\min}$	γ_Q	γ	γ_Q	γ	γ_Q	γ	
1	Auflasten	1.3	0.8	1.5		LM1 LM2 LM3 LM4	0.8 0 0.8 0	1.0/1.0	1.0/0.5	
2	Strassenlasten	1.3	0.8		1.3	LM1 LM2 LM3 LM4	1.5 1.5 1.5 1.5	1.0/1.0	1.0/0.5	
3	Einwirkungen aus Baugrund	1.3	0.8		1.0/1.3	LM1 LM2 LM3 LM4	0.8 0 0.8 0	1.5/1.5 1.5/0.75		
4	Anprall, SBB	1.0			1.0	LM1 LM2 LM3 LM4	0.5 0 0 0	1.0	$Q_{acc, SBB}$	
5	Anprall, Flurweg	1.0			1.0	LM1 LM2 LM3 LM4	0.5 0 0 0	1.0	$Q_{acc, Flurweg}$	

Tabelle 1. Gefährdungsbilder mit Lastfaktoren

Sicherheitsplan

Anforderungen an die Sicherheit

Die Anforderungen entsprechend den Normen SIA 160 (1989) und 162 (1989) werden als ausreichend angenommen.

Gefährdungsbilder

Einwirkungen auf das Bauwerk

- Eigenlasten
- Auflasten
- Einwirkungen aus dem Baugrund (Erddruck, links und rechts)
- Nutzlasten (Strasse, Fahrleitung) inkl. Bremskräfte und, falls massgebend, Erddruck inf. Verkehrslast
- Wind hat keinen Einfluss
- Anprall (Strassen- und Schienenverkehr)
- Wände gemäss Richtlinie SBB und BAV: W Bau GD 26/88.
- Brückengeländer gemäss Normalien KTAZ beziehungsweise Norm SIA 160 (1989) Ziffer 4 14
- Flurwege: $Q_{acc} = 500 \text{ kN}$, nur für die Randstützen [Höhe und Richtung gemäss Norm SIA 160 (1989)].

Erdbeben: Bauwerksklasse II, Zone 1
Die verschiedenen Gefährdungsbilder mit den entsprechenden Leit- und Begleiteinwirkungen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Massnahmen zur Gewährleistung der Tragsicherheit

Statik

- Vorhalten eines ausreichenden Tragwiderstandes, das heisst Berechnung und Bemessung nach Norm SIA 160 (1989) und Norm SIA 162 (1989).

Betonqualität

- Überwachung mittels Anordnung entsprechender Betonprüfungen

Auflasten

- Kontrolle der Abmessungen, der Schütt Höhen und der angenommenen Raumlasten während der Ausführung

Einwirkungen aus dem Baugrund

- Kontrolle der Hinterfüllung und Schütt Höhen (Raumlasten, Verdichtung)
- Überprüfung der Baugrundverhältnisse während der Ausführung
- Durchführung eines Pfahlbelastungsversuches

Nutzlasten

- Bemessung gemäss Norm SIA 160 (1989) und 162 (1989)

Erdbeben

- Massnahmen gemäss Norm SIA 160 (1989), Tabelle 32, beziehungsweise Norm 162 (1989), das heisst, der Tragwiderstand der Fundation wird um 30% höher ausgelegt als der des darüberliegenden Bauteiles (Stützen).

Ermüdungssicherheit

- Nachweis der Betonbeanspruchung mit Lastanordnung bestehend aus Eigenlast, ständigen Einwirkungen und Ermüdungslast.
- Nachweis für den Betonstahl mit Lastanordnung bestehend aus der Ermüdungslast (Spannungsdifferenzen).

Kommentar

Selbstverständlich wurden auch bereits vor der Einführung der neuen Norm SIA 160 (1989) bei wichtigen Bauwer-

ken die notwendigen Projektierungsgrundlagen wie beispielsweise Materialeigenschaften oder Belastungsannahmen vor Beginn der Projektierung zusammen mit dem Bauherrn besprochen und in schriftlicher Form festgehalten. Durch die neue Norm SIA 160 (1989) wird dieses Vorgehen nun zwingend für jedes Bauvorhaben vorgeschrieben. Ein Vorteil liegt sicher darin, dass das Gespräch mit dem Bauherrn oder allenfalls mit der Bauherrenvertretung bereits zu einem frühen Zeitpunkt stattfinden muss.

Beim vorliegenden Beispiel ist der Bauherr das Tiefbauamt des Kantons Zürich, d.h., der Projektverfasser hatte als Gesprächspartner ebenfalls einen Baufachmann. Dies erleichterte das Erstellen des Nutzungs- und Sicherheitsplanes enorm, insbesondere da dieses Instrument erst kürzlich eingeführt wurde, dementsprechend noch die Routine fehlt und Anlaufschwierigkeiten zu überwinden sind.

Es scheint uns wichtig, insbesondere bei der Formulierung der Gefährdungsbilder, den Mut zur Vereinfachung zu haben, damit man sich nicht in einer unnötigen Vielzahl von Gefährdungsbildern verstrickt und schliesslich den Überblick nicht mehr hat. Die neue Norm darf nicht dazu führen, einfache Dinge kompliziert zu machen. Auch muss man sich vor Augen halten, dass es in einem frühen Zeitpunkt der Planung gar nicht möglich ist, alle Gefährdungsbilder abschliessend erfassen zu können. Neue werden während der Detailprojektierung dazukommen (vor allem für Bauzustände, die ja vor der Projektierung kaum umfassend beurteilt werden können), vorhandene sich als nicht massgebend erweisen.

Auch der Nutzungsplan wird normalerweise einem Anpassungsprozess unter-

liegen. Im vorliegenden Beispiel eines Brückenbauwerkes ist dies sicher weniger der Fall, bei einem grösseren Hochbau oder einem komplexen Bauvorhaben dürfte dies aber die Regel sein. Es darf deshalb nicht davon ausgegangen werden, dass ein einmal vorhandener Nutzungs- und Sicherheitsplan abschliessend und definitiv ist.

Beim vorgelegten Beispiel hat die Zusammenarbeit von Bauherr und Pro-

jektverfasser dazu geführt, dass die Anzahl der Gefährdungsbilder klein gehalten werden konnte. Zudem hat die Festlegung der Materialeigenschaften und der Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit zu klaren Projektionsgrundlagen geführt. Der Aufwand in dieser Phase wird zwar für den Projektverfasser grösser, viele Fragen werden aber dadurch bereits in einem frühen Zeitpunkt diskutiert, was sich

schliesslich positiv auf den Projektionsablauf und die Qualität des Bauwerks auswirkt.

Adressen der Verfasser: Dr. O. Künzle, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, A. Ferrarese, dipl. Bauing. ETH, c/o SKS Ingenieure AG, Oerlikonerstrasse 88, 8057 Zürich, Th. Frei, dipl. Bauing. ETH/SIA, c/o Tiefbauamt des Kantons Zürich, Walcheturm, 8090 Zürich.

Industriefussbodensysteme

Fussböden waren schon immer ein Stiefkind im Industriebau: Sie werden in der Regel erst am Schluss des Bauablaufes eingebaut, und häufig dann, wenn das Geld bereits langsam knapp wird. Nur allzuoft wird aus diesem Grund ein finanzieller Kompromiss betreffend Systemwahl getroffen, welcher dann später gelegentlich vom Betreiber während der Nutzungsphase bereut wird.

Industrieböden sind zum Teil erheblichen Belastungen ausgesetzt, und es wird oft vergessen, dass ein beträchtli-

VON L. CARMINE, ZÜRICH

cher Teil des wirtschaftlichen Kapitals eines Betreibers im wahrsten Sinne des Wortes auf exakt dieser Basis steht. Betriebsunterbürche infolge aufwendiger Sanierungen von Belagsschäden kosten nicht nur sehr viel Geld, sondern schaffen auch produktionstechnische, logistische und planerische Probleme. Aus diesem Grunde ist die richtige Wahl eines Industriebodenbelages von grosser Bedeutung.

Das Gleichgewichtsprinzip

Das Grundziel jedes Betreibers eines Industriebelages ist eine wirtschaftliche Lösung. Die Wirtschaftlichkeit kann als Summe aller Kosten (Beschaffungskosten, Abschreibung, Unterhalt usw.), dividiert durch die Lebensdauer (=Dauerhaftigkeit), definiert werden. Die Dauerhaftigkeit ist also von zentraler Bedeutung.

Schon Newton erkannte, dass jede Kraft eine konkurrenzierende Gegenkraft in sich birgt, wenn der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Dieses Gleichgewichtsprinzip lässt sich auch auf jedes Bauteil übertragen und besagt nichts anderes, als dass Dauerhaftigkeit nur dann zu erreichen ist, wenn sich alle auf eine Konstruktion wirkenden Lasten

bzw. Belastungen im Gleichgewicht befinden.

Im Falle eines Industriebodens wirken zwei Kräftegruppen gegeneinander:

- die Widerstandsfähigkeit
- der Belastungsbereich

Ist die Summe des Belastungsbereiches grösser als die Widerstandsfähigkeit, so ist das Gleichgewicht aufgehoben, und es kommt unweigerlich zu Schäden. Das Ziel kann also nur sein, das Gleichgewicht zugunsten der Widerstandsfähigkeit zu verschieben. Voraussetzung dazu ist natürlich die Kenntnis der einzelnen Faktoren.

Zum Belastungsbereich zählen folgende Faktoren:

- mechanische Stoss- und Abriebbelastung: dynamische und statische Lasten, Vibrationen usw.
- physikalische Belastung: Temperaturwechselbelastung, Feuchtigkeit, Wasser, Frostbelastung usw.
- chemische/biologische Belastungsformen: Säuren, Laugen, Lösungsmittel, Pflanzen, Mikroorganismen usw.

Der Gegenpol dazu sind die Faktoren der Widerstandsfähigkeit:

- Planung: Normen, Berechnung, Dimensionierung Details usw.

Material: Formulierung, Eigenschaften, Leistungsfähigkeit, Qualität usw.

Verarbeitung: Erfahrung, Sorgfalt, Qualitätskontrolle, Sicherheitsvorkehrungen usw.

Abwägen von Projektanforderungen und Projektbeschränkungen

Neben dem Problem der Dauerhaftigkeit sind aber bei der richtigen Auswahl zusätzlich projektbedingte Faktoren zu berücksichtigen. Die Auswahl eines geeigneten Fussbodens ist das Ergebnis eines Optimierungsprozesses, bei dem gleichermassen sowohl Anforderungen des Betreibers als auch Parameter, die durch das Projekt gegeben sind, sorgfältig gegeneinander abgewogen werden müssen.

Projektanforderungen

Auf den Faktor Dauerhaftigkeit wurde bereits oben eingegangen. Er stellt die wichtigste Anforderung dar. Ein zweiter Faktor ist die Optik. Er umfasst Fragen der Ästhetik, der Farbgebung, des Unterhaltes und der Beschaffenheit der Oberfläche (Strukturierung) im weitesten Sinn. Ein immer stärker bewerteter Faktor ist die Sicherheit. Dabei muss auf Fragen der Gleitsicherheit, des Brandverhaltens und der hygienischen Erfordernisse eingegangen werden. Einen Sonderfall stellt das Verhalten gegenüber elektrostatischen Aufladungen dar.

Theoretisch kann unter Berücksichtigung der Projektanforderungen bereits der richtige Belag ausgewählt werden. Es existiert allerdings noch eine zweite Gruppe von Parametern, welche die Systemwahl wesentlich mitbeeinflusst: