

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 143 (2017)  
**Heft:** 38: Hauchdünne Betonverbundstoffe

**Rubrik:** Panorama

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

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

GLASFASERVERSTÄRKTER FEINBETON

## Plastische Maske aus Betonschalen

Zweckbauten der SBB erwartet man eher in der Peripherie. Die neue Serviceanlage Herdern steht jedoch mitten in Zürich und dient der Wartung von bis zu 400 m langen Zügen, die komplett in der Halle Platz finden.

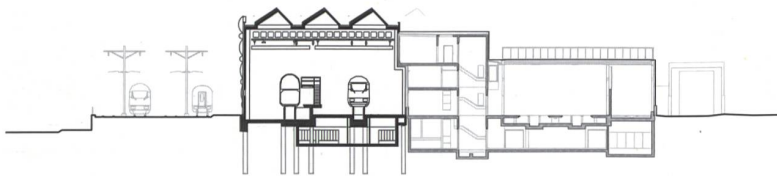
Text: Jenny Keller

**Z**ehntausende Bahnreisende fahren täglich am Neubau der Halle vorbei. Wegen der prominenten Lage am Rand des weiten Gleisfelds bei der Einfahrt in den Hauptbahnhof legte die Stadt Zürich grossen Wert auf die architektonische Ausformulierung des Gebäudes. Daher konzentrierten sich EM2N Architekten auf die den Zügen zugewandte Südfassade, um «dem Monster ein Gesicht zu geben», wie sie es ausdrücken. Die Architekten strukturierten die 420 m lange und 10 m hohe Fassade, um ihr einen Massstab und Plastizität zu verleihen.

Die technischen Aspekte des Gebäudes und der anspruchsvollen Bahninfrastruktur mit Krananlagen, Hebeböcken, Hochperrons und Fahrleitungen, die den Grossteil des mit 70 Millionen Franken veranschlagten Budgets ausmachten, hat das Ingenieurbüro Ernst Basler & Partner EBP projektiert. Die ARGE der beiden Unternehmen hatte den Projektwettbewerb 2009 für die Generalplanung und die Totalunternehmer-Submission gewonnen. Bei der Realisierung verfügte sie über ein Qualitätssicherungsmandat zur Begleitung des Totalunternehmers.

### Entwerfen im Korsett

Viele Entwurfsentscheidungen waren durch die Einbindung in die bestehenden Bahnanlagen bereits vorbestimmt. Die Grösse etwa, die Position auf dem Grundstück und funktionelle Vorgaben waren fest definiert. Die Höhe der Halle ergab sich aus der benötigten Hubhöhe der Krananlagen und den eingebauten Hochperrons. Letztere dienen der Wartung der Antriebe, die sich in den neuen Zügen im Drehgestell befinden und von unten zugänglich sein müssen. Auf dem Dach wurde eine ökologische Ausgleichsmassnahme umgesetzt. Eidechsen, die am Boden ihr Habitat hatten, finden hier wieder Platz.



Hallenquerschnitt, Mst. 1:1000.



Die 420 m lange Fassade aus Glasfaserbeton der Serviceanlage Herdern flankiert das Gleisfeld vor der Einfahrt in den Zürcher Hauptbahnhof.

### Feinbeton und Faserzement

Als funktioneller, wärmegeämmter Stahlbau erfüllt die Halle die Minergie-Anforderungen. Die Vorhangfassade ist hinterlüftet ausgeführt und setzt sich an der südlichen Schauseite aus speziell angefertigten Schalenelementen aus glasfaserverstärktem Feinbeton zusammen (vgl. «Utopie mit System» S. 22). Die 500 kg schweren, 5 m langen und 2.5 m hohen Schalen haben eine Dicke von nur 20 bis 30 mm. Für ihre Herstellung kam ein Druckspritzverfahren zum Einsatz, bei dem die Betonmatrix zusammen mit den Glasfasern schichtweise in eine Schalung eingebracht wird. Rippen an der Rückseite dienen der Elementverstärkung. Nach der Montage erzeugen die einzelnen kegelsegmentförmigen Schalenteile durch ihre modulare Anordnung eine expressive, dreidimensionale Wirkung. Die Licht- und Schattenspiele auf der Hülle, die aus Platzgründen am



#### Vorgehängte Fassade

- Fertigteile aus Feinbeton, glasfaserarmiert, 15 mm konische Elemente, Sockelabschluss flach, Wölbungstiefe 217–650 mm
- Aufhängung: Stahlplatte in Feinbetonfertigteil eingelegt
- Unterspannbahn wasserabweisend, diffusionsoffen
- Lattung Kantholz, 60/60 mm

#### Unterkonstruktion der Fassade

- Stahlprofil HEA 140, 140 mm
- Wärmedämmtes Kassettensystem, innen aluminiumkaschiert, 60/140 mm
- Stahlprofil HEM 480 bauseits, 480/600mm



**Bauherrschaft**  
SBB Immobilien

**Architektur**  
EM2N Architekten,  
Zürich

**Tragwerk, HLK-Planung  
und Elektroplanung**  
Ernst Basler Partner

**Bauphysik/Akustik**  
Mühlebach Partner

**Totalunternehmung**  
Allreal, Zürich

**Fassade**  
H. Wetter, Stetten

**Weitere Beteiligte**  
Ecosens, Wallisellen;  
AFC Air Flow Consulting,  
Zürich;  
hmb Partners, Meilen;  
Furrer+Frey, Bern



Fassadenschnitt, Mst. 1:250.

400 m lange Züge können komplett einfahren. Die Hochperrons dienen zur Aufbockung der Züge, um die im Fahrgestell angeordneten Antriebe warten zu können.

Boden weniger weit auskragenden Fassadenbauteile und die Fensterflächen in ausgesparten Modulen tragen zusätzlich zur plastischen Ausstrahlung der Halle bei und verhindern, dass das sehr lange Gebäude monoton wirkt.

Die demgegenüber ein Schattendasein fristende Nordseite ist

an ein bestehendes Bauwerk angebaut und mit einem Standardprodukt verkleidet, nämlich Faserzement-Wellplatten.

Zwischen dem Bahnhof Zürich-Altstetten und dem Stellwerk des Hauptbahnhofs gelegen – beides Entwürfe des SBB-Hausarchitekten Max Vogt –, erinnert die Fassade

des neuen Servicegebäudes wohl nicht zufällig an dessen Betonarchitektur. Trug diese doch dazu bei, dass die SBB im Jahr 2005 den Wackerpreis für beispielhafte Ortsbilder entgegennehmen konnte. •

Jenny Keller, dipl. Arch. ETH/M.A.,  
Zürich; text.jennykeller@gmail.com

Schokolade macht glücklich,  
Baustatik sicher.



Schutzräume nach der TWK 2017.

**DIE**  
Baustatik Software

#### Frei Ingenieurbüro

Tragwerkplanung von Neubauten  
und Umbauten

Hansruedi Frei  
Bauingenieur HTL  
Frei Ingenieurbüro  
Holzlegistrasse 15B  
8408 Winterthur

Telefon +41 76 414 59 42  
E-Mail hr.frei@outlook.com

[www.die-baustatik.ch](http://www.die-baustatik.ch)

## SCHWINDVERHALTEN VON BETON

## Ziel: das Schwinden verschwinden lassen

«Beton ist eine gerissene Bauweise», hört man des Öfteren. Die Rissbildung zu minimieren ist seit jeher ein Anliegen der Betonhersteller und der Baustoffindustrie. Häufig steht hierbei das Schwinden im Fokus.

Text: Peter Gäberlein, Thomas Hirschi

**G**emäss SIA 262 (Ziffer 4.4.2) ist Schwinden eine Ursache für die Rissbildung im Beton. Schwinden wird jedoch oft überbewertet und in der Auslegung des Betons missbraucht. Die folgenden Erläuterungen sollen helfen, das Thema zweckmässig zu behandeln.

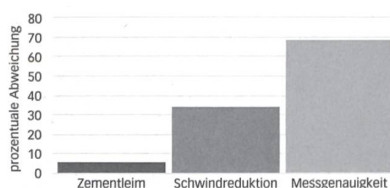
### Schwindprüfung im Ringversuch

In Ausschreibungen kann nach SN EN 206-1 Schwindreduktion als zusätzliche Eigenschaft definiert werden. Oft werden hierfür vorgegebene Werte nach verschiedenen Zeitintervallen festgelegt. Der Nachweis dieser Werte erfolgt durch die Schwindprüfung nach SIA 262-1 Anhang F.

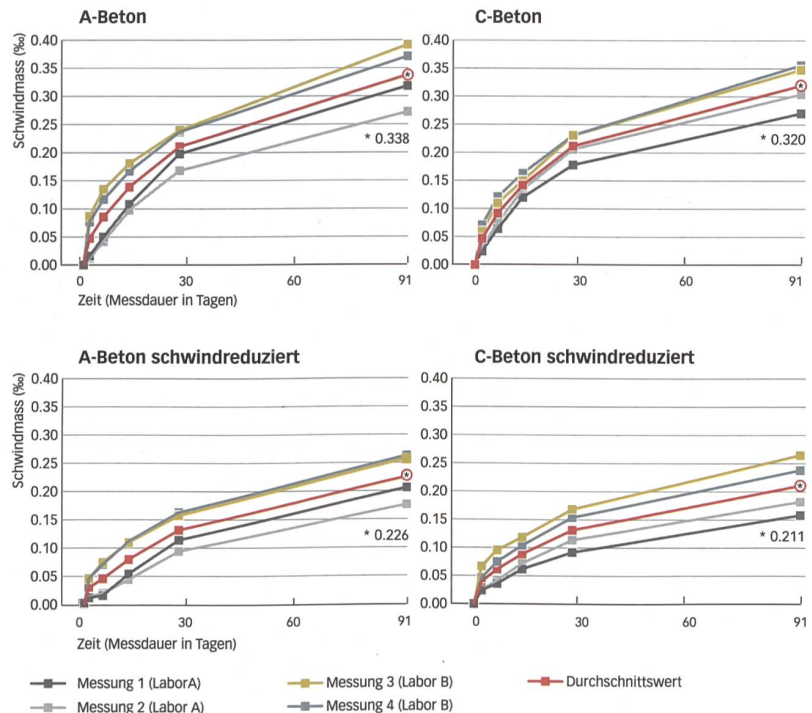
Zur Schwindprüfung erstellte die Vereinigung Akkreditierter Baustoffprüflabors im Jahr 2013 einen Bericht, der die Resultate eines Ringversuchs innerhalb von zwölf Baustofflaboren beinhaltet. Die Ergebnisse dieser Versuche flossen in die SIA-Norm 262/1:2013 ein und bilden die Grundlage für die Genauigkeit von Prüfergebnaten.

### Schwinden im Beispiel

Die Möglichkeiten, Trocknungsschwinden (vgl. Kasten S. 13) durch schwindreduzierende Zusatzmittel zu minimieren, wird anhand einer



Einflussfaktoren auf Schwindwerte.



**Vergleich der Schwindmasse zweier Betonsorten ohne und mit schwindreduzierendem Betonzusatzmittel.** Die Messungen erfolgten bei zwei Laboren. Jedes Labor gab zwei Messungen je Versuch ab. Die rote Linie entspricht den Durchschnittswerten aller Messungen.

Messreihe an zwei gebräuchlichen Betonsorten (A- und C-Beton) erläutert.

Massgebend für das Trocknungsschwinden ist der Zementleimgehalt einer Betonrezeptur. Der verwendete A-Beton weist einen Zementleimgehalt von 270 l/m<sup>3</sup> auf, der C-Beton liegt mit 244 l/m<sup>3</sup> etwa 10% darunter.

Der Einfluss der unterschiedlichen Zementleimmenge auf das Schwindverhalten ist erkennbar, bleibt jedoch in bescheidenem Rahmen. Die Verringerung des durchschnittlichen Schwindmasses beträgt nur etwa 5.5%. Offensichtlicher sind die Abweichungen der

einzelnen Messungen innerhalb einer Betonsorte, was die Angaben in der Norm bestätigt.

Auch der Einfluss von Schwindreduktionsmitteln wurde bei den beiden Betonsorten unter analogen Laborbedingungen untersucht. Die Dosierung betrug 2% bezogen auf das Zementgewicht. Die Streuung der Messungen ist hier ebenfalls deutlich erkennbar. Durch die Verringerung der Zementleimmenge ergibt sich auch bei Einsatz des schwindreduzierenden Mittels eine geringfügige Abnahme des durchschnittlichen Schwindmasses von nur 7.1%. Innerhalb der Betonsorten verringert sich das durch-

## Schwinden

Durch Veränderungen des Wasserhaushalts hervorgerufene, lastunabhängige Volumenänderungen des Betons werden als Schwinden bezeichnet. Die Klassifizierung verschiedener Schwindarten erfolgt aufgrund ihrer Ursache:

### Plastisches (kapillares) Schwinden

Kapillarschwinden bewirkt äussere Verformungen des frischen Betons infolge von Wasserverlust über die Betonoberfläche. Unter ungünstigen Voraussetzungen kann die Verformung bis zu 4 mm/m betragen. Derart grosse Längenänderungen können Risse zwischen 0.5 und 2.0 mm hervorrufen. Kapillarschwinden ist die einzige Schwindart, die durch eine gezielte Nachbehandlung, etwa dem Auftrag von flüssigen Nachbehandlungsmitteln oder durch Abdecken des Betons durch Folien, minimiert werden kann.

### Autogenes (chemisches) Schwinden

Die chemische Reaktion zwischen Zementwasser und Zement während der Hydratation verringert das Ausgangsvolumen des Zementleims und führt zu autogenem Schwinden. Der hydratisierende Zement entzieht den Kapillarporen Wasser, sodass die Verfügbarkeit von freiem Wasser im Beton vermindert

wird. Man spricht von einer sogenannten Selbstautrocknung, die vom Wasser/Zement-Wert abhängig ist. Ein tieferer w/z-Wert führt zu stärkerem autogenem Schwinden. Empfehlungen, wie sich chemisches Schwinden minimieren lässt, fehlen.

### Trocknungsschwinden

Für Standardbetone üblicher Festigkeitsklassen ist Trocknungsschwinden relevant. Die Volumenverkleinerung des Betons erfolgt über Verdunsten des Wassers an der Bauteiloberfläche. Der Beton gibt bis zum Erreichen eines Gleichgewichts Wasser an die Umgebung ab. Dieser diffusionsgetriebene Prozess, der neben dem Klima auch von der Geometrie des Bauteils abhängt, kann sehr lang andauern.

Unter bestimmten Bedingungen kann durch Trocknungsschwinden die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen massiv beeinträchtigt werden. Durch das Schwinden der Bindemittelmatrix können Mikrorisse in der Matrix selbst und an den Kontaktflächen zur Gesteinskörnung entstehen. Bei ausgeprägter Verformungsbehinderung der Betonbauteile durch die Bewehrung können Zwangsspannungen durch Trocknungsschwinden Spalt- oder Trennrisse hervorrufen. In massigen Bauteilen können Feuchtegradienten auftreten, die zu inneren

Zwangsspannungen führen und Risse an der Bauteilaussenseite bewirken. Im Gegensatz zum autogenen Schwinden verstärkt sich das Trocknungsschwinden mit zunehmendem Wasser/Zement-Wert. Bei gebräuchlichen w/z-Werten zwischen 0.45 und 0.60 kann Trocknungsschwinden als massgebliche Schwindart angesehen werden.

## Schwindreduzierende Betonzusatzmittel

In der Regel kommen kurz- und langkettige Kohlenwasserstoffe zum Einsatz. Es handelt sich um nichtionische Tenside, die funktionale Hydroxyl- und Methylgruppen enthalten. Diese befinden sich an den Enden der Ketten respektive der Seitenketten der Moleküle. Durch ihren ausgeprägten tensidischen Charakter setzen die Moleküle die Oberflächenspannung des Wassers in der Porenlösung des Zementleims herab. Dieser Effekt ist die entscheidende Triebkraft für die schwindreduzierenden Eigenschaften dieser Stoffe. Neuere Untersuchungen zeigen, dass diese Substanzen Einfluss auf das Porengefüge des Zementleims nehmen und dadurch das Schwindverhalten von Beton positiv beeinflussen. •

schnittliche Schwindmass durch die Zugabe von Schwindreduktionsmitteln jedoch um 50% beim A-Beton und 51.7% beim C-Beton.

Bezüglich der minimalen Zementleimmenge liegt ein A-Beton an der Grenze des Machbaren. Weitere Optimierungen würden zulasten der Verarbeitbarkeit und Dauerhaftigkeit gehen. Die Praxis-tauglichkeit wäre nicht mehr gegeben. Unter Verwendung von Schwindreduktionsmitteln kann somit ein minimaler Schwindwert

von ca. 0.23% nach 91 Tagen unter Laborbedingungen erzielt werden. Berücksichtigt man zusätzlich die Vergleichsstandardabweichung, erhöht sich der Wert auf 0.27%. Unter Baustellenbedingungen ist jedoch mit wesentlich höheren Schwindwerten zu rechnen, da die klimatische Umgebung einen wesentlichen Einfluss hat.

Die Grafik S. 12 links unten zeigt die verschiedenen Einflussfaktoren auf das Schwindverhalten bei einem A- und C-Beton. Zu tief

angesetzte, geforderte Schwindwerte sind aufgrund der Streuung der Laborresultate stets fraglich. Zur Verringerung des Trocknungsschwindens ist der Einsatz von Schwindreduktionsmitteln die effizienteste Massnahme, während eine Herabsetzung der Zementleimmenge nur geringe Wirkung aufweist. •

Dr. Peter Gäberlein, Leiter Technik  
Admixture Systems, BASF Schweiz,  
peter.gaeberlein@basf.com;  
Thomas Hirschi, Bereichsleiter Beton/  
Abdichten, Sika Schweiz,  
hirschi.thomas@ch.sika.com

## Weniger Sorgen für Selbstständige.

Die Unternehmensversicherung der Suva bietet Selbstständig-erwerbenden einzigartigen finanziellen Schutz bei Unfällen in Beruf und Freizeit sowie bei Berufskrankheiten. Übrigens: Auch mitarbeitende Familienmitglieder, die keinen AHV-pflichtigen Lohn beziehen, können sich versichern lassen. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.suva.ch/fuv](http://www.suva.ch/fuv).

**suvarisk**

Sicher versichert

Jetzt Offerte bestellen  
unter 0848 820 820

