

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111 (1993)  
**Heft:** 22

## Vereinsnachrichten

### **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:** 18.03.2025

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

# Norm SIA 162

## Teilrevision

Auf den 1. Juni 1993 tritt eine Teilrevision der Norm SIA 162 [1] in Kraft. Das Vernehmlassungsverfahren wurde in

VON PETER MARTI UND  
GUNAR ERNST, ZÜRICH

der zweiten Hälfte 1992 durchgeführt, und die Zentrale Normenkommission und die Delegiertenversammlung des SIA stimmten der Revision am 8. Oktober beziehungsweise am 13. November 1992 zu. Die Teilrevision betrifft sechs Themenkreise, nämlich:

- Schubwiderstand von Balken mit variabler Querschnittshöhe und/oder geneigten Spanngliedern;
- Schubwiderstand und Durchstanzen von Platten;
- Risse;
- Pump- und Spritzbeton;
- Schalung, Rüstung, Lehrgerüst;
- Beton-Lieferscheine.

Im folgenden wird der neue, geänderte oder ergänzte Normtext zusammen mit entsprechenden Kommentaren vorgestellt. Zum besseren Verständnis der Änderungen wird neuer Normtext durch Kursivschrift hervorgehoben, und gestrichener Normtext wird in Kleinschrift und runde Klammern gesetzt.

### **Schubwiderstand von Balken mit variabler Querschnittshöhe und/oder geneigten Spanngliedern**

#### **Ziffer 3 24 209**

##### *Geänderter Normtext*

Der Schubwiderstand von *parallel-gurtigen* Balken mit geneigten Spanngliedern wird entsprechend der vertikalen Komponente der Kraft im Spannglied verändert. Bei günstiger Wirkung der Spannglieder darf ohne genauere Untersuchungen der Dehnungen im Spannglied folgender Anteil am Tragwiderstand berücksichtigt werden:

$$\Delta V_R = P_\infty \cdot \sin \beta_p$$

$P_\infty$  : Endwert der Spannkraft

$\beta_p$  : Neigung des Spanngliedes gegenüber der Schwerachse

(Der Anteil geneigter Spannglieder am Schubwiderstand darf nur dann berücksich-

tigt werden, wenn der Biege- widerstand ohne Mitwirkung dieser Spannglieder bestimmt wurde.)

Bei ungünstiger Wirkung der Spannglieder muss die maximale Kraft im Spannglied in Rechnung gestellt werden.

##### *Kommentar*

Der zweitletzte Satz ist missverständlich und wird gestrichen.

Grundsätzlich kann der Schubwiderstand von Balken mit geneigten Spanngliedern mit einem Fachwerkmodell ermittelt werden. Die Berücksichtigung von Spannkraftzunahmen ist zulässig, sofern die Dehnungen der Spannglieder untersucht werden. Wird der Zuggurt gemäss Ziffer 3 24 206 derart ausgebildet, dass sich ein Fachwerk über die ganze Balkenhöhe ausbilden kann, so kann die Kraft im Spannglied  $P_\infty$  angenähert werden, und der angegebene Ausdruck für  $\Delta V_R$  liegt auf der sicheren Seite. In Bereichen, in denen die Ausbildung des Zuggurtes der Forderung von Ziffer 3 24 206 nicht genügt, die Druckdiagonalen sich also auf das Spannglied stützen, muss eine entsprechend reduzierte Schubhöhe berücksichtigt werden.

#### **Ziffer 3 24 210**

##### *Geänderter Normtext*

Der Schubwiderstand von Balken mit geneigten Zug- und Druckgurten gemäss Figur 5 kann mit einem *Fachwerkmodell unter Berücksichtigung* (wird infolge der Vertikalkomponente) der geneigten Gurtkräfte *ermittelt werden* (verändert.). Der Zuwachs bzw. die Abminderung des Schubwiderstandes (infolge der geneigten Gurtkraft) beträgt *näherungsweise*:

$$\Delta V_R = \gamma_R \cdot \frac{M_d}{z} \cdot \sin \delta$$

$\delta$  : von den Gurten gebildeter Winkel (Neigung des unteren Gurtes)

Genauere Untersuchungen sind erforderlich, wenn (die) Spannglieder und (die) Gurtkräfte gleichenorts geneigt sind.

##### *Kommentar*

Die Formel für  $\Delta V_R$  in der Ausgabe 6/89 der Norm SIA 162 enthält fälschlicher-

weise den Ausdruck  $M_R$  statt des erforderlichen Biege- widerstandes  $\gamma_R \cdot M_d$ . Diesem Umstand wurde in der Ausgabe 2/90 mit einer entsprechenden Korrektur von  $M_R$  zu  $M_d$  Rechnung getragen, leider ging aber der Faktor  $\gamma_R$  verloren. Die Formel liefert allerdings nur eine Näherung und ist nicht allgemein gültig. Allgemein wird empfohlen, solche Fälle durch direkte Anwendung von Fachwerkmodellen zu behandeln. Dies ermöglicht den Gleichgewichtszustand der inneren Kräfte in beliebigen Fällen auf anschauliche Weise zu erfassen. Für bestimmte, oft sich wiederholende Fälle ist die Herleitung entsprechender Bemessungsformeln nützlich. Beispielsweise erhält man mit den Bezeichnungen von Figur 5 aus der Äquivalenz der inneren Kräfte ( $F_c$ ,  $F_{cw}$ ,  $F_t$ ) und der Schnittkräfte ( $M_d$ ,  $N_d$ ,  $V_d$ ) die Beziehung

$$F_{cw} \cdot \sin \alpha =$$

$$\frac{V_d - \frac{M_d}{z} \cdot (\tan \delta_{inf} + \tan \delta_{sup}) - \frac{N_d}{2} \cdot (\tan \delta_{inf} - \tan \delta_{sup})}{1 + \frac{\cot \alpha}{2} \cdot (\tan \delta_{inf} - \tan \delta_{sup})}$$

Für den Fall  $\delta_{inf} = \delta_{sup} = \delta/2$  gilt also

$$F_{cw} \cdot \sin \alpha = V_d - \frac{M_d}{z} \cdot 2 \cdot \tan \frac{\delta}{2} \approx V_d - \frac{M_d}{z} \cdot \sin \delta$$

und daraus ergibt sich die oben erwähnte Näherung

$$\Delta V_R = \gamma_R \cdot \frac{M_d}{z} \cdot \sin \delta$$

Weitere Hinweise sind Sache der Lehre, nicht der Norm.

Ähnlich wie für die unter Ziffer 3 24 209 erwähnte Abstützung der Druckdiagonalen auf ein Spannglied sind solche Untersuchungen gemäss Ziffer 3 22 2 unter Verwendung von Spannungsfeldern oder entsprechenden Fachwerkmodellen durchzuführen. Abrupte Querschnittsänderungen und Schwächungen durch Aussparungen sind analog zu behandeln.

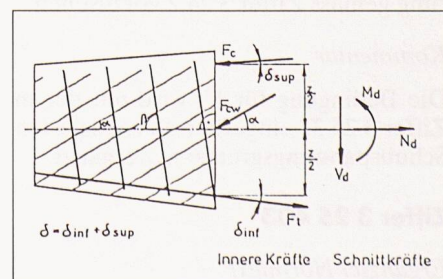


Bild 1 (entspricht Figur 5 der Norm SIA 162)

## Schubwiderstand und Durchstanzen von Platten

### Ziffer 3 25 32

#### Ergänzter Normtext

Falls die Querkraft die nachfolgende Bedingung nicht erfüllt, ist in der Regel die an den Stellen maximaler Biegebeanspruchung erforderliche Biegebewehrung bis über die Auflager hinaus zu führen und zu verankern:

$$V_d \leq \frac{0.5 \cdot \tau_{c,red} \cdot d}{\gamma_R}$$

mit

$$\tau_{c,red} = \frac{4 \cdot \tau_c}{3 + \frac{d}{d_o}} \leq \tau_c$$

$V_d$  : Bemessungswert der Querkraft pro Längeneinheit

$\tau_{c,red}$  : Reduzierte Schubspannungsgrenze

$\tau_c$  : Rechenwert der Schubspannungsgrenze gemäss Tabelle 2

$d$  : statische Höhe in mm

$\gamma_R$  : Widerstandsbeiwert gemäss Ziffer 3 21 3

$d_o$  : Bezugslänge  $d_o = 400$  mm

#### Kommentar

Der Schubwiderstand dicker Platten ohne Bügelbewehrung wird durch Massstabeffekte abgemindert. Um diesen Einfluss zu berücksichtigen, wird die reduzierte Schubspannungsgrenze eingeführt. Für statische Höhen bis zu 0.4 m bleibt der Schubwiderstand unverändert.

### Ziffer 3 25 33

#### Ergänzter Normtext

Die Fliessbedingungen gemäss Ziffer 3 25 2 gelten nur, wenn ausserhalb der Krafteinleitungsbereiche die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$V_d \leq \frac{\tau_{c,red} \cdot d}{\gamma_R}$$

Wenn diese Bedingung nicht eingehalten werden kann, ist eine Schubbewehrung gemäss Ziffer 3 24 2 vorzusehen.

#### Kommentar

Die Bedingung für  $V_d$  wird mit der in Ziffer 3 25 32 eingeführten reduzierten Schubspannungsgrenze  $\tau_{c,red}$  ergänzt.

### Ziffer 3 25 403

#### Ergänzter Normtext

Der Durchstanzwiderstand im gesamten Krafteinleitungsbereich beträgt:

$$V_R = 1.8 \tau_{c,red} \cdot u \cdot d_m$$

mit

$$\tau_{c,red} = \frac{4 \cdot \tau_c}{3 + \frac{d_m}{d_o}} \leq \tau_c$$

$\tau_{c,red}$  : Reduzierte Schubspannungsgrenze

$\tau_c$  : Rechenwert der Schubspannungsgrenze gemäss Tabelle 2

$u$  : massgebender Umfang gemäss Figur 13 bzw. Figur 14

$d_m$  : mittlere statische Höhe der Biegebewehrung in beiden Richtungen in mm

$d_o$  : Bezugslänge  $d_o = 400$  mm

#### Kommentar

Analog zu Ziffer 3 25 32 wird die reduzierte Schubspannungsgrenze  $\tau_{c,red}$  zur Abminderung des Durchstanzwiderstandes für dicke Platten eingeführt.

### Ziffer 3 25 411

#### Geänderter Normtext

Der Durchstanzwiderstand gemäss Ziffer 3 25 403 kann durch Anordnung einer Durchstanzbewehrung bis auf höchstens den nachfolgenden Wert erhöht werden:

$$V_{R,max} = 2.7 \cdot \tau_c \cdot u \cdot d_m \quad [1.5V_R]$$

#### Kommentar

Für Platten mit Durchstanzbewehrung haben Massstabeffekte keinen Einfluss. Die bisherige Beschränkung des maximalen Durchstanzwiderstandes solcher Platten bleibt unverändert.

### Ziffer 3 42 3

#### Ergänzter Normtext

Zusätzlich zu den Bestimmungen über das Durchstanzen gemäss Ziffer 3 25 4 ist bei Platten ohne Durchstanzbewehrung die folgende Bedingung zu erfüllen.

$$V \leq V_{fat} = 0.80 \cdot \tau_c \cdot u \cdot d_m$$

$V$  : Durchstanzlast infolge der Eigenlasten des Tragwerks, der ständigen Einwirkungen und der Ermüdungslast.

#### Kommentar

Platten mit Durchstanzbewehrung weisen einen höheren Durchstanzwiderstand auf. Ziffer 3 42 6 gilt auch für die Spannungsbegrenzung in der Durchstanzbewehrung.

## Risse

Der Text der Ziffer 3 33 2 (Anforderungen) wird vollständig ersetzt. Zu-

sätzlich ergeben sich einige Anpassungen in Ziffer 3 33 3 (Massnahmen zur Begrenzung der Rissbreiten).

### Ziffer 3 33 21

#### Geänderter Normtext

Normale Anforderungen genügen, wenn

- Risse keine Schäden verursachen
- Risse im Hinblick auf das Aussehen toleriert werden können
- keine besonderen Anforderungen an die Dichtigkeit gestellt werden
- die physikalischen und chemischen Einwirkungen unbedeutend sind.

#### Kommentar

Die Reihenfolge der vier Kriterien wird im Hinblick auf die folgenden Forderungen umgestellt.

### Ziffer 3 33 22

#### Neuer Normtext

Erhöhte Anforderungen werden gestellt, wenn besondere Ansprüche an die Dauerhaftigkeit, die Funktionstüchtigkeit und an das Aussehen des Tragwerks bestehen und eine gute Rissverteilung angestrebt wird.

#### Kommentar

Die Klasse der erhöhten Anforderungen wird neu eingeführt. Damit ergibt sich gegenüber der bisherigen Unterteilung in normale und hohe Anforderungen eine differenziertere Regelung. Wegen des Fehlens einer Klasse der erhöhten Anforderungen wurde bisher notgedrungen eine Vielzahl von Fällen den Bestimmungen von Ziffer 3 33 5 unterworfen. Im Vergleich zur bisherigen Bemessungspraxis führte dies zu einem erheblich grösseren Bewehrungsaufwand, namentlich für massive Bauteile, wie sie im Tiefbau oft vorkommen. Die Begrenzung der Rissbreite erhielt ein ungerechtfertigt grosses Gewicht.

Nicht wasserführende Risse mit einer Breite bis zu etwa 0.5 mm verursachen keine unzulässige Korrosion der Bewehrung und sind deshalb hinsichtlich Dauerhaftigkeit tolerierbar. Andererseits sind Trennrisse über etwa 0.1 mm Breite wasserdurchlässig, und selbst im ungerissenen Beton kann Wasser bis in Tiefen über 50 mm eindringen.

Falls eine hohe Dichtigkeit angestrebt wird oder z.B. das Eindringen von Salzwasser in den Beton verhindert werden soll, genügt ein Rissnachweis nach Ziffer 3 33 5 nicht, da dieser von einer theoretischen mittleren Rissbreite von 0.15 mm ausgeht und maximale Rissbreiten von etwa 0.25 mm zu erwarten sind. Es

ist auch nicht sinnvoll, mit einer entsprechend verstärkten Bewehrung die Rissbreite begrenzen zu wollen. Vielmehr ist die Bewehrung mit anderen Massnahmen zu schützen, z. B. durch Abdichtung der Betonoberfläche, Beschichtung der Bewehrung etc. Immerhin sollte aber ein elastisches Verhalten der Bewehrung im Gebrauchszustand und damit eine gute Rissverteilung sichergestellt werden.

### Ziffer 3 33 23

#### Neuer Normtext

*Hohe Anforderungen werden gestellt, wenn eine Beschränkung der Rissbreite aus Gründen der Funktionstüchtigkeit oder des Aussehens des Tragwerks erwünscht ist.*

#### Kommentar

Der Rissnachweis gemäss Figur 20 resultiert in theoretischen mittleren Rissbreiten von etwa 0.15 mm. Am Bauwerk treten starke Streuungen auf. Die maximale Rissbreite beträgt etwa 0.25 mm.

Werden andere Rissbeschränkungen vereinbart, so können die zulässigen Spannungen gemäss Figur 20 mit dem Verhältnis der vereinbarten theoretischen mittleren Rissbreite zum Wert 0.15 mm multipliziert werden; in keinem Fall sollte jedoch der Wert von 260 N/mm<sup>2</sup> überschritten werden.

Hinsichtlich Dauerhaftigkeit sind nicht wasserführende Risse mit einer Breite bis zu etwa 0.5 mm tolerierbar. Eine entsprechende Beschränkung würde zu einer Verdoppelung der zulässigen Spannungen gemäss Figur 20 führen, wobei noch die obere Grenze von 260 N/mm<sup>2</sup> zu beachten wäre.

### Ziffer 3 33 24

#### Neuer Normtext

*Wenn eine hohe Dichtigkeit angestrebt wird, sind zusätzlich Massnahmen gemäss Ziffer 3 36 zu treffen.*

### Ziffer 3 33 25

#### Neuer Normtext

*Wenn physikalische und chemische Einwirkungen bedeutend sind, sind Massnahmen gemäss Ziffer 3 37 bzw. 3 38 zu treffen.*

### Ziffer 3 33 32

#### Neuer Normtext

*Bei erhöhten Anforderungen ist die Mindestbewehrung gemäss Ziffer 3 33 4 anzuordnen, und zusätzlich ist ein Nachweis gemäss Ziffer 3 33 57 erforderlich.*

#### Kommentar

Mit diesem Nachweis wird ein elastisches Verhalten der Bewehrung im Gebrauchszustand sichergestellt.

### Ziffern 3 33 33 bis 3 33 35

#### Neunumerierung

Der Text der bisherigen Ziffern 3 33 32 bis 3 33 34 wird unverändert übernommen.

### Ziffer 3 33 4

#### Kommentar

Diese Ziffer (Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten) bleibt unverändert. Da in der Praxis der letzte Satz der Ziffer 3 33 44 häufig in Vergessenheit gerät, soll hier noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die Mindestbewehrung auch bei hohen Anforderungen entfallen bzw. nach konstruktiven Gesichtspunkten gewählt werden kann, wenn die freie Verformbarkeit gewährleistet ist.

### Ziffer 3 33 5

#### Neuer Titel

#### Rissnachweis bei Lastbeanspruchungen

#### Kommentar

Da für erhöhte Anforderungen ein Nachweis gemäss Ziffer 3 33 57 gefordert wird, bezieht sich dieser Abschnitt nicht mehr nur auf hohe Anforderungen. Dementsprechend wird der Titel geändert.

## Pump- und Spritzbeton

### Ziffer 5 11 4

#### Neuer Normtext

*Vom Einbringen her werden folgende Betonarten unterschieden:*

- *konventionell eingebrachter Beton (Kran- oder Kübelbeton)*
- *Pumpbeton, welcher durch eine geschlossene Rohrleitung gefördert wird.*
- *Spritzbeton, welcher an der Einbaustelle durch Spritzen aufgetragen und dabei verdichtet wird; je nach Spritztechnik wird Trocken- oder Nassgemisch als Ausgangsmischung verwendet.*

#### Kommentar

Bei der Vernehmlassung der Norm SIA 198 zeigte es sich, dass das Fehlen von

Definitionen von Pump- und Spritzbeton in der Norm SIA 162 die Verständigung erschwert. Diesem Mangel wird hiermit begegnet. Die neu eingeführten Definitionen bilden die Grundlage der Verständigung für andere Normen und zukünftige Richtlinien.

Für den Spritzbeton sind gegebenenfalls eigene Richtlinien auszuarbeiten, da weitergehende Definitionen nicht in die Norm SIA 162 eingebaut werden sollten.

### Ziffer 5 11 5

#### Neunumerierung

Der Text der bisherigen Ziffer 5 11 4 wird unverändert übernommen.

### Ziffer 5 12 1

#### Ergänzter Normtext

*Der Beton wird entsprechend der Würfeldruckfestigkeit und der allenfalls geforderten besonderen Eigenschaften klassifiziert und bezeichnet; zusätzlich wird der Mindestzementgehalt vorgeschrieben. Leichtbeton wird zudem aufgrund der Rohdichte klassifiziert. Die Einteilung erfolgt gemäss Tabelle 12.*

*Bei der Würfeldruckfestigkeit handelt es sich um den Wert, der nach 28 Tagen erreicht werden soll. Die besonderen Eigenschaften betreffen das Einbringen und die Gebrauchstauglichkeit. Einzelne Zielgrössen gemäss Ziffer 5 16 1 sind insbesondere bei Pump- und Spritzbeton nicht in jedem Fall erreichbar.*

(Der Beton wird bei gegebenem Zementgehalt entsprechend der Würfeldruckfestigkeit, die nach 28 Tagen erreicht werden soll, und entsprechend der allenfalls bezüglich der Gebrauchstauglichkeit geforderten besonderen Eigenschaften klassifiziert und bezeichnet. Leichtbeton wird zudem aufgrund der Rohdichte klassifiziert. Die Einteilung erfolgt gemäss Tabelle 12.)

#### Kommentar

Neu wird der Beton auch hinsichtlich des Einbringens bezeichnet. Während die entsprechenden besonderen Eigenschaften durch das unterschiedliche Einbringen gegeben sind, müssen die besonderen Eigenschaften bezüglich der Gebrauchstauglichkeit nach bestimmten Prüfkriterien am erhärteten Beton nachgewiesen werden.

### Ziffer 5 12 3

#### Neuer Normtext

*Bei Spritzbeton ist die Standardabweichung der Würfeldruckfestigkeit (ermittelt mit Hilfe von Bohrkernen) in der Regel grösser als 5 N/mm<sup>2</sup>, insbesondere bei Verwendung von Trockengemisch; dementsprechend ist ein höherer Mittel-*

Bezeichnung		Druckfestigkeit
Leichtbeton $\rho_0 < 2\,000\text{ kg/m}^3$	Beton $\rho_0 = 2\,000\text{ kg/m}^3$ bis $2\,800\text{ kg/m}^3$	$f_{w,\min}$
LB 20/10	–	10
LB 25/15	B 25/15	15
LB 30/20	B 30/20	20
LB 35/25	B 35/25	25
LB 40/30	B 40/30	30
LB 45/35	B 45/35	35
LB ..../..	B ..../..	$\geq 40$

Besondere Eigenschaften bezüglich:
<i>Einbringen</i>
– Pumpbeton
– Spritzbeton
<i>Gebrauchstauglichkeit</i>
– Wasserdichtigkeit
– Frostbeständigkeit
– Frost-Tausalzbeständigkeit
– Chemische Beständigkeit
– Abriebfestigkeit

Tabelle 12 (entsprechend Norm SIA 162)

wert anzustreben. Massgebend für den Nachweis der Tragsicherheit ist der Mindestwert (siehe auch Ziffer 5 13 17).

#### Kommentar

Bei Spritzbeton ist eine Standardabweichung von etwa  $7.5\text{ N/mm}^2$  zu berücksichtigen. Dementsprechend ist ein grösseres Vorhaltemass nötig, um den geforderten Mindestwert der Würfeldruckfestigkeit zu erreichen. Die Bezeichnung gemäss Ziffer 5 12 1 und 5 12 2 wird aber trotz der grösseren Standardabweichung beibehalten. Für den Nachweis der Würfeldruckfestigkeit ist Ziffer 5 13 17 zu beachten.

#### Ziffern 5 12 4 und 5 12 5

##### Neunummerierung

Der Text der bisherigen Ziffern 5 12 3 und 5 12 4 wird unverändert übernommen.

#### Ziffer 5 14 26

##### Ergänzter Normtext

Für Beton mit besonderen Eigenschaften, insbesondere für Pumpbeton und für Sichtbeton wird empfohlen, den Feinanteil mit Korndurchmesser unter  $0.125\text{ mm}$ , den sog. Mehlkorngehalt (inkl. Zement), über  $350\text{ kg/m}^3$  zu halten.

#### Kommentar

Durch einen geringfügig höheren Mehlkorngehalt wird beim Pumpbeton erreicht, dass ein guter Zusammenhalt gewährleistet ist und keine Entmischungerscheinungen auftreten. Damit wird die Betonzusammensetzung auf die Förderart abgestimmt

#### Ziffer 5 15 1

##### Ergänzter Normtext

Die Zusammensetzung des Betons ist so zu wählen, dass die geforderten Eigenschaften des Festbetons erreicht werden und dass der Transport, das Einbringen und das Verdichten mit den vorhande-

nen Mitteln einwandfrei möglich sind. Pumpbeton soll in der Regel eine Konsistenz im Bereich von weich gemäss Tabelle 15 der Norm SIA 162/1 aufweisen.

#### Kommentar

Obwohl mit den hohen Pumpendrücken der modernen Kolbenpumpen auch ein steifer Beton gefördert werden kann, wird durch eine weiche Konsistenz eine kontinuierliche Förderung ohne Stopfer besser gewährleistet.

#### Schalung, Rüstung, Lehrgerüst

#### Ziffer 6 02 03

##### Gänderter Normtext

Schalung und Rüstungen haben der Belastung durch den Beton unter Berücksichtigung des Bauablaufs und des Betoniervorgangs standzuhalten.

(Zusätzlich sind Lasten mit dem Kennwert von  $1\text{ kN/m}^2$  auf der ganzen Fläche und von  $20\text{ kN}$  auf einer an beliebiger Stelle anzunehmenden Fläche von  $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$  in Rechnung zu stellen. Für stehende Schalungen kann in der Regel mit einem Schalungsdruck mit dem Kennwert  $40\text{ kN/m}^2$  gerechnet werden; bei der Verwendung von Fliessbeton sind die Drücke angemessen zu erhöhen.)

Verteilte Nutzlasten, mögliche konzentrierte Lasten sowie allfällig auftretende Fundamentsetzungen und Lastumlagerungen innerhalb der Rüstungen, die durch Verformungen des Tragwerks (z. B. infolge der Vorspannung) entstehen, sind zu berücksichtigen.

#### Kommentar

Die spezifischen Belastungsangaben dieser Ziffer sind nicht ausreichend allgemein und werden deshalb gestrichen. Die allgemeinen Grundsätze werden jedoch beibehalten.

Schalungen und Rüstungen sind temporäre Tragwerke, die unter den erschwerten Bedingungen einer Baustelle in kürzester Zeit erstellt werden müssen. Unfälle sind meist auf unzurei-

chende Gesamtstabilität oder zu grosse Anfangsexzentrizitäten zurückzuführen. Mangelhaftes Material und schlechte Verbindungen sind oft die Hauptursache für ein Versagen. Solchen Schäden ist primär mit einer sorgfältigen Ausführung und wirkungsvollen Kontrollen zu begegnen.

Das mit der Norm SIA 160 (1989) eingeführte Denken in Gefährdungsbildern ist grundsätzlich auch auf Schalungen und Rüstungen anzuwenden. Namentlich ist ungewollten Lastkonzentrationen, z. B. bei der Verwendung von Kranbeton oder infolge Materiallagerung auf den noch nicht ausreichend erhärteten Beton, Rechnung zu tragen. Dieser Hinweis ist besonders wichtig, wenn im Einklang mit der neuen Normengeneration eine höhere Materialausnutzung als bisher üblich angestrebt wird.

Bei der Bemessung üblicher Deckenschalungen im Hochbau rechnete man bisher mit zulässigen Spannungen, unter Annahme einer Nutzlast von etwa  $2\text{ kN/m}^2$ . Darauf beruhen verschiedene Rechenhilfen, deren Gebrauch sich eingebürgert hat. Insofern, als der SUVA keine auf unzureichende Lastannahmen zurückzuführenden Schäden bekannt sind, hat sich die bisherige Praxis bewährt. Diese Praxis stimmt auch mit ausländischen Regelungen überein. Zum Beispiel rechnet man nach DIN 4421 [2] mit dem Eigengewicht der Schalung (in der Regel  $0.4\text{ kN/m}^2$ ), einem spezifischen Gewicht des Betons von  $26\text{ kN/m}^3$  und einer verteilten Nutzlast von 20% des Betongewichts (jedoch nicht weniger als  $1.5\text{ kN/m}^2$  und nicht mehr als  $5\text{ kN/m}^2$ ). ACI Committee 347 [3] empfiehlt eine Nutzlastannahme von  $2.4\text{ kN/m}^2$  bzw.  $3.6\text{ kN/m}^2$  beim Einsatz von Motorjapanern.

Der Schalungsdruck in Wand- und Stützenschalungen hängt namentlich von der Betonierhöhe, der Betoniergeschwindigkeit und der Betontemperatur ab. Maximale Drücke in der Grössenordnung von  $100\text{ kN/m}^2$  für Wände und  $150\text{ kN/m}^2$  für Stützen können auftreten.

#### Beton - Lieferscheine

#### Ziffer 6 07 1

##### Ergänzter Normtext

Während des Transportes ist der Beton vor Austrocknung, Regen und Frost zu schützen. Um eine Entmischung oder ein vorzeitiges Abbinden zu verhindern, sind Transportmittel, Transportdauer, Einbringverfahren sowie Zu-

sammensetzung des Frischbetons aufeinander abzustimmen. *Die Rezepturen (Zusammensetzung) des Betons sowie die effektive Dosierung (Art und Anteile) der Zusatzmittel und -stoffe müssen auf den Lieferscheinen der Lieferwerke vermerkt sein.*

#### Kommentar

Ziffer 7 5 macht die Fachleute für die Bauausführung unter anderem für den Nachweis der geforderten Baustoffeigenschaften sowie der Eignung von Zusatzmitteln verantwortlich, und gemäss Ziffer 7 4 sind die Fachleute für die Bauleitung unter anderem für deren Kontrolle bzw. Bewilligung zuständig. Zusätzlich bestimmt Ziffer 5 14 42, dass Zusatzmittel und Zusatzstoffe nur nach Absprache verwendet werden dürfen.

Heute stammt ein grosser Teil des Betons aus Transportbetonwerken. Die Zusammensetzung dieses Betons und insbesondere die effektive Dosierung der Zusatzmittel ist oft nicht ersichtlich. Damit wird die Durchsetzung der oben erwähnten Forderungen erschwert oder verunmöglicht. Aus diesem Grund wird eine entsprechende Deklarationspflicht eingeführt, welche für Klarheit zwischen den Partnern des Betonlieferungsvertrages sorgen soll. Die Deklarationspflicht ist sowohl im Interesse des Betonlieferanten als auch des Betonbestellers. Sie dient beiden dazu, im Haftungsfall ihre Haftung zu mindern oder einer solchen zu entgehen. Sie steht auch im Interesse moderner Haftungsgrundsätze wie den EG-Richtlinien zur Produkthaftung, nach denen der Produzent nachzuweisen hat, dass ihn an einem eventuellen Schadensereignis kein Verschulden trifft.

Die neu eingeführte Deklarationspflicht führt zu einem bestimmten Mehraufwand der Transportbetonwerke, und in der Übergangszeit bis zur vollen Einführung sind gewisse Anpassungsschwierigkeiten zu erwarten. Die verlangte Deklarationspflicht kann von den Transportbetonwerken mehrheitlich erst mit den neuesten Microprozessoren-Steuerungen mit Gewichtsdosierung erfüllt werden; gegenwärtig dürften etwa die Hälfte der Werke dazu in der Lage sein. Bis zur vollen Einführung der Deklarationspflicht sollte im Schadensfall unbedingt das Chargenprotokoll beachtet werden, das auch weiterhin seine Bedeutung als Beweismittel behalten wird.

Um den Übergang zu erleichtern, ist ein vermehrter Dialog zwischen den Fachleuten für die Projektierung und jenen für die Bauausführung einerseits und den Fachleuten der Transportbetonwerke andererseits anzustreben. Alle diese Fachleute sind an einer möglichst

konstanten, sicher erreichbaren und ausreichend hohen Qualität des Baustoffes Beton interessiert. Dazu ist es zweckmässig, wenn immer möglich bewährte Standardrezepturen zu verwenden, die im Betonsortenverzeichnis des Herstellers im einzelnen umschrieben sind. Die namentlich von projektierenden Ingenieuren oft bevorzugten Spezialrezepturen sollten zurückhaltender eingesetzt werden. In Zusammenhang mit den im Betonsortenverzeichnis der Transportbetonwerke aufgeführten Betonsorten ist noch eine Klärung der Ziffer 7 413 angebracht: Die Fachleute für die Bauleitung sollten sich in diesem Fall in Zusammenarbeit mit dem Transportbetonwerk anhand der laufenden Betonprüfungen von der Wirksamkeit der Zusatzmittel überzeugen; sofern zusätzliche Vorversuche erforderlich sind, sollte die Dosierung der Zusatzmittel in Absprache zwischen den Fachleuten der Bauleitung und dem Transportbetonwerk festgelegt werden. Die Nachweispflicht und Haftung für die Betoneigenschaften liegt auch in diesem Fall ausschliesslich bei den Fachleuten für die Bauausführung und beim Betonlieferanten. Bei der Abnahme der Betonlieferung ist zu beachten, dass gewisse Anpassungen der effektiven Dosierung je nach den klimatischen, transport- und verarbeitungstechnischen Randbedingungen normal sind. Derartige Anpassungen werden vom Betonhersteller gemacht, damit die gelieferte Mischung die festgelegten Eigenschaften und zusätzlichen Anforderungen erfüllt, wofür er auch verantwortlich ist. Auf keinen Fall sollte also die neu eingeführte Deklarationspflicht dazu missbraucht werden, dass Betonlieferungen wegen geringer Abweichungen der effektiven Dosierungen von der Rezeptur zurückgewiesen werden.

Im Gegensatz zum Werkbeton ist eine Deklarationspflicht für den auf Baustellen hergestellten Beton nicht explizit erforderlich. In diesem Fall ist der Unternehmer selbst für seine Produktqualität verantwortlich. Es liegt in seinem eigenen Interesse, im Schadensfall die Qualität seiner Materialien belegen zu können und dafür ein entsprechendes Qualitätssicherungssystem aufzustellen; dieses wird unter anderem die Aufzeichnung der relevanten Daten vorsehen, z.B. in der Form eines vom Maschinisten und vom Baustellenverantwortlichen unterzeichneten Produktionsjournals. Der Bauherr kann den Unternehmer im Rahmen des Werkvertrages zur Einhaltung bestimmter Qualitätsanforderungen verpflichten. Damit können die Interessen des Bauherrn bei Betonherstellung auf der Baustelle wie bei Werkbeton gewahrt werden.

#### Literatur

- [1] Norm SIA 162, Ausgabe 1993 – Betonbauten, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 1993, 86 pp.
- [2] DIN 4421, Ausgabe 1982 – Traggerüste; Berechnung, Konstruktion und Ausführung, Deutsches Institut für Normung, Berlin, 18 pp.
- [3] ACI 347 Report, reapproved 1984 – Recommended Practice for Concrete Formwork, American Concrete Institute, Detroit, 1977, 37 pp.
- [4] Europäische Norm ENV 1992-1-1: 1991 – Eurocode 2: Planung von Stahlbeton und Spannbetontragwerken, Europäisches Komitee für Normung, Brüssel, 1992, 173 pp. (in der Schweiz mit nationalem Vorwort erhältlich als SIA V 162.001, Ausgabe 1992)
- [5] Europäische Norm ENV 206 – Beton: Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis, Europäisches Komitee für Normung, Brüssel, 1990, 26 pp.
- [6] Eurocodes und die Schweiz, Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 16–17, 19. April 1993, pp. 269–288.

#### Schlussbemerkungen

Seit der Einführung der Norm SIA 162 (1989) ergab sich in der Praxis das Bedürfnis, einige unklare oder strittige Ziffern zu überarbeiten. Mit der vorliegenden Teilrevision werden diese Forderungen weitgehend erfüllt. Zusätzlich konnten in der neuen Fassung (1) nochmals verschiedene Druckfehler eliminiert werden.

Grundsätzlich ist auch eine Überarbeitung der Ziffer 3 4 (Ermüdungssicherheit) erforderlich. In der Praxis hat sich dies zum Beispiel bei entsprechenden Nachweisen für Brückenplatten gezeigt. Wegen der Komplexität und der relativ beschränkten Bedeutung des Themas entschloss sich die Begleitkommission SIA 162, die Teilrevision damit nicht zu belasten, sondern eine spezielle Arbeitsgruppe zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen einzusetzen. Abschluss und Veröffentlichung dieser Arbeiten sind für 1994 geplant.

Angesichts der wachsenden Aktualität der Euronormen stellt sich die Frage, ob eine Normenrevision noch angebracht ist. In der Tat liegen Europäische Vornormen für die Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken [4] sowie die Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und den Gütenachweis von Beton [5] vor. Bis zur Einführung verbindlicher Europäischer Normen behalten die SIA-Normen jedoch ihren

Stellenwert [6], und deshalb sind die jetzt erfolgten Revisionen nicht nur notwendig, sondern auch sinnvoll.

Bis auf wenige Änderungen entsprechen die in diesem Artikel enthaltenen Kommentare den bereits dem Vernehmlassungsentwurf beigefügten Er-

läuterungen. Diese Kommentare wurden von der Begleitkommission SIA 162 erarbeitet und vom erstgenannten Verfasser redigiert. Für ihre Mitarbeit und die vielen Verbesserungsvorschläge gebührt den Mitgliedern der Begleitkommission SIA 162 sowie allen an

der Vernehmlassung beteiligten Fachleuten bester Dank.

Adresse der Verfasser: Prof. Dr. Peter Marti, Präsident der Begleitkommission SIA 162, und Gunar Ernst, dipl. Ing., Institut für Bau- und Konstruktion, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich

## Der Natriumbentonit

Ein erstaunliches natürliches Material

**Mit dem natürlichen Natriumbentonit, der vor mehreren Millionen Jahren entstand, können heute für Betonbauten neue Dichtungstechniken entwickelt werden.**

### Ein einzigartiges Vorkommen

Der Bentonit ist eine Tonart, von der es mehrere Sorten mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften gibt. Die wesentlichen sind der Calciumbentonit (sehr verbreitet, vor allem in Europa), der künstliche Natriumbentonit (aus Calciumbentonit mit Hilfe von Natriumlösungen gewonnen) und der natürliche

Natriumbentonit, von dem dieser Aufsatz handelt.

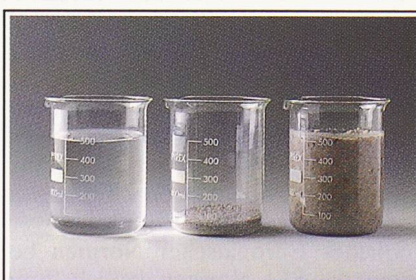
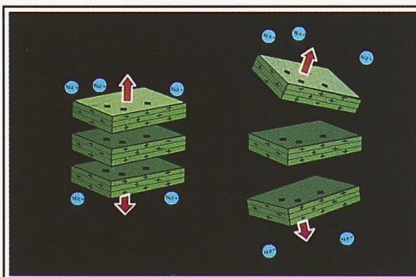
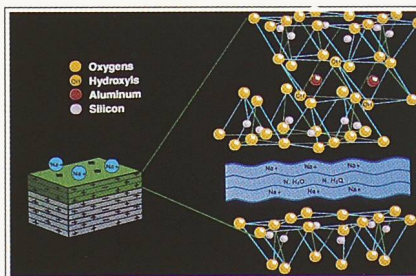
Dieses Material entstand vor 80 Millionen Jahren bei einem Vulkanausbruch

VON P. A. MARMIER, CRISSIER

auf dem nordamerikanischen Kontinent. Vom Wind getrieben, liess sich die austretende Asche auf einem damali-

gen Binnenmeer nieder und veränderte sich beim Sinken auf den Meeresgrund nach und nach. Das Meer füllte sich danach auf, und es entstand die heutige weite Ebene.

In den zwanziger Jahren wurde das vollkommen dichte Material dieses Gebiets durch eine Bohrung aufgeschlossen. Einige Meter unter der Oberfläche befand sich nämlich ein mehrere Zentimeter dickes Gel. Beim Abbauen trocknete diese weiche Masse aus und wurde zu einer körnigen, bröckeligen Kruste, die Feuchtigkeit aufnehmen konnte, dadurch aufquoll und somit bei Wasserkontakt wieder zu einem Gel wurde. Es wurde bewiesen, dass diese Umwandlungsfähigkeit unbegrenzt erhalten bleibt. Dieses erstaunliche Material findet man in abbaubaren Mengen nur in einem bestimmten Gebiet der USA, das Vorkommen bietet aber Reserven für mehrere Jahrhunderte.



### Wirkungsweise

Der natürliche Natriumbentonit gehört zur Gruppe der Montmorillonittonne und besteht aus einer Anlagerung von äusserst kleinen und sehr dünnen Plättchen, die untereinander nur gering verbunden sind.

Die Plättchen sind bipolar: längs des Umfangs sind sie positiv und an ihrer Oberfläche negativ geladen. Der Natriumbentonit enthält an der Plättchenoberfläche Natriumionen, die das Bindemittel bilden.

Sobald der Bentonit mit Wasser in Kontakt kommt, dringen die Wassermoleküle in den Raum zwischen den Blättchen ein und trennen das Natrium ab.

Die negativen Ladungen drücken die Plättchen auseinander, wodurch die Quellung verursacht wird (bis zum 15fachen des Anfangsvolumens).

Mit den Sauerstoffionen des Silizium-Sauerstoff-Tetraeders und den Wasserstoffionen des Wassers bildet sich so eine aus mehreren Schichten bestehende steife Molekularstruktur.

### Ein sehr vielseitiger Stoff

Der heute von der American Colloid Company (ACC) abgebaute natürliche Natriumbentonit wird nicht nur wie weiter unten beschrieben auf dem Bau-sektor, sondern auf vielen anderen Gebieten eingesetzt. Wegen seiner Fettigkeit, seinem grossen Widerstand gegen chemische Angriffe sowie seiner Beständigkeit gegen Veränderungen wurde er ein natürliches Vorzugsmaterial für die Heilmittel- und die Ernährungsindustrie sowie für die Herstellung von kosmetischen Produkten. Aufgrund der Feinheit seiner Partikel, wodurch er selbst in Hautporen eindringen kann, und seiner allergiefreien Eigenart wird er bei der Herstellung z.B. von Cremes und Shampoos benützt; seine natürliche Aufsaugfähigkeit wird auch bei der Weinfiltration eingesetzt.

### Anwendungen im Bauwesen

In vielen Bereichen des Hoch- und Tiefbaus, aber auch bei geologischen Mass-