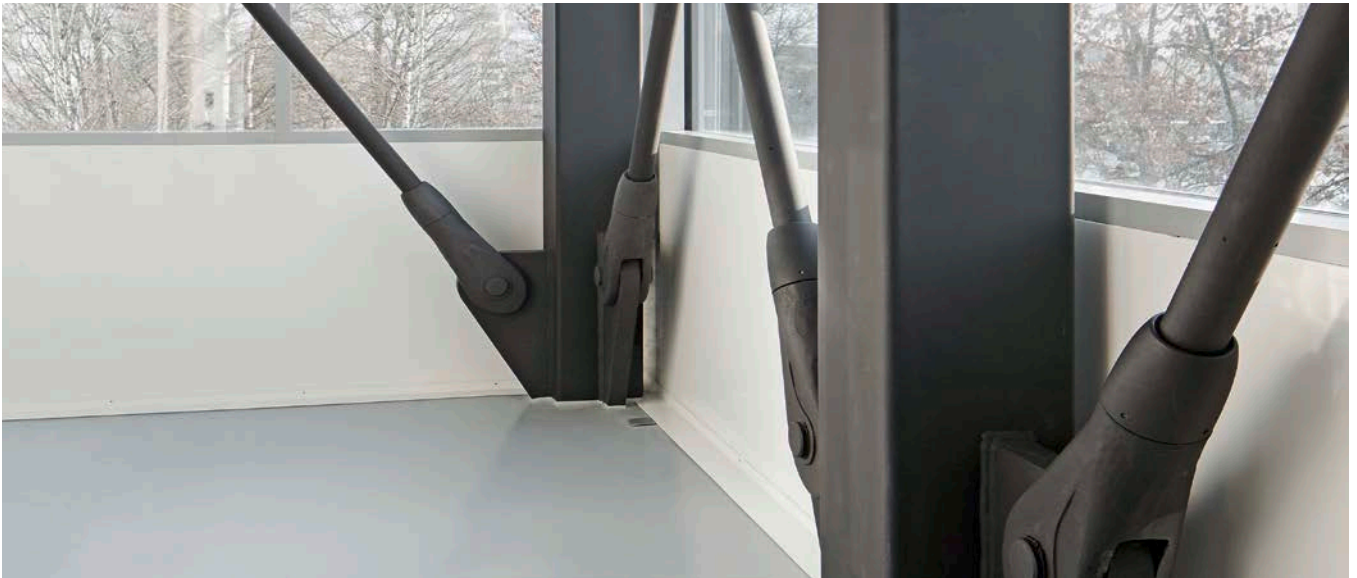


## Stahl/Betonverbundstützen Einführung in die Projektierung und Bemessung

## Colonnes mixtes acier-béton Conception et dimensionnement des colonnes



<b>1. Bemessungsgrundlagen</b>	Seite 2	<b>1. Bases de dimensionnement</b>	Page 2
1.1 Einleitung	2	1.1 Introduction	2
1.2 Einwirkungen	2	1.2 Actions	2
1.3 Bemessungsverfahren	3	1.3 Méthode de calcul	3
1.4 Allgemeines Bemessungsverfahren (NLFEA)	4	1.4 Méthode de calcul standard (NLFEA)	4
1.5 Vereinfachtes Bemessungsverfahren gemäss EN 1994-1-2	5	1.5 Méthode de calcul simplifiée selon EN 1994-1-2	5
1.6 Grundlagen Bemessungssituation Hochbau	6	1.6 Principes – Situation de dimensionnement «bâtiment»	6
1.7 Grundlagen Bemessungssituation Anprall	6	1.7 Principes – Situation de dimensionnement «choc»	6
1.8 Bemessungssituation Brand	6	1.8 Situation de dimensionnement «incendie»	6
1.9 Kopf- /Fussdetail	8	1.9 Détails de base et de tête	8
<b>2. Bezeichnungen</b>	10	<b>2. Notations</b>	10

# 1. Bemessungsgrundlagen

## 1.1 Einleitung

Grundsätzlich empfiehlt sich für die Bemessung von ORSO-V Stützen die Anwendung der Aschwanden Bemessungssoftware. Diese wird dem Anwender von der F.J. Aschwanden AG unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Die Bemessungssoftware schlägt die für die vorhandenen geometrischen Randbedingungen und den auf die Stütze wirkenden Einwirkungen die wirtschaftlichste Lösung vor. Dabei berücksichtigt die Bemessungssoftware die Bemessungssituationen Hochbau, Anprall und Brand. Durch die Eingabe von verschiedenen Stützenpositionen im Stützenexplorer können auf einfache Weise und übersichtlich die verschiedenen Varianten miteinander verglichen werden. Zusätzlich können die Anschlussdetails am Stützenkopf und -fuss direkt in der Software bestimmt und bemessen werden. Für eine Offertanfrage eignet sich der Versand der Bemessungsdatei per E-Mail.

Für eine Abschätzung der minimal erforderlichen Querschnittsabmessung bei annähernd zentrisch belasteten Stützen genügen oft die in der technischen Dokumentation enthaltenen Tragwiderstandstabellen. Dabei kann der erforderliche Brandwiderstand ebenfalls direkt mitberücksichtigt werden (Tragwiderstandstabellen für R30, R60 und R90). Es gilt jedoch zu beachten, dass die Tragwiderstandstabellen für jede Querschnittsabmessung lediglich die Tragwiderstände für die jeweils stärkste Bewehrung enthalten; um die effektiv erforderliche Bewehrung zu bestimmen wird in jedem Fall die Bemessungssoftware benötigt. Aus wirtschaftlichen Gründen ist zu empfehlen, unterschiedliche Querschnittsabmessungen zu vergleichen. Extrem schlanke und höchst bewehrte Stützen sind in der Regel nicht die kostengünstigste Lösung.

## 1.2 Einwirkungen

Bei Stützen ist im Allgemeinen die aufgebrachte Normalkraft massgebend. Allerdings können ebenfalls zusätzliche Einwirkungen wie Stützeinspannmomente oder Horizontallasten auftreten, die in der Bemessung berücksichtigt werden müssen. In speziellen Lastsituationen sind zudem lastfallspezifische Einwirkungen zu betrachten, wie z.B. Horizontallasten bei Anprall. Bei der Bemessungssituation «Brand» gilt es die Temperatureinwirkungen zu betrachten, welche einerseits den Widerstands des Bauteils beeinflusst und andererseits Zwangsbeanspruchungen infolge Temperaturendehnungen verursachen kann. Während die Einwirkung der Temperatur auf den Widerstand der ORSO-V Stützen im Aschwanden Bemessungsverfahren berücksichtigt ist, müssen allenfalls vorhandene zusätzliche Einwirkungen, wie Zwangsschnittkräfte infolge Temperaturendehnungen vom projektierenden Ingenieur bestimmt werden.

Je nach Bemessungssituation ergeben sich unterschiedliche Lastbeiwerte bzw. Lastkombinationen zur Bestimmung der Einwirkungen.

Für die Bemessungssituation Hochbau – andauernde und vorübergehende Bemessungssituation – ergibt sich die Bemessungsgemäss:

$$N_d = \gamma_G \cdot N\{G_{kj}\} + \gamma_{Q1} \cdot N\{Q_{k1j}\} + \psi_{0i} \cdot N\{Q_{ki}\} \quad (1)$$

# 1. Bases de dimensionnement

## 1.1 Introduction

Il est en principe recommandé d'utiliser le logiciel de calcul Aschwanden pour le dimensionnement des colonnes ORSO-V. Ce logiciel est mis gratuitement à la disposition de l'utilisateur par la société F.J. Aschwanden SA. Le logiciel de calcul propose la solution la plus économique pour les conditions limites géométriques définies et les actions agissant sur les colonnes. Pour cela, le logiciel de calcul tient compte des situations de dimensionnement «bâtiment», «choc» et «incendie». La saisie de différentes positions de colonnes dans l'explorateur de colonnes permet de comparer d'une manière simple et compréhensible les différentes variantes. Par ailleurs, il est possible de définir et de calculer directement dans le logiciel les détails de raccord au niveau de la tête et de la base de colonne. Pour une demande d'offre, il est recommandé de transmettre le fichier de calcul par e-mail.

Pour une estimation des dimensions de la section minimale requise pour des colonnes à charge quasi centrée, il suffit souvent de consulter les tableaux de résistance ultime dans la documentation technique. En même temps, il est également possible de tenir compte directement de la résistance au feu nécessaire (tableaux de résistance ultime pour R30, R60 et R90). Cependant, il convient d'observer que les tableaux de résistance ultime pour chaque dimension de section ne contiennent que les valeurs correspondant à l'armature la plus importante possible; pour déterminer l'armature effectivement requise, il faut dans tous les cas utiliser le logiciel de calcul. Pour des raisons économiques, il est conseillé de comparer différentes dimensions de section. Les colonnes très élancées à taux d'armature maximal ne sont en règle générale pas la solution la plus économique.

## 1.2 Actions

L'effort normal appliqué est en règle générale déterminant pour le dimensionnement des colonnes. Des actions supplémentaires, dont il faut tenir compte dans le calcul, peuvent se produire, telles que les moments d'encastrement en tête et en pied ou des charges horizontales. Dans des situations de charge spéciales, il faut tenir compte des actions spécifiques, p. ex. charges horizontales en cas de choc. Pour la situation de dimensionnement «incendie», les actions de la température doivent être prises en considération, elles influent, d'une part, sur la résistance de l'élément de construction et elles peuvent, d'autre part, entraîner des sollicitations dues à des dilatations thermiques empêchées. Alors que l'action de la température sur la résistance des colonnes ORSO-V est prise en compte dans la méthode de calcul Aschwanden, l'ingénieur de projet doit déterminer les éventuelles actions supplémentaires, telles que les efforts dus à des déformations empêchées suite à des dilatations thermiques.

Selon la situation de dimensionnement, on obtient différents facteurs de charge ou diverses combinaisons de charge pour déterminer les actions.

Pour la situation de dimensionnement «bâtiment» – situation de dimensionnement permanente et transitoire – la charge de dimensionnement résulte de:

Bei der Bemessungssituation Anprall handelt es sich um eine aussergewöhnliche Bemessungssituation. Allerdings muss in der Regel ebenfalls eine veränderliche Begleitwirkung mit ihrem häufigen Wert berücksichtigt werden (SIA 260:2013 4.4.3.7):

La situation de dimensionnement «choc» est une situation accidentelle. En règle générale, il faut, cependant, tenir compte d'une action variable concomitante de valeur fréquente (SIA 260:2013 4.4.3.7):

$$N_{acc,d} = N\{G_k\} + \psi_{11} \cdot N\{Q_{k1}\} + \psi_{2i} \cdot N\{Q_{ki}\} \quad (2)$$

Für die Annahme der Bemessungswerte der Anprallkräfte ist die Tabelle 22 der Norm SIA 261:2014 zu beachten.

**Für Gebäude Kategorie F gilt:**

- Park- und Verkehrsflächen für Fahrzeuge unter 3.5 t
- Anprallkraft:  $Q_d = 60$  kN, auf 0.6 m Höhe, in ungünstigster Richtung wirkend

**Für Gebäude Kategorie G gilt:**

- Park- und Verkehrsflächen für Fahrzeuge von 3.5 t bis 16 t
- Anprallkraft:  $Q_d = 180$  kN, auf 1.2 m Höhe, in ungünstigster Richtung wirkend

Bei der Bemessungssituation Brand handelt es sich ebenfalls um eine aussergewöhnliche Bemessungssituation. Die Bemessungslast ergibt sich aus:

Pour les valeurs de calcul des forces dues au choc, on prendra en considération les données du tableau 22 de la norme SIA 261:2014.

**Pour bâtiment catégorie F:**

- Garages et surfaces accessibles aux véhicules de moins de 3.5 t
- Force due au choc:  $Q_d = 60$  kN, agissant à une hauteur de 0.6 m dans la direction la plus défavorable

**Pour bâtiment catégorie G:**

- Garages et surfaces accessibles aux véhicules de 3.5 t à 16 t
- Force due au choc:  $Q_d = 180$  kN, agissant à une hauteur de 1.2 m dans la direction la plus défavorable

La situation de dimensionnement «incendie» est également d'une situation accidentelle.. La charge de calcul résulte de:

$$N_{fi,d} = N\{G_k\} + \psi_{2i} \cdot N\{Q_{ki}\} \quad (3)$$

Werden während der Offertanfrage durch den projektierenden Ingenieur keine Normalkrafteinwirkungen für die Bemessungssituationen Anprall und Brand angegeben, werden durch die Firma Aschwanden folgende Näherungswerte verwendet:

Si lors de la demande d'offre l'ingénieur de projet n'indique les efforts normaux pour les situations de dimensionnement «choc» et «incendie», alors F.J. Aschwanden SA considèrera les valeurs approximatives suivantes:

$$N_{acc,d} = N_d / 1.6 \quad (4)$$

und

et

$$N_{fi,d} = N_d / 1.6 \quad (5)$$

Diese Werte ergeben sich näherungsweise unter der Annahme eines Eigengewichtsanteils von 80% und einem Reduktionsbeiwert von  $\psi_{11} = 0.5$  bzw.  $\psi_{2i} = 0.3$ .

Ces valeurs sont déterminées en supposant que le poids propre représente 80% de la charge totale et un coefficient de réduction de  $\psi_{11} = 0.5$  ou  $\psi_{2i} = 0.3$ .

### 1.3 Bemessungsverfahren

Das Bemessungskonzept der ORSO-V Stützen stützt sich auf den Schweizer sowie den europäischen Normen ab und wurde anhand von Versuchen validiert.

Für die Bemessung von ORSO-V Stützen kommen zwei verschiedene Bemessungsverfahren zur Anwendung. Grundsätzlich kann bei jedem Bemessungsfall das allgemeine Bemessungsverfahren, welches auf einer nicht-linearen Finite-Element Berechnung basiert, verwendet werden. Da dies jedoch insbesondere bei der Bemessungssituation Brand zu längerer Rechenzeit führt, wird für die Bemessungssituation «Brand» standardmässig das vereinfachte Verfahren gemäss EN 1994-1-2 verwendet. Dieses Verfahren ist allerdings nur für zentrisch belastete Stützen zulässig. Daher muss bei Stützen mit zusätzlichen Einwirkungen (z.B. Kopfmoment) bei der Bemessungssituation Brand zwingend das allgemeine Bemessungsverfahren verwendet werden.

### 1.3 Méthode de calcul

Le concept de calcul des colonnes ORSO-V repose sur les normes suisses et européennes et a été validé par des essais.

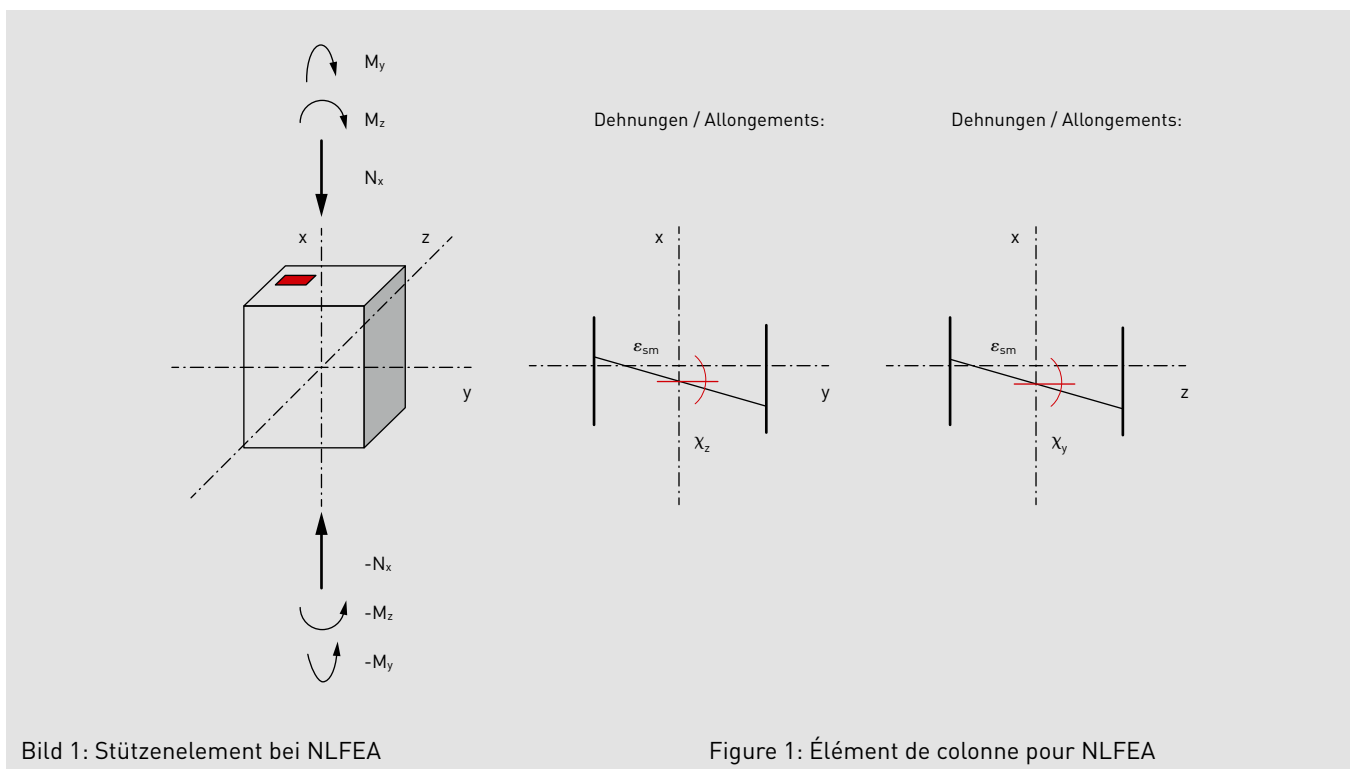
Deux différentes méthodes de calcul sont utilisées pour le dimensionnement des colonnes ORSO-V. Pour chaque cas de dimensionnement, il est possible d'utiliser en règle générale la méthode de calcul standard qui est basée sur un calcul FEM non linéaire. Étant donné que cela prolonge la durée de calcul, en particulier pour la situation de dimensionnement «incendie», on utilise normalement la méthode simplifiée selon EN 1994-1-2 pour la situation de dimensionnement «incendie». Cependant, cette méthode n'est autorisée que pour des colonnes à charge centrée. Par conséquent, pour des colonnes avec actions supplémentaires (p. ex. moment de tête), il faut absolument utiliser la méthode de calcul standard pour la situation de dimensionnement «incendie».

## 1.4 Allgemeines Bemessungsverfahren (NLFEA)

Das allgemeine Rechenverfahren basiert auf einer nicht-linearen Finite-Element Berechnung von Stabelementen. Diese einzelnen Stabelemente entsprechen dabei diskreten Stützelementen, die aneinandergereiht die zu berechnende Stütze bilden. Die Verformung des Stabelements bzw. dessen Steifigkeitsmatrix wird unter Annahme eines ebenbleibenden Dehnungszustandes mittels einer Diskretisierung des Querschnittes bestimmt. Die Dehnungsebene und die nichtlinearen materialspezifischen Spannungs-Dehnungsbeziehungen ergeben die Spannungsverteilung im Querschnitt. Durch die Integration der Spannungen über die Querschnittsfläche und einer iterativen Anpassung der Dehnungsebene wird Gleichgewicht in jeder Querschnittsebene gebildet. Die Randbedingungen des FE-Gleichungssystems werden durch die Auflagerbedingungen an den Stützenenden bestimmt. Die Lasteinleitung der Normalkraft wird am Stützenende aufgebracht, wobei eine mögliche vorhandene Lastexzentrizität in ein äquivalentes Biegemoment umgerechnet wird. Schliesslich wird der maximale Normalkraftwiderstand unter Berücksichtigung einer allenfalls vorhandenen Exzentrizität bzw. vorhandenen Imperfektion durch inkrementelles Steigern der Normalkraftbeanspruchung bestimmt.

## 1.4 Méthode de calcul standard (NLFEA)

La méthode de calcul standard repose sur un calcul FEM non linéaire de barres. La superposition des éléments de barre individuels forment la colonne à calculer. La déformation de chaque barre, respectivement de sa matrice de rigidité est déterminée en supposant un état de déformation linéaire au moyen d'une discrétisation de la section. Le plan de déformation et la courbe contrainte-déformation non linéaire spécifique du matériau donnent la distribution de contrainte au sein de la section. Par l'intégration des contraintes sur la section et une adaptation itérative du plan de déformation, il s'établit un équilibre dans chaque plan de la section. Les conditions limites du système d'équation FE sont déterminées en fonction des conditions d'appui aux extrémités des colonnes. L'introduction de la charge de l'effort normal est appliquée à l'extrémité de la colonne, en convertissant une éventuelle excentricité de charge existante en un moment de flexion équivalent. Finalement, on détermine la résistance maximale à l'effort normal par une augmentation incrémentielle de la sollicitation de l'effort normal, en tenant compte d'une éventuelle excentricité ou imperfection existante.



Zur Berücksichtigung des Temperatureinflusses wird zuerst eine 2-dimensionale Temperaturfeldanalyse am Querschnitt durchgeführt. Dabei wird am Stützenumfang die Temperatureinwirkung gemäss der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) bis zur gewünschten Brandbeanspruchungszeit aufgebracht. Für die thermischen Materialparameter werden die Materialmodelle nach EN 1994-1-2 verwendet. Die Temperaturverteilung im Querschnitt erlaubt die Berücksichtigung der temperaturabhängigen Materialkennwerte, wie Festigkeiten und Steifigkeiten, bei jedem diskretisierten Querschnittelement und damit die Berücksichtigung einer temperaturabhängigen Spannungs-Dehnungsbeziehung für jedes diskretisierte Querschnittelement. Anschliessend wird analog einer Kaltbemessung der maximale Normalkraftwiderstand durch inkrementelles Steigern der Normalkraftbeanspruchung bestimmt. Somit können für verschiedene Brandbeanspruchungszeiten die Tragwiderstände berechnet werden.

Pour la prise en compte de l'influence de la température, on procède d'abord à une analyse bidimensionnelle du champ de température au niveau de la section. Pour cela, on applique l'action de température sur le périmètre de la colonne selon la courbe température-temps normalisée (CTT) jusqu'à la durée de résistance au feu souhaitée. Pour les paramètres thermiques du matériau, on utilise les modèles de matériaux selon EN 1994-1-2. La distribution de température au sein de la section permet la prise en compte des paramètres des matériaux dépendants de la température, tels que résistances et rigidités, pour chaque élément de section discrétisé, et ainsi la prise en compte d'une courbe contrainte-déformation en fonction de la température pour chaque élément de section discrétisé. Ensuite, comme pour un dimensionnement à froid, on détermine la résistance maximale à l'effort normal par une augmentation incrémentielle de la sollicitation de l'effort normal. Il est ainsi possible de calculer les résistances ultimes pour les différentes durées de résistance au feu.

Die nichtlineare Modellierung setzt voraus, dass die Stütze mit den charakteristischen Materialkennwerten modelliert wird. D.h., die NLFEA liefert den charakteristischen Normalkraftwiderstand  $N_{Rk}$  als Ergebnis.

Für den Tragsicherheitsnachweis

La modélisation non linéaire suppose que la colonne soit modélisée avec les paramètres caractéristiques du matériau. C.-à-d., la NLFEA fournit comme résultat la résistance caractéristique à l'effort normal  $N_{Rk}$ .

Pour la vérification de la sécurité structurale,

$$|N_d| \leq |N_{Rd}| \quad (6)$$

wird der berechnete charakteristische Normalkraftwiderstand  $N_{Rk}$  in Anlehnung an die Norm SIA 263:2014 im Verhältnis der plastischen Normalkraftwiderstände  $N_{pl,k}$  zu  $N_{pl,d}$  abgemindert:

la résistance caractéristique calculée à l'effort normal  $N_{Rk}$  suivant la norme SIA 263:2014 est réduite par rapport aux résistances plastiques à l'effort normal  $N_{pl,k}$  et  $N_{pl,d}$ :

$$N_{Rd} = N_{Rk} \cdot N_{pl,Rd} / N_{pl,Rk} \quad (7)$$

Die plastischen Normalkraftwiderstände ergeben sich durch:

Les résistances plastiques à l'effort normal résultent de:

$$N_{pl,Rk} = A_c \cdot f_{ck} + A_s \cdot f_{syk} + A_a \cdot f_{ayk} \quad (8)$$

bzw.:

ou:

$$N_{pl,Rd} = A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c + A_s \cdot f_{syk} / \gamma_s + A_a \cdot f_{ayk} / \gamma_a \quad (9)$$

### 1.5 Vereinfachtes Bemessungsverfahren gemäss EN 1994-1-2

Die Normen SIA 264:2013 und EN 1994-1-1 bieten ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung des Kalt-Tragwiderstandes von Verbundstützen mit Hilfe von Knickspannungskurven aus dem Stahlbau. Die Verbundbaunorm EN 1994-1-2 bietet ein an den Kaltfall angelehntes, vereinfachtes Bemessungsverfahren für die Bemessungssituation Brand.

Das Bemessungskonzept der ORSO-V Stützen sieht vor, dass für die Bemessungssituation Brand bei annähernd zentrisch belasteten Stützen – keine zusätzlichen Einwirkungen wie Kopfmomente, etc. vorhanden – das vereinfachte Verfahren verwendet werden kann.

Gemäss dem vereinfachten Bemessungsverfahren berechnet sich der Tragwiderstand anhand:

### 1.5 Méthode de calcul simplifiée selon EN 1994-1-2

Les normes SIA 264:2013 et EN 1994-1-1 offrent une méthode de calcul simplifiée pour déterminer la résistance ultime à froid de colonnes mixtes à l'aide de courbes de flambage de la construction en acier. La norme de constructions mixtes EN 1994-1-2 offre une méthode de calcul simplifiée, basée sur le dimensionnement à froid, pour la situation de dimensionnement «incendie».

Le concept de calcul des colonnes ORSO-V prévoit qu'il est possible d'utiliser la méthode simplifiée pour la situation de dimensionnement «incendie» avec des colonnes à charge quasi centrée (pas d'actions supplémentaires existantes, telles que moment de tête, etc.).

Selon la méthode de calcul simplifiée, la résistance ultime se calcule en fonction de:

$$N_{Rd} = \chi \cdot N_{fi,pl,Rd} \quad (10)$$

wobei  $\chi$  der Reduktionsfaktor nach der Knickspannungskurve nach EN 1993-1-1 bzw. SIA 263:2013 ist und

sachant que  $\chi$  est le facteur de réduction de la courbe de flambage selon EN 1993-1-1 et SIA 263:2013, et  $N_{fi,pl,Rd}$  est déterminé comme suit:

$$N_{fi,pl,Rd} = A_{c,\theta} \cdot f_{ck,\theta} / \gamma_{M,fi,c} + A_{s,\theta} \cdot f_{syk,\theta} / \gamma_{M,fi,s} + A_{a,\theta} \cdot f_{ayk,\theta} / \gamma_{M,fi,a} \quad (11)$$

ist.

## 1.6 Grundlagen Bemessungssituation Hochbau

Die Partialsicherheitsfaktoren werden für die Bemessungssituation Hochbau wie folgt berücksichtigt:

- $\gamma_c = 1.5$
- $\gamma_s = 1.15$
- $\gamma_a = 1.05$

Die Materialfestigkeiten bzw. Spannungs-Dehnungsbeziehungen für Beton werden gemäss EN 1992-1-1 Ziffer 3.1.5 verwendet. Für den Betonstahl sowie für den Baustahl wird eine elastisch-plastische Spannungs-Dehnungsbeziehung verwendet.

Die Vorverformung  $e_0$  berücksichtigt neben der geometrischen Imperfektion ebenfalls den Eigenspannungszustand der Stahlprofile. Daher wird die Vorverformung in Abhängigkeit des Stahlgehaltes im Querschnitt definiert:

$$e_0 = L_k / (1000 - 750 \cdot \rho_s) \quad (12)$$

Wobei  $L_k$  die Knicklänge und  $\rho_s$  der geometrische Stahlgehalt (Baustahl + Bewehrungsstahl) ist.

## 1.7 Grundlagen Bemessungssituation Anprall

Gemäss SIA 262:2013 Ziffer 4.2.1.3 darf für stossartige Einwirkungen der Wert  $\eta_t$  von 1.0 auf 1.2 und gemäss Ziffer 4.2.2.3 darf  $f_{sd}$  bei der Bemessungssituation Anprall um 15% erhöht werden. Dies wird im ORSO-V Bemessungsverfahren berücksichtigt.

Die Partialsicherheitsfaktoren sind gleich wie bei der Bemessungssituation Hochbau.

- $\gamma_c = 1.5$
- $\gamma_s = 1.15$
- $\gamma_a = 1.05$

Die Vorverformung bei Anprall wird analog der Bemessungssituation Hochbau angenommen.

## 1.8 Bemessungssituation Brand

Bei Verbundstützen dürfen für die Bemessungssituation Brand geringere Knicklängen angesetzt werden, falls die Stockwerke als Brandabschnitt mit ausreichendem Feuerwiderstand ausgebildet werden (EN 1994-1-2 Ziffer 4.3.5.1). Während für die Bemessungssituationen Hochbau und Anprall meistens eine Pendelstütze angenommen wird, können für die Bemessungssituation Brand andere Randbedingungen angenommen werden. Für die Bemessungssituation Brand können üblicherweise folgende Fälle auftreten:

- Innenstützen:  $L_{k,fi} = 0.5 L$   
(beidseitig eingespannt)
- Stütze im obersten Stockwerk:  $L_{k,fi} = 0.7 L$   
(unten oder oben eingespannt)
- Rand- und Eckstütze:  $L_{k,fi} = 0.7 L$   
(unten oder oben eingespannt)
- Atrium (bei ungehinderter Brandausbreitung):  $L_{k,fi} = 1.0 L$   
(Pendelstütze)

## 1.6 Principes – Situation de dimensionnement «bâtiment»

Les facteurs de sécurité partielle pour la situation de dimensionnement «bâtiment» sont pris en compte comme suit:

- $\gamma_c = 1.5$
- $\gamma_s = 1.15$
- $\gamma_a = 1.05$

Pour le béton, la résistance et la courbe contrainte-déformation sont déterminées selon la norme EN 1992-1-1, chiffre 3.1.5. Pour l'acier d'armature ainsi que l'acier de construction on utilise une courbe élastique-plastique de contrainte-déformation.

La prédéformation  $e_0$  tient non seulement compte de l'imperfection géométrique, mais aussi de l'état d'autocontrainte des profilés métalliques. La prédéformation est définie en fonction du taux d'acier dans la section:

où  $L_k$  est la longueur de flambage et  $\rho_s$  le taux d'acier géométrique (acier de construction + acier d'armature).

## 1.7 Principes – Situation de dimensionnement «choc»

Selon SIA 262:2013, chiffre 4.2.1.3, il est possible d'augmenter la valeur  $\eta_t$  de 1.0 à 1.2 pour des actions en cas de choc et, selon le chiffre 4.2.2.3, la valeur  $f_{sd}$  peut être augmentée de 15% pour une situation de dimensionnement «choc». Cela est pris en compte dans la méthode de calcul ORSO-V.

Les facteurs de sécurité partielle sont identiques à ceux de la situation de dimensionnement «bâtiment».




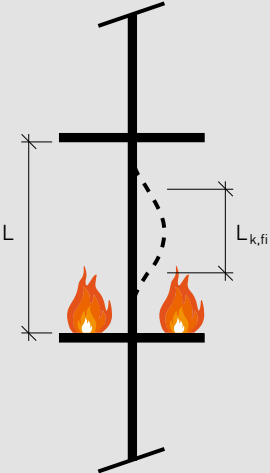
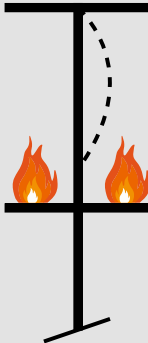
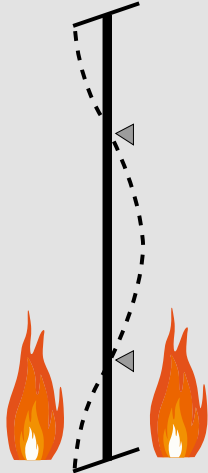
- $\gamma_c = 1.5$
- $\gamma_s = 1.15$
- $\gamma_a = 1.05$

La prédéformation en cas de choc est supposée être la même que pour la situation de dimensionnement «bâtiment».

## 1.8 Situation de dimensionnement «incendie»

Pour la situation de dimensionnement «incendie», il est possible de prévoir des longueurs de flambage inférieures si les étages sont formés de compartiments coupe-feu possédant une résistance au feu suffisante (EN 1994-1-2, chiffre 4.3.5.1). Alors qu'une colonne bi-articulée est généralement prise en compte pour les situations de dimensionnement «bâtiment» et «choc», on peut supposer d'autres conditions limites pour la situation de dimensionnement «incendie». Dans ce cas les situations suivantes peuvent se présenter:

- Colonnes intérieures:  $L_{k,fi} = 0.5 L$   
(encastrées des deux côtés)
- Colonne au dernier étage:  $L_{k,fi} = 0.7 L$   
(encastrée en bas ou en haut)
- Colonne de bord et d'angle:  $L_{k,fi} = 0.7 L$   
(encastrée en bas ou en haut)
- Atrium (avec propagation libre du feu):  $L_{k,fi} = 1.0 L$   
(colonne bi-articulée)

Anwendungsfall / Cas d'application	Innenstütze mit raum- abschliessenden Decken / Colonne intérieure avec dalles de compartimentage	Rand- und Eckstütze   Stütze Dachgeschoss / Colonne de bord et d'angle   Colonne Combles	Stütze ohne raum- abschliessende Decken, z.B. Atrium / Colonne sans dalles de compartimentage, p. ex. atrium
Randbedingungen / Conditions limites			
Situation / Situation			
Knicklänge im Brandfall / Longueur de flambage en cas d'incendie	$L_{k,fi} = 0.5 L$	$L_{k,fi} = 0.7 L$	$L_{k,fi} = 1.0 L$

Gemäss Eurocode 1994-1-2 darf für die Bemessungssituation Brand für die Partialsicherheitsfaktoren der Wert 1.0 verwendet werden:

- $\gamma_c = \gamma_{M,fi,c} = 1.0$
- $\gamma_s = \gamma_{M,fi,s} = 1.0$
- $\gamma_a = \gamma_{M,fi,a} = 1.0$

Die temperaturabhängigen Materialeigenschaften werden gemäss der Norm EN 1994-1-2 festgelegt. Dabei wurden die thermische Leitfähigkeit (unterer/oberer Grenzwert) und die spezifischen Wärmekapazitäten (Feuchtegehalt) für den Beton experimentell bestimmt.

Für die Bemessungssituation Brand wird die Vorverformung  $e_0$  gemäss der Norm EN 1365-4 berücksichtigt:

Selon l'Eurocode 1994-1-2, il est possible d'utiliser pour la situation de dimensionnement «incendie» la valeur 1.0 pour les facteurs de sécurité partielle:

- $\gamma_c = \gamma_{M,fi,c} = 1.0$
- $\gamma_s = \gamma_{M,fi,s} = 1.0$
- $\gamma_a = \gamma_{M,fi,a} = 1.0$

Les caractéristiques du matériau dépendantes de la température sont définies en fonction de la norme EN 1994-1-2. Pour cela, la conductibilité thermique (valeur limite inférieure/supérieure) et la capacité thermique spécifique (taux d'humidité) pour le béton ont été définies de façon expérimentale.

Pour la situation de dimensionnement «incendie», il a été tenu compte de la prédéformation  $e_0$  selon la norme EN 1365-4.

$$e_0 = L/500 \leq 7 \text{ mm}$$

(13)

Wobei L die Stützenlänge ist.

où L est la longueur de colonne.

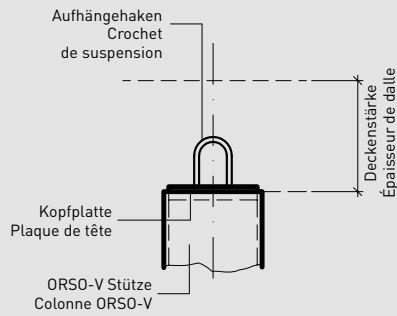
## 1.9 Kopf- /Fussdetails

Für die sichere Krafftein- oder durchleitung in anschließende Platten sind entsprechende Anschlussdetails vorzusehen. Diese Kraffteinleitung und Kraftdurchleitung ist einerseits statisch relevant, andererseits haben die Anschlussdetails einen wesentlichen Einfluss auf die Kosten. Daher sollten diese bereits in einer frühen Projektphase mitberücksichtigt werden, um spätere unerwartete Kosten zu vermeiden. Mit der Aschwanden Bemessungssoftware können zusätzlich zur Stütze auch gleich die Kopf- und Fussdetails bemessen werden. Nachfolgend sind die üblicherweise verwendeten Kopf- und Fussdetails dargestellt.

## 1.9 Détails de base et de tête

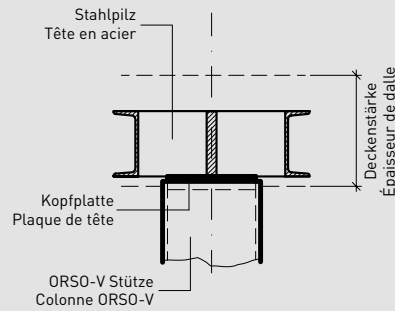
La transmission des efforts aux dalles et colonnes adjacentes implique l'utilisation de détails de base et de tête spécifiques. Comme l'utilisation d'un détail ou d'un autre peut avoir une influence significative sur les coûts, il est important d'en tenir compte le plus tôt possible dans le projet pour éviter des coûts imprévus. Le logiciel de calcul Aschwanden permet de dimensionner non seulement la colonne, mais également les détails de base et de tête. Les détails les plus couramment utilisés sont représentés à ci-dessous.

**K61**

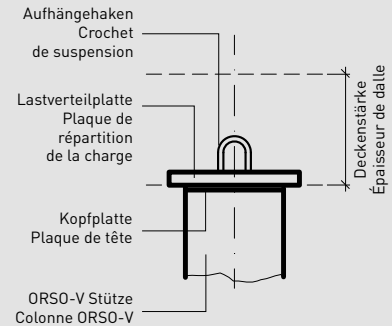


Standard bei Stützen ohne Angabe über Kopf- und Fussdetail / Standard pour colonnes sans indication sur les détails base et tête

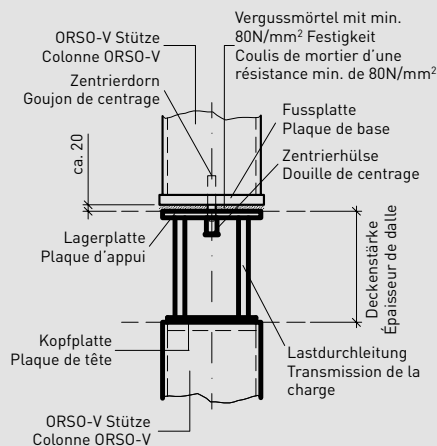
**K62**



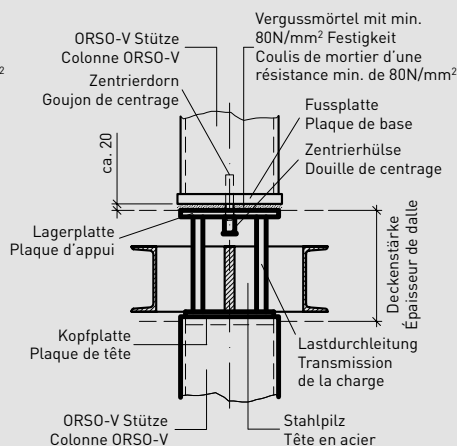
**K63**



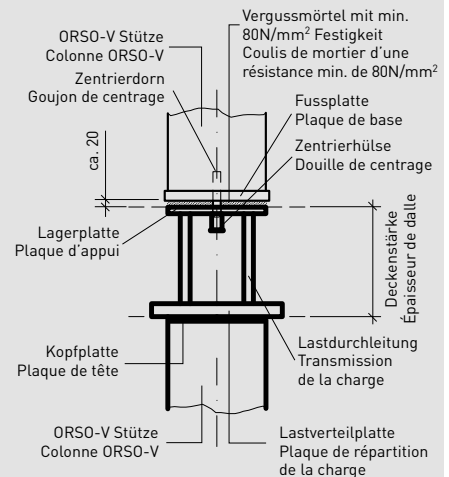
**K64**



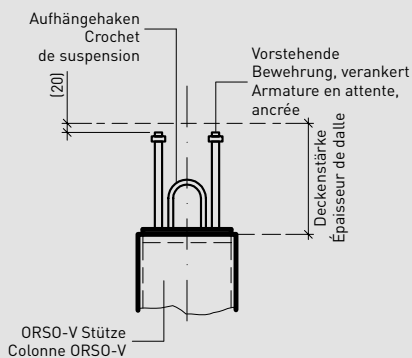
**K65**



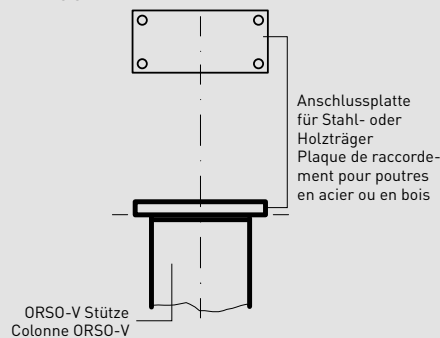
**K66**



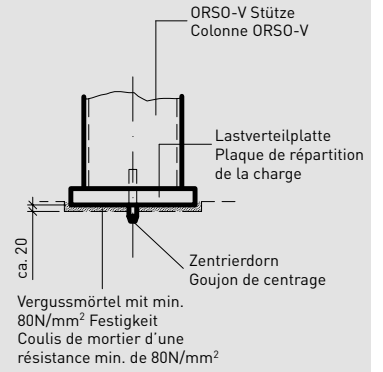
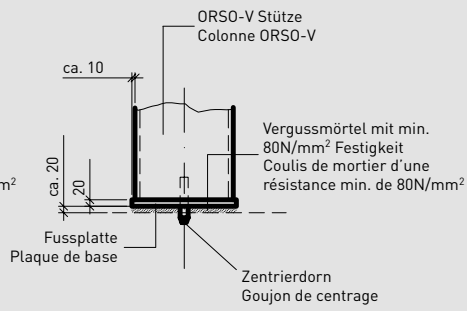
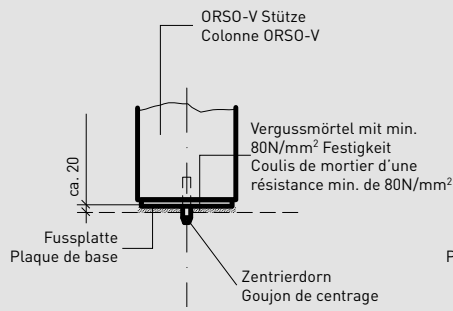
**K67**



**K68**

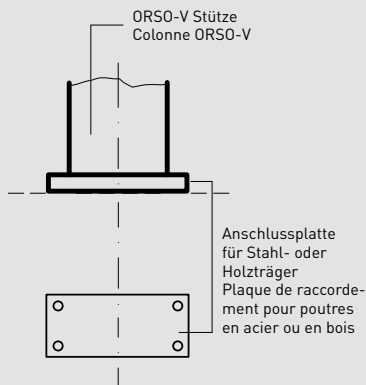






Standard bei Stützen ohne Angabe über Kopf- und Fussdetail / Standard pour colonnes sans indication sur les détails base et tête

F68



## 2. Bezeichnungen

### Bezeichnungen verwendet in der Software

$A_c$	Querschnittsfläche des Betons
$A_s$	Querschnittsfläche des Betonstahls
$A_a$	Querschnittsfläche der Stahlprofile
$A_{c\theta}$	Querschnittsfläche des Betons bei einer Temperatur $\theta$
$A_{s\theta}$	Querschnittsfläche des Betonstahls bei einer Temperatur $\theta$
$A_{a\theta}$	Querschnittsfläche der Stahlprofile bei einer Temperatur $\theta$
$\gamma_c$	Teilsicherheitsbeiwert für die Festigkeit von Beton
$\gamma_s$	Teilsicherheitsbeiwert für die Festigkeit von Betonstahl
$\gamma_a$	Teilsicherheitsbeiwert für die Festigkeit von Baustahl
$\gamma_{M,fi,c}$	Teilsicherheitsbeiwert für die Festigkeit von Beton im Brandfall
$\gamma_{M,fi,s}$	Teilsicherheitsbeiwert für die Festigkeit von Betonstahl im Brandfall
$\gamma_{M,fi,a}$	Teilsicherheitsbeiwert für die Festigkeit von Baustahl im Brandfall
$e_0$	Ersatzexzentrizität unter Berücksichtigung der geometrischer Imperfektion und Eigenspannungszuständen
$\varepsilon_{sm}$	Dehnung im Koordinatennullpunkts (y-z Ebene)
$f_{ck}$	Charakteristische Druckfestigkeit des Betons
$f_{syk}$	Charakteristische Fließgrenze des Betonstahls
$f_{ayk}$	Charakteristische Fließgrenze des Baustahls
$f_{ck,\theta}$	Charakteristische Druckfestigkeit des Betons bei einer Temperatur $\theta$
$f_{syk,\theta}$	Charakteristische Fließgrenze des Betonstahls bei einer Temperatur $\theta$
$f_{ayk,\theta}$	Charakteristische Fließgrenze des Baustahls bei einer Temperatur $\theta$
$G_k$	Charakteristische Wert der ständigen Einwirkungen
$\eta_t$	Umrechnungsfaktor für Betonfestigkeiten zur Berücksichtigung von Einwirkungsdauer und Betonalter
$L$	Stützenlänge (in der Software als Raumhöhe bezeichnet)
$L_k$	Knicklänge
$M_y, M_z$	Momente um y- und z-Achse
$N_d$	Bemessungswert der Normalkraft bei der Bemessungssituation Hochbau
$N_{acc,d}$	Bemessungswert der Normalkraft bei der Bemessungssituation Anprall
$N_{fi,d}$	Bemessungswert der Normalkraft bei der Bemessungssituation Brand
$N_{Rd}$	Bemessungswert des Normalkraftwiderstands
$N_{Rk}$	Charakteristischer Wert des Normalkraftwiderstands
$N_{pl,Rk}$	Charakteristischer Wert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit des gesamten Verbundquerschnitts

## 2. Notations

### Notations utilisées dans le logiciel

$A_c$	Aire de la section de béton
$A_s$	Aire de la section d'armature
$A_a$	Aire de la section d'acier de construction
$A_{c\theta}$	Aire de la section du béton à une température $\theta$
$A_{s\theta}$	Aire de la section d'armature à une température $\theta$
$A_{a\theta}$	Aire de la section des profilés métallique à une température $\theta$
$\gamma_c$	Coefficient de résistance pour le béton
$\gamma_s$	Coefficient de résistance pour l'acier d'armature passive
$\gamma_a$	Coefficient de résistance pour l'acier de construction
$\gamma_{M,fi,c}$	Coefficient de sécurité partiel de la résistance du béton en cas d'incendie
$\gamma_{M,fi,s}$	Coefficient de sécurité partiel de la résistance de l'acier d'armature en cas d'incendie
$\gamma_{M,fi,a}$	Coefficient de sécurité partiel de la résistance des profilés métalliques en cas d'incendie
$e_0$	Excentricité initiale pour tenir compte des imperfections géométriques et contraintes résiduelles
$\varepsilon_{sm}$	Déformation spécifique au point de coordonnées nulles (plan y-z)
$f_{ck}$	Valeur caractéristique de la résistance a la compression sur cylindre
$f_{syk}$	Valeur caractéristique de la limite d'écoulement de l'acier d'armature passive
$f_{ayk}$	Valeur caractéristique de la limite d'écoulement de l'acier de construction
$f_{ck,\theta}$	Valeur caractéristique de la résistance à la compression du béton à une température $\theta$
$f_{syk,\theta}$	Valeur caractéristique de la limite d'écoulement de l'acier d'armature à une température $\theta$
$f_{ayk,\theta}$	Valeur caractéristique de la limite d'écoulement des profilés métalliques à une température $\theta$
$G_k$	Valeur caractéristique d'une action permanente
$\eta_t$	Facteur de correction pour les résistances du béton pour la prise en compte de la durée de l'action et de l'âge du béton
$L$	Longueur de colonne (désigné dans le software par: vide d'étage)
$L_k$	Longueur de flambage
$M_y, M_z$	Moments autour des axes y et z
$N_d$	Valeur de calcul de l'effort normal
$N_{acc,d}$	Valeur de calcul de l'effort normal en cas de choc
$N_{fi,d}$	Valeur de calcul de l'effort normal en cas d'incendie
$N_{Rd}$	Valeur de calcul de la résistance à l'effort normal
$N_{Rk}$	Valeur caractéristique de la résistance à l'effort normal
$N_{pl,Rk}$	Valeur caractéristique de la résistance plastique à l'effort normal

$N_{p,Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit des gesamten Verbundquerschnitts	$N_{p,Rd}$	Valeur de calcul de la résistance plastique à l'effort normal
$N_x$	Normalkraft in Stützenachse	$N_x$	Effort normal à l'axe de la colonne
$Q_{k1}$	Charakteristische Wert der Leiteinwirkungen	$Q_{k1}$	Valeur caractéristique de l'action prépondérante
$Q_{ki}$	Charakteristische Wert der Begleiteinwirkung i	$Q_{ki}$	Valeur caractéristique de l'action concomitante i
$\rho_s$	Bewehrungsgehalt (Betonstahl + Baustahl)	$\rho_s$	Taux d'armature (armature + l'acier de construction)
$\psi_{0i}$	Reduktionsbeiwert für den seltenen Wert der veränderlichen Einwirkung i	$\psi_{0i}$	Coefficient de réduction pour la valeur rare d'une action variable i
$\psi_{11}$	Reduktionsbeiwert für den häufigen Wert der veränderlichen Leiteinwirkung	$\psi_{11}$	Coefficient de réduction pour la valeur fréquente de l'action variable prépondérante
$\psi_{2i}$	Reduktionsbeiwert für den quasi-ständigen Wert der veränderlichen Einwirkung i	$\psi_{2i}$	Coefficient de réduction pour la valeur quasi permanente d'une action variable i
$\psi_G$	Lastbeiwert für die ständigen Einwirkungen	$\psi_G$	Facteur de charge pour l'action permanente
$\psi_{Q1}$	Lastbeiwert für die Leiteinwirkung	$\psi_{Q1}$	Facteur de charge pour l'action prépondérante
$\chi$	Abminderungsfaktor infolge Knicken	$\chi$	Axe de la coordonnée dans le sens longitudinal
$\chi_y, \chi_z$	Krümmung um y- und z- Achse	$\chi_y, \chi_z$	Courbures autour des axes y et z
x	Koordinatenachse in Stützenlängsrichtung	x	Axe de la coordonnée dans le sens longitudinal
y, z	Koordinatenachsen in der Querschnittsebene	y, z	Axes des coordonnées dans le plan de la section

**Bemerkungen zum vorliegenden Dokument**

Dokumentationen erfahren laufend Änderungen aufgrund der aktualisierten Normen und der Weiterentwicklung unserer Produktpalette. Die aktuell gültige Version dieser gedruckten Dokumentation befindet sich auf unserer Website.

1.2019 Copyright © by  
F.J. Aschwanden AG CH-3250 Lyss Switzerland  
Phone 032 387 95 95 E-Mail [info@aschwanden.com](mailto:info@aschwanden.com)  
[www.aschwanden.com](http://www.aschwanden.com)

Zertifiziert/Certifié: ISO 9001, OHSAS 18001, EN 1090

**Remarques concernant le présent document**

Les documentations sont régulièrement l'objet de modifications en raison des normes actualisées et du perfectionnement de notre gamme de produits. La version actuellement valable de cette documentation imprimée figure sur notre site web.

The logo for Aschwanden features the company name in a bold, black, sans-serif font. Below the text is a thick horizontal bar that is blue on top and grey on the bottom.

# Aschwanden

A CRH COMPANY