

Evaluation Technique

Service d'homologation pour les produits et types
de construction

Institut de contrôle technique

Un organisme de droit public financé
conjointement par l'État et les Länder.

Membre de l'EOTA, de l'UEAtc et de la WFTAO

Date : Référence du dossier :

05/06/2014 | 27-1.1.6-27/09

« Traduction de la version originale allemande non certifiée par l'Institut allemand des
techniques de construction »

Numéro de l'évaluation :

Z-1.6-238

Durée de validité

du : **4 juin 2014**

au : **31 décembre 2018**

Demandeur :

Schöck Bauteile GmbH

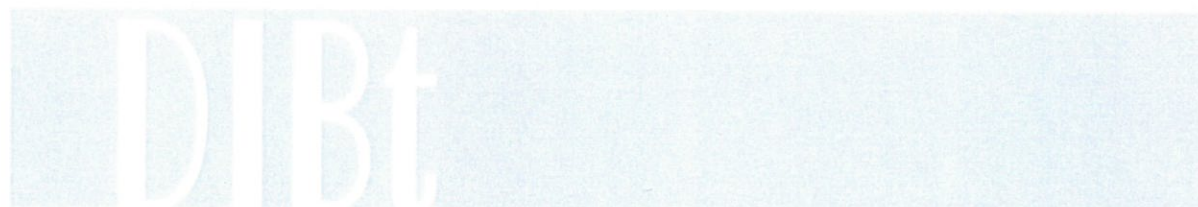
Vimbucher Straße 2

D-76534 Baden-Baden (Steinbach)/Allemagne

Objet de l'évaluation :

Barre d'armature Schöck Combar en plastique renforcé de fibres de verre

Diamètre nominal : 8, 12, 16, 20 et 25 mm



Evaluation Technique

n° Z-1.6-238

Page 2 de 20 | 5 juin 2014

L'objet de l'évaluation mentionné ci-dessus reçoit par la présente une évaluation technique.
Cette évaluation technique comprend 17 pages et une annexe.
Cette évaluation technique remplace l'évaluation technique n° Z-1.6-238 du 22 novembre 2013. L'objet a reçu pour la première fois l'évaluation technique le 8 décembre 2008.

I DISPOSITIONS GÉNÉRALES

- 1 L'évaluation technique atteste que l'objet de l'évaluation est apte à une utilisation conforme aux codes du bâtiment des régions allemandes (Länder).
- 2 Dans la mesure où, dans l'évaluation technique, certaines exigences sont exposées quant à la compétence et à l'expérience particulières des personnes à qui la fabrication des produits de construction et des types de construction est confiée, conformément au § 17 alinéa 5 du modèle de règlement applicable aux régions allemandes (Länder) correspondantes, il est impératif que ces compétences et expériences puissent être également prouvées par des justificatifs équivalents délivrés par d'autres États membres de l'Union européenne. Cela s'applique également, le cas échéant, aux justificatifs équivalents présentés dans le cadre de l'accord sur l'espace économique européen (EEE) ou de tout accord bilatéral.
- 3 L'évaluation technique ne remplace pas les permis, autorisations et attestations prévus par la loi pour la réalisation de tout projet de construction.
- 4 L'évaluation technique est accordée sans enfreindre les droits de tiers, notamment les droits de protection privés.
- 5 Les fabricants et les distributeurs du produit faisant l'objet de l'évaluation doivent, sans préjudice des règles énoncées par la suite dans les « Dispositions particulières », tenir des copies de la présente évaluation à la disposition des utilisateurs et usagers du produit faisant l'objet de l'évaluation et les informer que l'évaluation technique doit être disponible sur le lieu d'utilisation. Sur demande, des copies de l'évaluation technique devront être mises à disposition des autorités intéressées.
- 6 L'évaluation technique ne peut être reproduite que dans son intégralité. La publication d'extraits nécessite l'approbation de l'Institut allemand des techniques de construction (DIBt). Les textes et illustrations de supports publicitaires ne peuvent contredire l'évaluation technique. Les traductions de l'évaluation technique doivent porter la mention : « Traduction de la version originale allemande non certifiée par l'Institut allemand des techniques de construction ».
- 7 L'évaluation technique est octroyée sous réserve de révocation. Les dispositions de l'évaluation technique peuvent être complétées et modifiées ultérieurement, notamment lorsque l'évolution des connaissances techniques le nécessite.

II DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

1 Objet de l'évaluation et domaine d'application

1.1 Objet de l'évaluation

L'objet de l'évaluation sont les barres d'armature droites Schöck Combar ayant des diamètres nominaux de 8, 12, 16, 20 et 25 mm, en résine composite renforcée de fibres de verre unidirectionnelles (plastique renforcé de fibres de verre).

Les barres d'armature sont pourvues d'un profilé en forme de filetage trapézoïdal (voir annexe 1). La section transversale est de forme circulaire.

Le produit Schöck Combar résiste à la corrosion pour toutes les classes d'exposition XC, XD et XS selon la norme DIN 1045-1:2008-08, partie 6.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1:2011-01, partie 4.2 en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA, est amagnétique et n'est pas conducteur d'électricité.

1.2 Champ d'application

Les barres d'armature Schöck Combar peuvent être utilisées comme armatures de traction pour les éléments de construction en béton dans les conditions suivantes :

- La conception et le dimensionnement des ouvrages en béton armé équipés avec Schöck Combar comme renforcement en flexion-traction ou comme traction axiale seule se déterminent conformément à la section 3 de cette évaluation technique. L'application simultanée des barres Schöck Combar et des barres en acier pour béton en flexion-traction ou en traction axiale, dans le cas d'un renforcement, n'est pas autorisée.
- Seuls des ouvrages qui ne nécessitent pas une armature d'effort tranchant déterminée par calcul peuvent être armés avec les barres Schöck Combar.
- Les longueurs de recouvrement calculées pour l'acier ne sont pas autorisées pour le produit Schöck Combar.
- On utilise les bétons standard conforme à la norme NF EN 206-1_2012-01_CN en combinaison avec la norme NF EN 1992-1-1:2004 dans les classes de résistance du béton C12/15 à C50/60. Une utilisation pour les classes de résistance du béton supérieures à C50/60 est possible lorsque les valeurs de résistance à la compression et de la contrainte d'adhérence d'une C50/60 sont appliquées.
- Les éléments de construction sont majoritairement soumis à des charges à caractère principalement statique
- Le produit Schöck Combar résiste à la corrosion pour toutes les classes d'exposition XC, XD et XS selon la norme DIN 1045-1, partie 6.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 4.2 en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA, est amagnétique et n'est pas conducteur d'électricité. En ce qui concerne les agressions du béton, les dispositions selon la norme DIN 1045-1:2008-08, tableau 3, parties 5 à 7 (classes d'exposition XF, XA et XM) et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, tableau 4.1, parties 5 et 6 (classes d'exposition XF et XA) et partie 4.4.1.2 (13) (classes d'exposition XM) en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA sont à appliquer.
- La température de l'élément de construction ne doit pas dépasser pas 40 °C. Il est permis de dépasser temporairement cette température si le produit Schöck Combar n'est pas encore soumis à des charges pendant le durcissement du béton.
- Il n'est pas permis d'utiliser le produit Schöck Combar sous forme d'armature de compression. Il est permis de disposer le produit Schöck Combar pour l'ancrage ou pour des raisons constructives (par ex. pour l'armature de montage) dans la zone de compression par flexion de la pièce sollicitée.

2 Conditions pour le produit de construction

2.1 Propriétés et composition

2.1.1 Finition de la surface et surface de la section transversale

La surface des barres Schöck Combar doit être recouverte d'un vernis protecteur contre un environnement alcalin. La formule du vernis protecteur est déposée chez l'Institut allemand des techniques de construction. Les mesures particulières pour les sections finales non laquées se produisant lors de la découpe du produit Schöck Combar sont indiquées à la section 4.

La géométrie du profile, la surface de la section transversale nominale et le poids nominal doivent correspondre aux données de l'annexe 1.

2.1.2 Propriétés mécaniques et technologiques

Il faut répondre aux exigences indiquées dans l'annexe 1 et chez l'Institut allemand des techniques de construction ainsi que chez l'instance de surveillance chargée du contrôle externe.

2.1.3 Composition chimique

Il faut respecter les exigences indiquées chez l'Institut allemand des techniques de construction ainsi que chez l'instance de surveillance chargée du contrôle externe.

2.2 Fabrication, marquage et mode de livraison

2.2.1 Fabrication

Les conditions de fabrication indiquées chez l'Institut allemand des techniques de construction ainsi que chez l'instance de surveillance chargée du contrôle externe sont applicables.

2.2.2 Transport et stockage

Il faut tenir compte de ce qui suit lors du transport et du stockage du produit Schöck Combar:

- ne pas traîner sur le sol,
- stockage en dehors des voies de circulation afin d'exclure tout risque de dommage,
- aucun retrait par traction de barres d'un paquet de barres ou autre friction pouvant endommager la surface,
- aucun effet provenant de charges dû à des chocs, des coups de marteau ou de coups d'objets tranchants,
- aucun stockage d'objets à arêtes vives directement sur le produit Schöck Combar,
- aucun stockage sur des surfaces rugueuses,
- aucun contact avec des huiles ou des solvants,
- protection contre la projection d'étincelles, de flammes nues et des effets de la chaleur,
- avant le transport, l'emballage des barres doit garantir la protection des barres contre un dommage mécanique dû à un chariot élévateur ou à des dispositifs de levage

Il faut tenir compte de ce qui suit si le produit Schöck Combar doit être stocké pendant plus de 4 semaines :

- stockage au sec ou couvert,
- la température de stockage doit être comprise entre -20 °C et 40 °C,
- aucune exposition directe au soleil

2.2.3 Marquage

Marquer les bons de livraison du produit de construction en apposant dessus le logo de conformité (label « Ü ») conformément aux décrets sur le marquage de conformité des pays.

Ce marquage sera apposé uniquement si les conditions préalablement énoncées dans le chapitre 2.3 sont réunies. Il faut, en plus, marquer ce qui suit sur le bon de livraison :

Il faut stocker le produit Schöck Combar au sec ou couvert à des températures comprises entre -20 °C et 40 °C sans exposition directe au soleil.

Tous les produits Schöck Combar doivent être imprimés tous les 2 m d'un marquage résistant aux intempéries qui indique outre la désignation « Schöck Combar », l'usine de fabrication, le diamètre, la date de production et le n° de l'évaluation.

2.3 Justificatif de conformité

2.3.1 Généralités

La confirmation de conformité du produit Schöck Combar avec les dispositions de la présente évaluation technique doit être produite par chaque usine de fabrication, accompagnée d'un certificat de conformité sur la base d'un contrôle de production interne effectué en usine et du contrôle régulier réalisé par un organisme tiers, comprenant la vérification initiale du produit de construction selon les mesures dictées par les dispositions suivantes.

Pour la délivrance du certificat de conformité et le contrôle effectué par un organisme tiers, y compris les essais correspondants devant être réalisés sur le produit, le fabricant du produit de construction qui procède au mélange des résines et à l'imprégnation des gaines, se doit de faire appel à une autorité de certification reconnue tout comme à une instance de contrôle agréées dans ce domaine.

L'attestation de délivrance d'un certificat de conformité doit être remise par le fabricant grâce au marquage des produits de construction, avec le symbole de conformité (label Ü) et en mentionnant l'objet de leur utilisation. Il sera également remis pour information à l'Institut allemand des techniques de construction une copie du certificat de conformité qu'il a octroyé.

Il sera également remis pour information à l'Institut allemand des techniques de construction une copie du rapport de la vérification initiale.

2.3.2 Contrôle de production en usine

Chaque usine de fabrication devra établir et présenter un contrôle de production interne effectué en usine. Par contrôle de production effectué en usine est entendu un contrôle continu de la production que le fabricant doit effectuer, permettant ainsi d'assurer que les produits de construction qu'il fabrique correspondent aux dispositions de la présente évaluation technique.

Le contrôle interne de production en usine doit être effectué comme indiqué dans le plan d'essai déposé à l'Institut allemand des techniques de construction et comprendra au minimum les mesures ci-dessous:

Il faut consigner et analyser les résultats du contrôle de production en usine. Les procès-verbaux doivent contenir au moins les données suivantes :

- Description du produit de construction et/ou du matériau de départ et de ses composants,
- type du contrôle ou de la vérification,
- date de fabrication et de la vérification du produit de construction et/ou du matériau de départ ou des composants,
- résultat des contrôles et des vérifications et, le cas échéant, comparaison avec les exigences,
- signature du responsable du contrôle de production effectué en usine.

Les procès-verbaux doivent être conservés pendant au moins cinq ans et présentés à l'instance de surveillance en charge du contrôle externe. Ils doivent être présentés sur demande à l'Institut allemand des techniques de construction et aux instances supérieures compétentes en matière de surveillance du bâtiment.

Si les résultats de la vérification s'avèrent insuffisants, prendre sans tarder les mesures nécessaires pour corriger tout manquement. Les produits de construction qui ne satisfont pas

aux exigences doivent être manipulés de façon à ce qu'ils ne puissent pas être confondus avec des produits répondant aux critères de conformité. Une fois le défaut corrigé, dans la mesure où cela est techniquement possible, et afin de prouver l'élimination du défaut, le contrôle correspondant devra être répété sans tarder.

Le fabricant doit tenir à disposition les documents suivants, dans leur version actuelle. Documentation sur les conditions d'exploitation qui soulignent au moins les points suivants :

- preuve de la qualification du personnel mandaté,
- preuve des formations du personnel organisées à intervalle régulier.

Description générale pour la société exécutante qui doit comprendre au moins ce qui suit :

- Version actuelle de l'évaluation technique,
- Consignes pour le stockage, le transport et le montage.

La société exécutante doit avoir reçu une autorisation du fabricant.

2.3.3 Contrôle par un organisme tiers

Dans chaque usine de fabrication, le contrôle de production interne en usine doit être vérifié régulièrement par un organisme tiers conformément au plan de contrôle déposé chez l'institut allemand des techniques de construction « Deutsches Institut für Bautechnik ». La fréquence du contrôle externe dépend de la longueur de produit Schöck Combar fabriqué par an :

Jusqu'à 800 km/an :	deux fois par an,
plus de 800 km/an jusqu'à 1200 km/an :	trois fois par an,
Plus de 1200 km/an :	quatre fois par an.

Dans le cadre du contrôle effectué par un organisme tiers, il faut procéder à des contrôles sur des échantillons pris au hasard selon le plan de contrôle déposé chez l'institut allemand des techniques de construction.

Les résultats de la certification et du contrôle par un organisme tiers doivent être conservés pendant cinq ans au moins. L'autorité de certification ou l'instance de contrôle devra les présenter sur demande à l'Institut allemand des techniques de construction, ainsi qu'aux instances supérieures compétentes de surveillance du bâtiment.

3 Dispositions pour la conception et le dimensionnement

La norme DIN 1045-1 et la norme DIN EN 1992-1-1 s'appliquent en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA avec les modifications suivantes :

3.1 Garantie de la durabilité

La norme DIN 1045-1, parties 6.1 et 6.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 4.1 et 4.2 s'applique(nt) en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA. La norme DIN 1045-1, partie 6.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 4.2 s'applique(nt) en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA. $c_{\min} \geq d_f$ devant être respectée pour l'enrobage béton minimal afin de garantir l'adhérence. Un enrobage béton $c_{\min} < 10$ mm n'est pas autorisé.

3.2 État limite ultime

3.2.1 Flexion avec ou sans force axiale ainsi qu'une force axiale seule

3.2.1.1 Généralités

La norme DIN 1045-1, partie 10.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 6.1 avec la/les modification(s) suivante(s) s'applique(nt) :

- $f_{tk} = 580$ N/mm² s'applique à la valeur caractéristique de la résistance à la traction continue du produit Schöck Combar. Il faut prendre le coefficient de sécurité partielle tel que $\gamma_f = 1,3$.

On peut admettre un comportement élastique linéaire du produit Schöck Combar avec un module d'élasticité de $E_f = 60000 \text{ N/mm}^2$ pour le dimensionnement. La valeur caractéristique de la résistance à la traction à long terme f_{fk} du produit Schöck Combar remplace donc aussi bien la valeur caractéristique de la limite d'élasticité que la valeur caractéristique de la résistance à la traction $f_{tk,cal}$ de l'acier à béton selon la norme DIN 1045-1, partie 9.2.4 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 3.2.7.

- Le produit Schöck Combar ne doit pas être précontraint, ni utilisé comme une armature de compression.
- Les sollicitations sont déterminées selon la norme DIN 1045-1, partie 8.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 5.4 pour les sections transversales non fissurées. Le calcul selon la norme DIN 1045-1, partie 8.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 5.4 avec des sections transversales fissurées et selon les parties 8.3 à 8.5 et/ou selon les parties 5.5 à 5.7 n'est pas permis.
- Pour remplacer l'allongement limite de l'acier béton ε_{su} , il faut prendre pour le produit Schöck Combar les allongements limites ε_{fud} indiqués dans le tableau 1 pour les structures définies au niveau statique et l'allongement limite $\eta_{rot} \varepsilon_{fud}$ indiqué dans le tableau 2 pour les structures non définies au niveau statique
- Lors d'une vérification de la section statique nécessaire sollicitée en flexion, la section de l'armature Schöck Combar ne doit pas dépasser la valeur maximale de $0,035 A_c$.

3.2.1.2 Valeurs de calcul de la résistance à la traction continue du produit Schöck Combar pour les systèmes définis au niveau statique

Pour le produit Schöck Combar, dans le cas des systèmes définis au niveau statique, les valeurs de calcul de la résistance à la traction continue f_{fd} et les allongements limites ε_{fud} en fonction de la résistance du béton indiquées dans le tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 : Valeurs de calcul de la résistance à la traction en fonction de la classe de résistance du béton pour les structures définies au niveau statique

Classe de résistance du béton	Valeur de calcul de la résistance à la traction continue f_{fd} pour les structures définies au niveau statique [N/mm^2]	Allongements limites ε_{fud} [‰]
C12/15	330	5,5
C16/20	390	6,5
\geq C 20/25	445	7,4

3.2.1.3 Valeurs de calcul de la résistance à la traction continue du produit Schöck Combar pour les systèmes non définis au niveau statique

Pour le produit Schöck Combar, dans le cas des systèmes non définis au niveau statique, les valeurs de calcul de la résistance à la traction continue et les allongements limites en fonction de la résistance du béton indiquées dans le tableau 2 s'appliquent.

Tableau 2 : Valeurs de calcul de la résistance à la traction en fonction de la classe de résistance du béton pour les structures non définies au niveau statique

Classe de résistance du béton	Valeur de calcul de la résistance à la traction continue $\eta_{rot}f_{td}$ pour les structures non définies au niveau statique [N/mm ²]	Allongements limites $\eta_{rot} \varepsilon_{fud}$ [‰]
C12/15	274	4,6
C16/20	325	5,4
≥ C 20/25	370	6,1

3.2.2 Effort tranchant

3.2.2.1 Pour les éléments de construction ne nécessitant pas de renforcement pour reprise de l'effort tranchant, la norme DIN 1045-1, partie 10.3.3 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 6.2.2 s'applique(nt) en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA avec les modifications suivantes :

- L'équation (70) ou (6.2a) est remplacée par l'équation suivante :

$$V_{Rd,ct} \quad \text{ou} \quad V_{Rd,c} = \frac{0,138}{\gamma_c} \cdot \kappa \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{E_f}{E_s} \cdot f_{ck} \right)^{1/3} \cdot b_w \cdot d$$

- L'équation (70a) selon la DIN 1045-1 et/ou l'équation (6.2a) selon la DIN EN 1992-1-1 n'est pas applicable au produit Schöck Combar.
- Chaque section transversale dans laquelle la valeur de calcul de l'effort tranchant est $V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$ ou $V_{Rd,c}$ selon l'équation indiquée ci-dessous ne nécessite pas d'armature d'effort tranchant déterminée par calcul. Dans le cas de poutres et de dalles sur un appui avec $b/h < 5$, une armature d'effort tranchant minimale constructive en acier à béton B500B ou B500 NR est nécessaire selon la norme DIN 1045-1, parties 13.2.3 et 13.3.3 et/ou DIN EN 1992-1-1, parties 9.2.2, 9.3.2 et 9.4.3 en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA.

3.2.2.2 Pour les éléments de construction nécessitant un renforcement pour reprise de l'effort tranchant, le champ d'application est exclu selon cette évaluation technique.

3.3 État limite de service

3.3.1 Limitation des contraintes de compression dans le béton

En ce qui concerne la limitation des contraintes de compression dans le béton, la norme DIN 1045-1, partie 11.1.2 et/ou DIN EN 1992-1-1, partie 7.2 s'applique en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA avec l'ajout suivant :

- Le produit Schöck Combar ne doit pas être utilisé sous forme d'armature de compression.

3.3.2 Limitation de l'ouverture des fissures

La détermination du renforcement minimal pour la limitation de l'ouverture des fissures selon la norme DIN 1045-1, partie 11.2.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 7.3.2 et la limitation de l'ouverture des fissures sans calcul direct selon la norme DIN 1045-1, partie 11.2.3 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 7.3.3 ne sont pas autorisées.

La valeur de calcul de l'ouverture w_k des fissures perpendiculaires au produit Schöck Combar ne doit pas dépasser 0,4 mm dans la zone de l'ancrage. La valeur de calcul de l'ouverture w_k des fissures parallèles au produit Schöck Combar ne doit pas dépasser 0,2 mm dans la zone de l'ancrage. Cela s'applique à toutes les classes d'exposition XC, XD et XS selon la norme DIN 1045-1, partie 6.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 4.2.

La détermination de l'ouverture des fissures a lieu selon la norme DIN 1045-1, partie 11.2.4 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 7.3.4 avec les modifications suivantes :

- ε_{sm} est remplacé par ε_{fm} comme allongement moyen du produit Schöck Combar,
- E_s est remplacé par E_f selon la partie 3.2.1.1 en tant que module d'élasticité du produit Schöck Combar,
- σ_s est remplacé par σ_f en tant que contrainte du produit Schöck Combar dans la fissure,
- l'équation (137) selon la norme DIN 1045-1 et/ou l'équation (7.11) selon la norme DIN EN 1992-1-1 est remplacée par :

$$s_{r,max} = \frac{d_f}{2,8 \text{ eff } \rho_f} \leq \frac{\sigma_f d_f}{2,8 f_{ct,eff}} \quad \text{avec} \quad \text{eff } \rho_f = \frac{A_f}{A_{c,eff}}$$

3.3.3 Limitation des déformations

La détermination de la flèche attendue des éléments de construction sur un appui doit avoir lieu selon les hypothèses suivantes en s'appuyant sur le cahier 533 de la DAfStb (directive du comité allemand pour le béton armé) :

- L'ouvrage à examiner est principalement soumis à la flexion.
- La quantité de ferrailage longitudinal doit être plus élevée ou égale à la quantité de ferrailage minimale (voir section 3.5.1) et plus petit ou égale à $\rho_f = 3,5 \%$.
- La contrainte dans le produit Schöck Combar ne doit pas dépasser 300 N/mm² dans la combinaison d'actions déterminante pour la flèche.
- Il faut représenter les charges sollicitantes par des charges uniformément réparties.
- Il s'agit de dalles ou de poutres à section rectangulaire.

Si ces hypothèses ne sont pas respectées, une vérification précise réalisée au moyen d'une méthode non linéaire est nécessaire.

La déformation totale résulte alors des parties de déformation à la suite d'une charge et des parties du fluage et du retrait du béton dépendant du temps.

3.3.3.1 Déformations dues à une charge en tenant compte du retrait du béton

En ce qui concerne la méthode décrite ici, on part d'un tracé idéalisé de la rigidité en flexion séparé en fonction des sections transversales non fissurées (état I) et des sections transversales fissurées (état II) (voir fig. 1). La poutre totale est à partager en zones fissurées et non fissurées (voir fig. 1).

Pour les poutres sur plusieurs appuis, une répartition en poutre en porte-à-faux et en poutre isostatique est nécessaire (voir fig. 2).

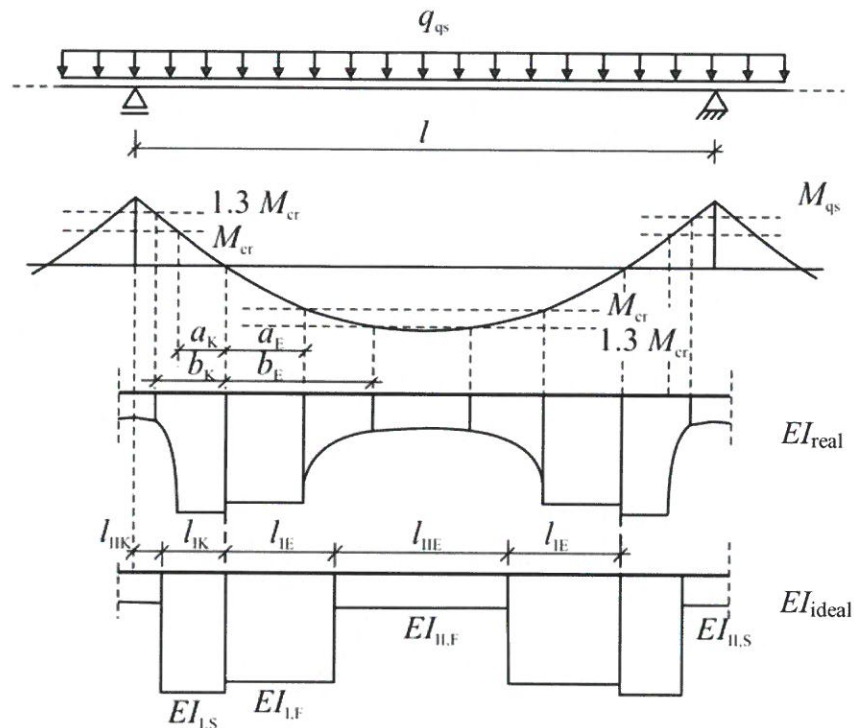


Fig. 1 : mise en parallèle du tracé réel et idéalisé de la rigidité en flexion pour une travée intérieure selon la DAfStb cahier 533

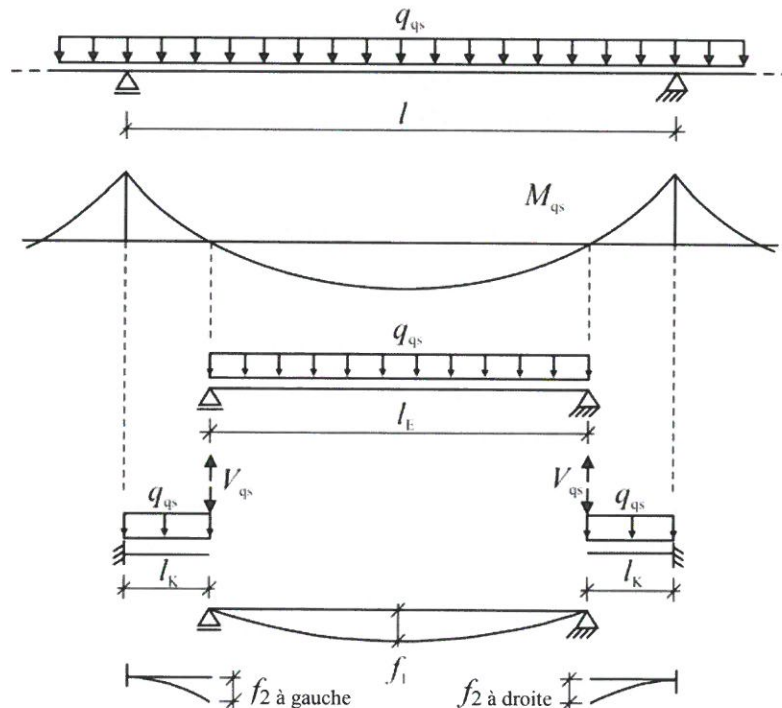


Fig. 2 : système statique et répartition du moment ainsi que les différents sous-systèmes selon la DAfStb cahier 533

À partir des relations

$$a_E = \frac{l_E}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_E}{2}\right)^2 - \frac{2,0}{q_{qs}} \cdot M_{cr}} \leq \frac{l_E}{2} \quad \text{et} \quad b_E = \frac{l_E}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_E}{2}\right)^2 - \frac{2,6}{q_{qs}} \cdot M_{cr}} \leq \frac{l_E}{2}$$

la longueur moyenne $l_E = \frac{a_E + b_E}{2}$ de la zone sans fissure pour la poutre isostatique appuyée de manière articulée et à partir des relations

$$a_K = \sqrt{\left(\frac{V_{qs}}{q_{qs}}\right)^2 + \frac{2,0}{q_{qs}} \cdot M_{cr}} - \frac{V_{qs}}{q_{qs}} \leq l_K \quad \text{et} \quad b_K = \sqrt{\left(\frac{V_{qs}}{q_{qs}}\right)^2 + \frac{2,6}{q_{qs}} \cdot M_{cr}} - \frac{V_{qs}}{q_{qs}} \leq l_K$$

la longueur moyenne $l_{IK} = \frac{a_K + b_K}{2}$ de la zone sans fissure pour la poutre en porte-à-faux. On a alors :

- M_{cr} Le moment de la fissure,
- q_{qs} La charge quasi-statique,
- l_E La portée de la poutre isostatique de remplacement (voir fig. 2),
- l_K La portée de la poutre en porte-à-faux de remplacement (voir fig. 2),
- V_{qs} L'effort tranchant d'extrémité de la poutre isostatique équivalente.

Pour le calcul du moment de la fissure $M_{cr} = f_{ct,cal} \cdot W$, une résistance à la traction du béton de $f_{ct,cal} = 0,04 \cdot l_{cm}$ est prise en compte. W est alors le moment de résistance de la section transversale non fissurée.

Pour un calcul plus poussé, les rigidités en flexion effectives et le module d'élasticité du béton $E_{c,eff}$ sont nécessaires.

$$E_{c,eff} = \frac{E_c}{1 + \varphi(\infty, t_0)}$$

L'indice de fluage $\varphi(\infty, t_0)$ peut être calculé selon la norme DIN 1045-1, fig. 18 et fig. 19 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, fig. 3.1a et fig. 3.1b. Les équations de détermination des moments d'inertie à l'état I et à l'état II (I_I et I_{II}) sous des sollicitations des moments directs sont indiquées dans le tableau 3. Conformément à la fig. 1, il faut en plus faire encore la différence entre la zone des moments positifs (zone du moment de travée) $I_{I,F}$ ainsi que $I_{II,F}$ et la zone des moments négatifs (zone du moment d'appui $I_{I,S}$ ainsi que $I_{II,S}$). Ce qui suit s'applique pour le cas particulier que l'armature dans la zone du moment de champ est identique à l'armature dans la zone du moment d'appui

$$I_I = I_{I,F} = I_{I,S} \quad \text{et/ou} \\ I_{II} = I_{II,F} = I_{II,S}$$

On a alors :

- I_I Le moment d'inertie de la section transversale selon le tableau 3 pour le béton non fissuré (état I),
- I_{II} Le moment d'inertie de la section transversale selon le tableau 3 pour le béton fissuré (état II),
- $I_{I,F}$ Le moment d'inertie de la section transversale selon le tableau 3 pour le béton non fissuré (état I) dans la zone du moment de travée,

- $I_{II,F}$ Le moment d'inertie de la section transversale selon le tableau 3 pour le béton fissuré (état II) dans la zone du moment de travée,
- $I_{I,S}$ Le moment d'inertie de la section transversale selon le tableau 3 pour le béton non fissuré (état I) dans la zone des moments d'appui,

$I_{II,S}$ Le moment d'inertie de la section transversale selon le tableau 3 pour le béton fissuré (état II) dans la zone des moments d'appuis,

Tableau 3 : classement des grandeurs géométriques x, I et S pour les états I et II dans les ouvrages soumis à des flexions avec une section transversale rectangulaire

Taille	État I	État II
X	$x_I = k_{xI} \cdot h; \quad \rho_{II} = A_{fI}/(b \cdot h); \quad \alpha_e = \frac{E_f}{E_{c,eff}}$ $k_{xI} = (0,5 + A_4)/(1 + B_1)$ $A_4 = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot d/h \cdot (1 + A_{f2} \cdot d_2/(A_{f1} \cdot d))$ $B_1 = \alpha_e \cdot \rho_{II} (1 + A_{f2}/A_{f1})$	$x_{II} = k_{xII} \cdot d; \quad \rho_{III} = A_{fII}/(b \cdot d); \quad \alpha_e = \frac{E_f}{E_{c,eff}}$ $k_{xII} = -B_{II} + \sqrt{B_{II}^2 + 2A_{II}}$ $A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{III} \cdot (1 + A_{f2} \cdot d_2/(A_{f1} \cdot d))$ $B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{III} \cdot (1 + A_{f2}/A_{f1})$
I	$I_I = k_I \cdot b \cdot h^3/12$ $k_I = 1 + 12 \cdot (0,5 - k_{xI})^2 + 12 \cdot \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (d/h - k_{xI})^2$ $+ 12 \cdot \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot \frac{A_{f2}}{A_{f1}} \cdot (k_{xI} - d_2/h)^2$	$I_{II} = k_{II} \cdot b \cdot d^3/12$ $k_{II} = 4 \cdot k_{xII}^3 + 12 \cdot \alpha_e \cdot \rho_{III} \cdot (1 - k_{xII})^2$ $+ 12 \cdot \alpha_e \cdot \rho_{III} \cdot \frac{A_{f2}}{A_{f1}} \cdot (k_{xII} - d_2/d)^2$
S	$S_I = A_{f1} \cdot z_{f1} + A_{f2} \cdot z_{f2}; \quad z_{f2} < 0$	$S_{II} = A_{f1} \cdot z_{f1} + A_{f2} \cdot z_{f2}; \quad z_{f2} < 0$

Pour un rapport de portée de $0,8l_1 \leq l_2 \leq 1,2l_1$, il est possible, pour une charge identique quasi-statique, de partir du tracé d'effort de coupe d'une poutre fixée des deux côtés sous cette charge avec la portée de la travée intérieure de la poutre sur plusieurs appuis (voir fig. 2 en bas). La déformation au centre de la travée intérieure d'une poutre sur plusieurs appuis est composée de la déformation de la poutre isostatique appuyée de manière articulée f_1 et des déplacements des extrémités des poutres en porte-à-faux situées à gauche et à droite $f_{2,à gauche}$ et $f_{2,à droite}$:

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot l_E^4 \cdot q_{qs} \cdot \frac{1}{E_{c,eff} I_{II,F}} - \frac{1}{24} \cdot l_E^3 \cdot q_{qs} \cdot (4 \cdot l_E - 3 \cdot l_{IE}) \cdot \left(\frac{1}{E_{c,eff} I_{II,F}} - \frac{1}{E_{c,eff} I_{I,F}} \right)$$

$$f_{2,gauche} = \left(\frac{1}{3} \cdot V_{qs,gauche} \cdot l_{K,gauche}^3 + \frac{1}{8} \cdot q_{qs} \cdot l_{K,gauche}^4 \right) \cdot \frac{1}{E_{c,eff} I_{II,S,gauche}}$$

$$- \left(\frac{1}{3} \cdot V_{qs,gauche} \cdot l_{IK,gauche}^3 + \frac{1}{8} \cdot q_{qs} \cdot l_{IK,gauche}^4 \right) \cdot \left(\frac{1}{E_{c,eff} I_{II,S,gauche}} - \frac{1}{E_{c,eff} I_{I,S,gauche}} \right)$$

$$f_{2,droite} = \left(\frac{1}{3} \cdot V_{qs,droite} \cdot l_{K,droite}^3 + \frac{1}{8} \cdot q_{qs} \cdot l_{K,droite}^4 \right) \cdot \frac{1}{E_{c,eff} I_{II,S,droite}}$$

$$- \left(\frac{1}{3} \cdot V_{qs,droite} \cdot l_{IK,droite}^3 + \frac{1}{8} \cdot q_{qs} \cdot l_{IK,droite}^4 \right) \cdot \left(\frac{1}{E_{c,eff} I_{II,S,droite}} - \frac{1}{E_{c,eff} I_{I,S,droite}} \right)$$

Si le rapport des portées mentionné ci-dessus n'est pas respecté et/ou la charge presque continue des poutres sur plusieurs appuis est très différente, on procède à la répartition entre des poutres isostatiques appuyées de manière articulée et des poutres en porte-à-faux

conformément à la variation du moment issue du calcul de la poutre sur plusieurs appuis. Dans les équations indiquées ci-dessus pour les déplacements des extrémités des poutres en porte-à-faux $f_{2\grave{a}\text{ gauche}}$ et $f_{2\grave{a}\text{ droite}}$, il faut en plus tenir compte des déplacements issus des torsions des encastremets des poutres en porte-à-faux. La torsion de l'encastrement d'une poutre en porte-à-faux peut être mise sur le même plan que les torsions de la section transversale correspondante du calcul de la poutre sur plusieurs appuis.

La déformation attendue au total à la suite de la charge quasi-statique en tenant compte du fluage du béton pour la travée intérieure peut être déterminée à partir de la somme de la valeur de la déformation de la poutre appuyée de manière articulée et de la valeur moyenne de la déformation des deux poutres en porte-à-faux adjacentes :

$$f = f_1 + \frac{f_{2,\text{gauche}} + f_{2,\text{droite}}}{2}$$

La flèche d'une poutre isostatique appuyée de manière articulée peut être directement calculée, pour les travées de rive il faut combiner les poutres isostatiques et les poutres en porte-à-faux comme pour la procédure pour les travées intérieures (voir ci-dessus).

3.3.3.2 Déformations dues au retrait

La méthode de calcul simplifiée pour la déformation due au retrait prend comme point de départ les moments de remplacement résultants pour le retrait du béton dans une section transversale armée. Les moments de remplacement sont calculés de manière séparée pour l'état I et l'état II :

$$\begin{aligned} M_{\text{CS,I,F}} &= \varepsilon_{\text{CS}\infty} \cdot E_f \cdot S_{\text{I,F}} \\ M_{\text{CS,I,S}} &= \varepsilon_{\text{CS}\infty} \cdot E_f \cdot S_{\text{I,S}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{CS,II,F}} &= \varepsilon_{\text{CS}\infty} \cdot E_f \cdot S_{\text{II,F}} \quad \text{et} \\ M_{\text{CS,II,S}} &= \varepsilon_{\text{CS}\infty} \cdot E_f \cdot S_{\text{II,S}} \quad \text{avec} \end{aligned}$$

$M_{\text{CS,I,F}}, M_{\text{CS,I,S}}$ Moment résultant d'une rétraction à l'état I pour le moment de portée et des zones du moment d'appui,

$M_{\text{CS,II,F}}, M_{\text{CS,II,S}}$ Moment résultant d'une rétraction à l'état II pour le moment de portée et des zones du moment d'appui,

$\varepsilon_{\text{CS}\infty}$ Dilatation de retrait du béton au moment $t=\infty$ selon la norme DIN 1045-1, partie 9.1.4 (9) et/ou DIN EN 1992-1-1, partie 3.1.4 (6)

E_f Module d'élasticité du produit Schöck Combar,

$S_{\text{I,F}}, S_{\text{I,S}}$ Moment d'inertie de la surface au premier degré à l'état I pour le moment du champ et la zone du moment d'appui (voir tableau 3).

$S_{\text{II,F}}, S_{\text{II,S}}$ Moment d'inertie de la surface au premier degré à l'état II pour le moment du champ et la zone du moment d'appui (voir tableau 3).

Les équations de détermination du moment d'inertie de la surface du premier degré à l'état I et à l'état II sous des sollicitations des moments directes sont indiquées dans le tableau 3. Dans le cas de poutres sur plusieurs appuis, il faut faire la différence entre la zone du moment de travée $S_{\text{I,F}}$ et $S_{\text{II,F}}$ et la zone du moment d'appui $S_{\text{I,S}}$ et $S_{\text{II,S}}$

Les déformations de la section transversale à l'état I et/ou à l'état II dues au retrait en résultent pour la zone du moment de travée de

$$\kappa_{\text{CS,I,F}} = \frac{M_{\text{CS,I,F}}}{E_{\text{c,eff}} I_{\text{I,F}}}$$

$$\kappa_{\text{CS,II,F}} = \frac{M_{\text{CS,II,F}}}{E_{\text{c,eff}} I_{\text{II,F}}}$$

et de pour la zone du moment d'appui

$$\kappa_{\text{CS,I,S}} = \frac{M_{\text{CS,I,S}}}{E_{\text{c,eff}} I_{\text{I,S}}}$$

$$\kappa_{\text{CS,II,S}} = \frac{M_{\text{CS,II,S}}}{E_{\text{c,eff}} I_{\text{II,S}}}$$

E_{ef} doit être déterminé en fonction de la section 3.3.3.1 et les moments d'inertie $I_{I,F}$ et $I_{II,F}$ et/ou $I_{I,S}$ et $I_{II,S}$ doivent être déterminés selon les équations du tableau 3.

La flèche en milieu de travée pour une poutre isostatique appuyée de manière articulée à la suite du retrait résulte de :

$$f_{1cs} = \frac{l}{2} \cdot l_{IE}^2 \cdot \kappa_{cs,I,F} + \frac{1}{8} \cdot (l_{IE}^2 - 4 \cdot l_{IE}^2) \cdot \kappa_{cs,II,F}$$

La flèche pour une poutre en porte-à-faux à la suite du retrait résulte de :

$$f_{2cs} = \frac{l}{2} \cdot l_{IK}^2 \cdot \kappa_{cs,I,S} + \frac{l}{2} \cdot (l_{IK}^2 - l_{IK}^2) \cdot \kappa_{cs,II,S}$$

Pour simplifier, le retrait peut être négligé dans les travées intérieures d'un système à poutre sur plusieurs appuis et la méthode approximative suivante peut être utilisée pour les travées de rive.

La flèche $f_{cs,RF}$ peut être calculée avec les valeurs auxiliaires k_I et k_{II} selon la fig. 3 en fonction de la longueur des zones fissurées $l_{I,RF}$ se rapportant à la portée totale de la travée de rive l_{RF} :

$$f_{cs,RF} = k_I \cdot \kappa_{cs,I} \cdot l_{RF}^2 + k_{II} \cdot \kappa_{cs,II} \cdot l_{RF}^2$$

Si les valeurs de la section transversale dans la zone du moment de travée sont différentes de celles de la zone du moment d'appui, on peut fixer $\kappa_{cs,I} = \max.(\kappa_{cs,I,F}, \kappa_{cs,I,S})$ et $\kappa_{cs,II} = \max.(\kappa_{cs,II,F}, \kappa_{cs,II,S})$. La répartition en poutre en porte-à-faux et en poutre isostatique pour déterminer la répartition de la rigidité a lieu alors selon la section 3.3.3.1.

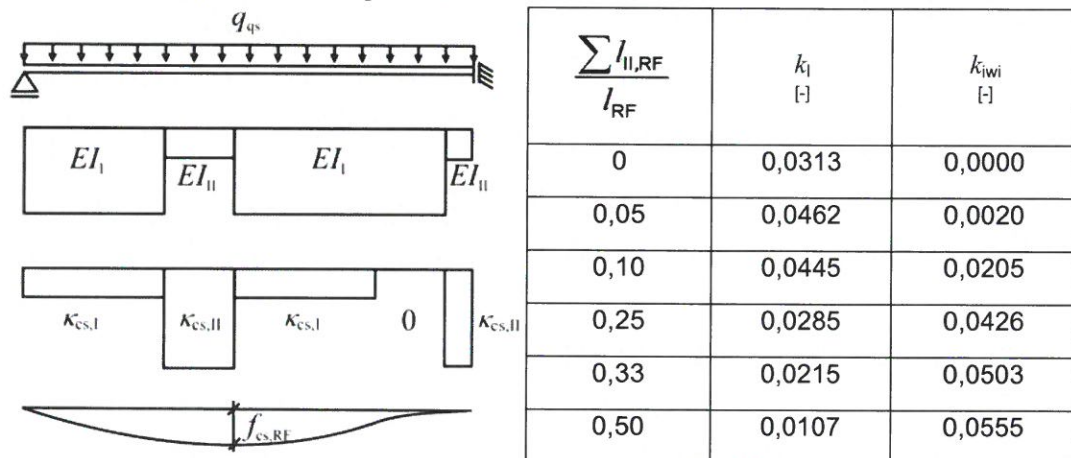


Fig. 3 : Valeurs auxiliaires k_I et k_{II} pour déterminer $f_{cs,RF}$ selon DAfStb cahier 533

3.4 Règles d'armature générales

3.4.1 Espacement des barres du produit Schöck Combar

La norme DIN 1045-1, partie 12.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 8.2 avec la modification suivante s'applique(nt) :

Les recouvrements sont exclus selon cette évaluation.

3.4.2 Cintrage du produit Schöck Combar

Le produit Schöck Combar n'est pas destiné à être plié. La norme DIN 1045-1, partie 12.3 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 8.3 ne s'appliquent pas.

3.4.3 Valeurs de calcul des contraintes d'adhérence

Les valeurs caractéristiques indiquées au tableau 4 ainsi que les valeurs de calcul pour la résistance à l'adhérence s'appliquent pour la vérification d'ancrage satisfaisant dans la zone de recouvrement selon la norme DIN 1045-1, partie 12.4 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 8.4.2. Ces valeurs se rapportent au diamètre intérieur d_f du produit Schöck Combar.

Le coefficient de sécurité partielle correspond alors à $\gamma_c = 1,5$.

Tableau 4 : Valeurs caractéristiques et valeurs de calcul des résistances d'adhérence en fonction de la résistance du béton en cas de conditions d'adhérence « bonnes »

Classe de résistance du béton	Valeur caractéristique de la résistance du béton f_{ck} [N/mm ²]	Valeur caractéristique de la résistance d'adhérence f_{bk} [N/mm ²]	Valeur de calcul de la résistance d'adhérence f_{bd} [N/mm ²]
C 12/15	12	2,17	1,45
C 16/20	16	2,66	1,77
C 20/25	20	3,05	2,03
C 25/30	25	3,39	2,26
C 30/37	30	3,49	2,33
C 35/45	35	3,58	2,39
C 40/50	40	3,68	2,45
C 45/55	45	3,77	2,51
C 50/60	50	3,87	2,58

Les valeurs du tableau 5 s'appliquent pour la zone d'adhérence moyenne selon la norme DIN 1045-1, partie 12.4 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 8.4.2.

Tableau 5 : Valeurs caractéristiques et valeurs de calcul des résistances d'adhérence en fonction de la résistance du béton en cas de conditions d'adhérence « médiocres »

Classe de résistance du béton	Valeur caractéristique de la résistance du béton f_{ck} [N/mm ²]	Valeur caractéristique de la résistance d'adhérence f_{bk} [N/mm ²]	Valeur de calcul de la résistance d'adhérence f_{bd} [N/mm ²]
C 12/15	12	1,64	1,09
C 16/20	16	1,94	1,32
C 20/25	20	2,30	1,53
C 25/30	25	2,67	1,78
C 30/37	30	3,01	2,01
C 35/45	35	3,34	2,23
C 40/50	40	3,51	2,34
C 45/55	45	3,69	2,46
C 50/60	50	3,87	2,58

Pour les enrobages béton $c < 16$ mm, les contraintes d'adhérence à transmettre f_{bk} et/ou f_{bd} des tableaux 4 et 5 doivent être diminuées du facteur $k = 0,2 + 0,05 \cdot c$.

3.4.4 Longueur d'ancrage

La longueur d'ancrage minimale nécessaire $l_{b,min}$ doit être calculée avec l'équation $l_{b,min} = 10 \cdot d_f \geq 160$ mm.

$l_{b,min} = 14 \cdot d_f \geq 224$ mm est applicable en cas de conditions d'adhérence « médiocres ».

3.5 Règles de construction

3.5.1 Armatures minimales et armatures maximales

La norme DIN 1045-1, parties 13.1.1 et 13.1.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, parties 9.2.1.1 et 9.2.4 ne s'appliquent pas. Les armatures minimales nécessaires afin de garantir un comportement ductile de l'élément de construction selon la norme DIN 1045-1, partie 5.3.2 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, partie 5.10.1 en tenant compte de la norme DIN EN 1992-1-1/NA doivent être calculées pour le moment de la fissure avec la valeur moyenne de la résistance à la traction du béton f_{ctm} selon la norme DIN 1045-1, tableau 9 et/ou la norme DIN EN 1992-1-1, tableau 3.1 et une contrainte pour le produit Schöck Combar $\sigma_f = 0,83 \cdot f_{fk} = 445$ N/mm².

La surface de la section transversale à prendre en considération au niveau statique de l'armature Schöck Combar d'une section ne doit pas dépasser la valeur maximale de $0,035A_c$.

3.6 Comportement au feu

La norme DIN 4102-4 ne s'applique pas. La preuve du classement dans la classe de résistance au feu F90 doit être apportée avec 0,45 fois les valeurs de résistance à l'adhérence selon la partie 3.4.3, tableau 4 ou tableau 5. L'enrobage béton c_{min} doit alors être égal à 6,5 cm.

4 Conditions pour l'application

Toutes les dispositions selon la norme DIN 1045-3 en combinaison avec la norme DIN EN 13670 pour l'acier à béton s'appliquent avec les écarts suivants

- Les travaux de ferrailage et de bétonnage doivent être effectués uniquement par du personnel ayant été formé par le fabricant en matière de manipulation correcte et de respect des consignes de sécurité pour l'utilisation du produit Schöck Combar ainsi que pour la satisfaction des exigences selon la partie 2.3.2.
- Il faut enlever huile et autres saletés avant de mettre en place le produit Schöck Combar.
- Le produit Schöck Combar n'est pas destiné à être plié. Monté, le produit Schöck Combar ne doit pas dévier de plus de 5 mm par mètre de longueur d'une ligne droite. L'écart maximal est de 10 mm pour les diamètres nominaux de 8 et 12 mm.
- Les connexions mécaniques et les recouvrements ne sont pas autorisés.
- Les barres doivent être découpées à longueur sur le chantier en utilisant des scies à métaux, des scies à ruban, des scies à diamant ou une meuleuse d'angle. Un revêtement des surfaces de coupe n'est pas nécessaire si la longueur structurellement nécessaire des barres Schöck Combar est augmentée d'1 cm à chaque extrémité de coupe.
- Il est interdit de sectionner le produit Schöck Combar avec des coupes boulons ou des cisailles classiques.
- Nous conseillons de porter des gants lors de la manipulation des produits Schöck Combar.
- Lors du coulage du béton, il faut prévoir des mesures pour empêcher le soulèvement de l'armature.

Les normes suivantes, sauf indications contraires, sont prises en compte dans l'évaluation technique :

- DIN 1045-1:2008-08 Structures en béton, en béton armé et en béton précontraint – partie 1 : Calcul et construction
- DIN 1045-2:2008-08 Structures en béton, en béton armé et en béton précontraint – partie 2 : Béton, spécification, propriétés, fabrication et conformité - règles d'application de la norme DIN EN 206-1

Evaluation Technique

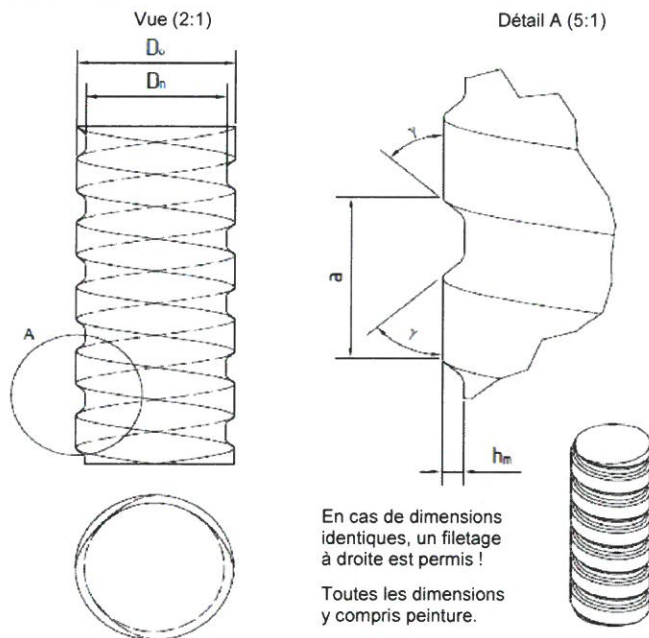
n° Z-1.6-238

Page 20 de 20 | 5 juin 2014

- DIN 1045-3:2012-03 Structures en béton, en béton armé et en béton précontraint – partie 3 : Exécution des travaux
- DIN 4102-4:1994-03 Combinaison et utilisation de matériaux de construction, d'éléments de construction et d'éléments de construction classifiés
- DIN 4102-4/A1:2004-11 Combinaison et utilisation de matériaux de construction, d'éléments de construction et d'éléments de construction classifiés : modification A1 «
- DIN EN 206-1:2001-07 Béton – partie 1 : Spécification, propriétés, fabrication et conformité »
- DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2 : Calcul et construction de structures en béton armé et en béton précontraint – partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments ; version allemande EN 1992-1-1:2004+AC:2010 et
- DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 Annexe nationale - paramètres nationalement déterminés - Eurocode 2 : Calcul et construction de structures en béton armé et en béton précontraint – partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments
- DIN EN 13670:2011-03 Réalisation de structures en béton ; version allemande EN 13670:2009

Andreas Kummerow
Chef du service

Certifié



Diamètre nominal	D_n	[mm]	8	12	16	20	25
Diamètre extérieur	D_0	[mm]	9	13,5	18	22	27
Pas des nervures	a	[mm]	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Hauteur des nervures	h_m	[mm]	0,45	0,65	0,9	0,9	0,9
Angle du flanc	g	[°]	50	50	50	50	50
Section transversale nominale	A_F	[mm ²]	50	113	201	314	491
Poids au mètre	-	[g/m]	133	292	517	788	1210

Propriétés des barres droites		Unité	Combar®
Résistance caract. à la traction à court terme	f_{tk0}	[N/mm ²]	> 1000
Résistance caract. à la traction à long terme	f_{tk}	[N/mm ²]	580
Module d'élasticité	E_f	[N/mm ²]	60000
Valeur de dimensionnement de la contrainte d'adhérence	f_{bd}	[N/mm ²]	Voir la partie 3.4.3
Conductivité électromagnétique			Aucune
Conductivité thermique	λ	W/mK	0,7 (axial) 0,5 (radial)
Coefficient thermique de dilatation en longueur	α	K ⁻¹	$0,6 \cdot 10^{-5}$ (axial) $2,2 \cdot 10^{-5}$ (radial)
Résistance électrique spécifique	ρ	Ωm	$> 10^{10}$
Densité	ρ	[g/cm ³]	2,2

Barre d'armature Schöck Combar en plastique renforcé de fibres de verre
Diamètres nominaux : 8, 12, 16, 20 et 25 mm

Géométrie et propriétés

Annexe 1



~~Die Richtigkeit und Vollständigkeit der Übersetzung wird hiermit bescheinigt.~~