Préfa Béton International
Édition française

6 | 2020
www.cpi-worldwide.com

REPRINT | ELEMENTS PREFABRIQUES EN BETON

Système de coffrage et de matrices axé solution pour les éléments plats en béton

WASA®

RÉIMPRESSION
PBi 6/2020

Wasa Compound GmbH & Co. KG, 98617 Neubrunn, Allemagne

Système de coffrage et de matrices axé solution pour les éléments plats en béton

Henrik Funke, Marvin Abstoß et Sandra Gelbrich, Centre d'innovation Steinbeis FiberCrete, Allemagne
Arno Schimpf, David Werning, Wasa Compound GmbH & Co KG, Allemagne

Une architecture ambitieuse pour des façades modernes n'est guère possible sans le béton comme matériau de construction. L'enveloppe d'un bâtiment évolue du classique coffrage en béton coulé sur place vers des éléments préfabriqués et individuels en béton. Afin de mettre en œuvre une vision des architectes et des planificateurs, les exigences envers les usines de béton augmentent dès le début d'un projet avec la conception d'un moule ou d'un coffrage approprié. Pour répondre à ces exigences, Wasa propose un service complet allant des modèles virtuels en 3D aux moules fabriqués individuellement.

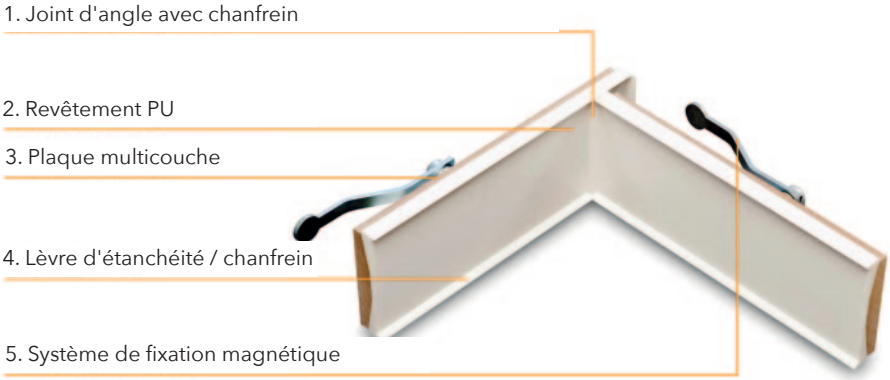
Utilisation universelle de systèmes longitudinaux et transversaux pour tous les éléments préfabriqués plats en béton

Le système de coffrage modulaire Wasa Shuttering a été développé en coopération entre le Centre d'innovation Steinbeis FiberCrete et Wasa Compound GmbH & Co KG. Wasa Shuttering réalise le revêtement de panneaux de bois en placage d'épicéa européen avec du polyuréthane de catégorie shore A65. Les bords des poutres en bois sont également revêtus de polyuréthane souple, ce qui permet d'étanchéifier la table de production. Pour obtenir des bords uniformément lisses et propres sur le bloc en béton, Wasa Shuttering utilise une fibre standard. L'étanchéification du coffrage avec du silicone et la formation du chanfrein ne sont donc plus nécessaires. Le revêtement en polyuréthane au niveau du béton et des bords est quasiment inusable et permet de réduire le gonflement des couches d'épicéa utilisées pour le panneau en bois.

Structure constructive de forme modulaire

L'utilisation d'un grand nombre d'éléments permet de réaliser un moule pour le réglage modulaire des différentes dimensions géométriques des blocs en béton. Dans ce cas, des profilés de coffrage composés d'une plaque multicouche et

Fig. 1 : modèle de 7,0 m de long et moule pour éléments de façade-rideaux (GFRC), « Neuer Kanzlerplatz » à Bonn



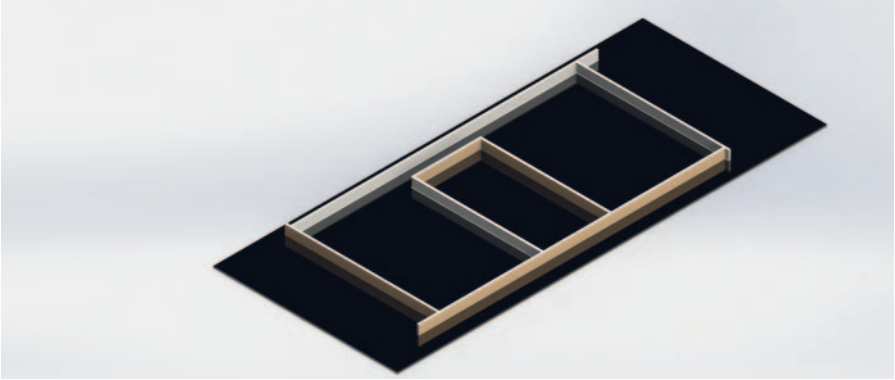


Fig. 2 : les profilés de coffrage permettent un ajustement modulaire de différentes dimensions

d'un polyuréthane coulé font office d'éléments de bordure (fig. 2). Ceux-ci peuvent être fixés à une surface de coffrage magnétique, par exemple en acier, par un ou plusieurs aimants de coffrage vissés sur la surface de coffrage, en fonction de la longueur totale du profilé de coffrage. Les profilés de coffrage sont positionnés avec la face frontale vers l'intérieur afin qu'ils puissent être déplacés entre eux.
Le système s'étanchéifie automatiquement grâce à une lèvre/un chanfrein d'étanchéité, qui est prévu(e) d'une part sur la face avant et d'autre part sur la face intérieure du profilé de coffrage. Grâce à ce principe de positionnement, des éléments en béton de toute largeur et longueur peuvent être produits avec les profilés de coffrage.

En raison des différentes hauteurs disponibles du système de profilé de coffrage, il est possible de réaliser des éléments en béton jusqu'à 360 mm d'épaisseur. En outre, différents chanfreins et formes peuvent être réalisés selon les besoins des clients.

Fig. 3 : revêtement de façade en filigrane, les différents éléments sont fabriqués verticalement et horizontalement dans des coffrages (Fig. 1) en béton à fibres de verre Projet du groupe Lindner, Neuer Kanzlerplatz, Bonn

Matrice en PU renforcé de fibres pour les éléments préfabriqués en béton structurés et plats

Développement des matériaux et des technologies

L'intégration d'inserts structurés nécessite de minimiser l'épaisseur du matériau sans augmenter le risque d'endommager les inserts après un petit nombre de moulages. Pour cette raison, un renforcement fibreux du polyuréthane appliqué a été développé, qui a été étudié avec différents types de fibres en ce qui concerne l'étalement et l'homogénéité du composite mixte (Tab. 1).

Tab. 1 : étalement et homogénéité des mélanges de PU renforcé de fibres

Type de fibre	Taux de fibres en % en volume	Étalement en cm	Homogénéité
Sans fibres	0,00	35	haute
Fibres de verre résistantes aux alcalis 0,75	0,75	34	haute
Fibres de verre résistantes aux alcalis 2,00	2,00	31	moyen
Fibres de verre de chape (verre E)	1,50	33	faible
Fibres de basalte	2,50	34	faible
Fibres de polypropylène 0,30	0,30	34	haute
Fibres de polypropylène 1,00	1,00	31	haute
Microfibre d'alcool polyvinylique	2,50	34	faible
Fibres de carbone (dispersibles)	0,50	31	moyen

L'objectif de l'intégration des fibres était d'obtenir le plus grand volume de fibres possible, tout en obtenant un mélange homogène (Fig. 4) avec une fluidité similaire à celle du mélange PU non renforcé (35 cm).
Bien que les mélanges avec des fibres de verre de chape, du basalte et des microfibres d'alcool polyvinylique aient montré un étalement élevé de 33 et 34 cm respectivement pour une teneur en fibres comprise entre 1,50 et 2,50 pour cent en volume (Tab. 1), il y a eu ségrégation entre les fibres courtes et la matrice de PU (Fig. 4c).
En raison de la grande homogénéité ainsi que de l'étalement élevé du mélange de fibres de PU lors de l'utilisation de fibres de verre résistantes aux alcalis et de fibres de polypropylène, celles-ci ont été sélectionnées pour des méthodes d'essai ultérieures. Des éprouvettes rectangulaires avec une section

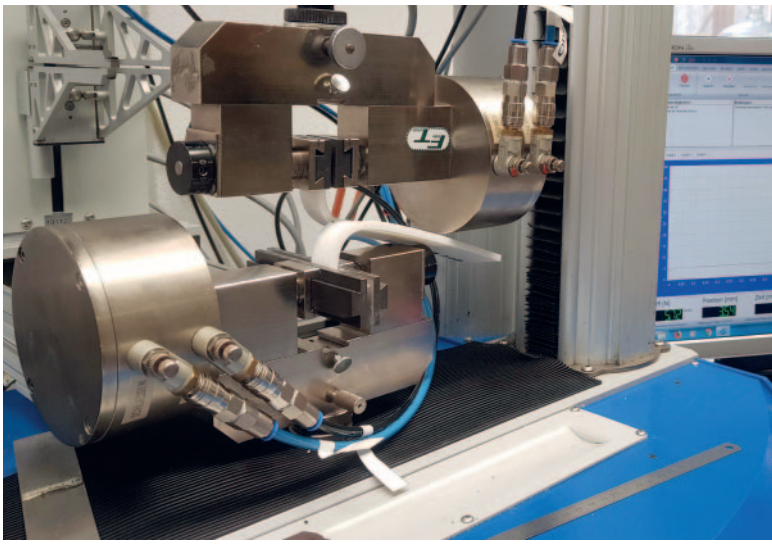
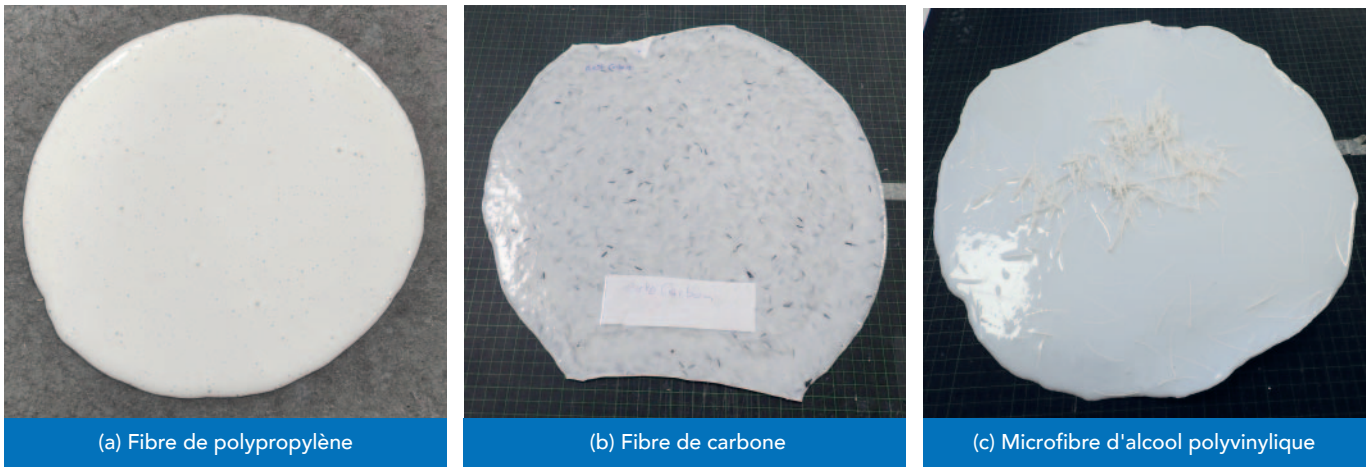


Fig. 5 : arrangement expérimental pour tester la résistance à la déchirure amorcée



(a) Fibre de polypropylène | (b) Fibre de carbone | (c) Microfibre d'alcool polyvinylique

Fig. 4 : étalements exemplaires de mélanges homogènes [(a) et (b)] et non homogènes de PU renforcé de fibres (c)

coulée ont été produites à partir des mélanges correspondants. Les fibres ont été mélangées dans le durcisseur dans les proportions correspondantes (0,3 % en volume – 2,0 % en volume) avant de mélanger les composants et ont été testées pour la résistance à la déchirure amorcée après durcissement (voir Fig. 5). Une sélection des résultats des tests de résistance à la déchirure amorcée est présentée à la fig. 6. Tous les renforcements de fibres présentés ont montré une résistance à la déchirure amorcée accrue par rapport aux échantillons sans fibres. Le PU avec 2,00 % en volume de fibres de verre renforcées résistantes aux alcalis et celui avec 1,00 % en volume de fibres de polypropylène renforcées avaient la résistance à la déchirure amorcée la plus élevée de 56 N et 36 N respectivement, ce qui augmentait la résistance à la déchirure amorcée de 280 % et 180 % par rapport au PU sans fibres (20 N). En raison de la meilleure manipulation, la fibre de polypropylène a été sélectionnée pour la fabrication d'un insert structuré. En augmentant la résistance à la déchirure amorcée, il est possible de minimiser l'épaisseur de l'insert, ce qui favorise considérablement l'utilisation du Wasa-Shuttering.

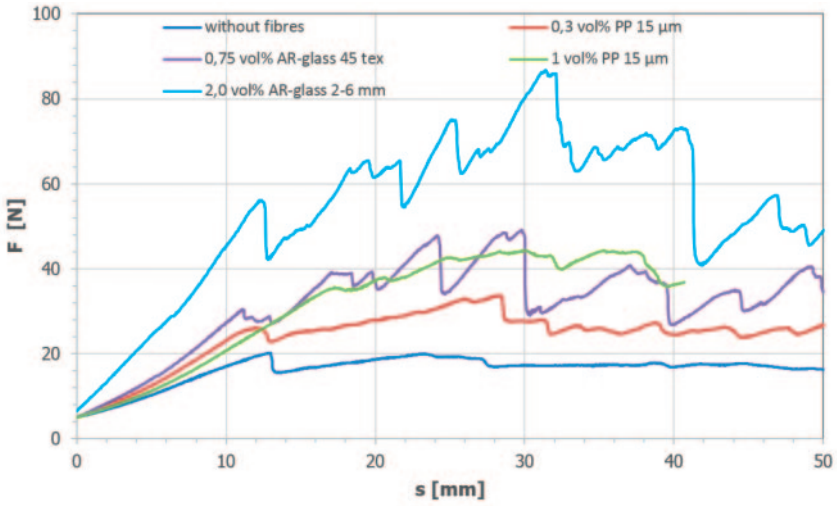


Fig. 6 : résultats concernant la résistance à la déchirure amorcée

WASA®
Competence Leadership.

L'inspiration,
c'est dans notre nature

Pour davantage de flexibilité et de créativité :
moules et innovations WASA WETCAST

WASA WETCAST vous permet de produire – de manière automatisée et en série – des pavés en béton de qualité supérieure, avec des formes et finitions individuelles. Notre département de modélisation développe pour ce faire un prototype répondant précisément à vos besoins ; les moules élastomères robustes en polyuréthane sont ensuite fabriqués par notre atelier de moulage.

Contactez-nous et découvrez la gamme WASA WETCAST.

WASA WETCAST

WASA-TECHNOLOGIES.COM

Fabrication et éprouvettes

Pour vérifier la fonctionnalité de l'insert de structure à fibres intégrées en combinaison avec le système Wasa Shuttering, la structure de surface « écorce d'arbre » a été produite à la fois par Wasa Compound GmbH & Co KG et par le laboratoire du Centre d'innovation FiberCrete de Steinbeis. La fabrication de l'insert de test de dimensions 1 800 x 800 x 3 mm³ a consisté à préparer un mélange homogène de fibres de polyuréthane avec 1,00 % en volume de fibres de polypropylène (Fig. 7). L'insert renforcé de fibres pourrait être démoulé après 24 heures. L'insert a été maintenu en position par le système de fermeture magnétique des profilés de coffrage, puis intégré dans le système Wasa Shuttering. Ensuite, des éléments préfabriqués en béton lisses de coffrage et structurés en béton auto-plaçant (BAP) et en béton plastique ont été produits. La fig. 8 montre une sélection des résultats dans les dimensions 600 x 600 x 60 mm³ (à gauche et au milieu) et 1 200 x 700 x 100 mm³ (fig. 8, à droite). Les éprouvettes testées ont montré une très grande qualité de surface et ont pu être démoulés sans problème ni dommage pour le système de profilé de coffrage et l'insert. La fonctionnalité modulaire du système Wasa Shuttering développé en combinaison avec des inserts en PU structuré renforcé de fibres a pu être prouvée par des tests pour la fabrication d'éléments préfabriqués de grande taille et de structure différente. Les avantages particuliers du système sont le libre choix des dimensions et la possibilité de réaliser les applications les plus diverses, des palissades aux dalles de terrasse en passant par les dalles préfabriquées, avec un seul système et l'énorme potentiel d'économie qui en découle dans la construction de moules individuels.

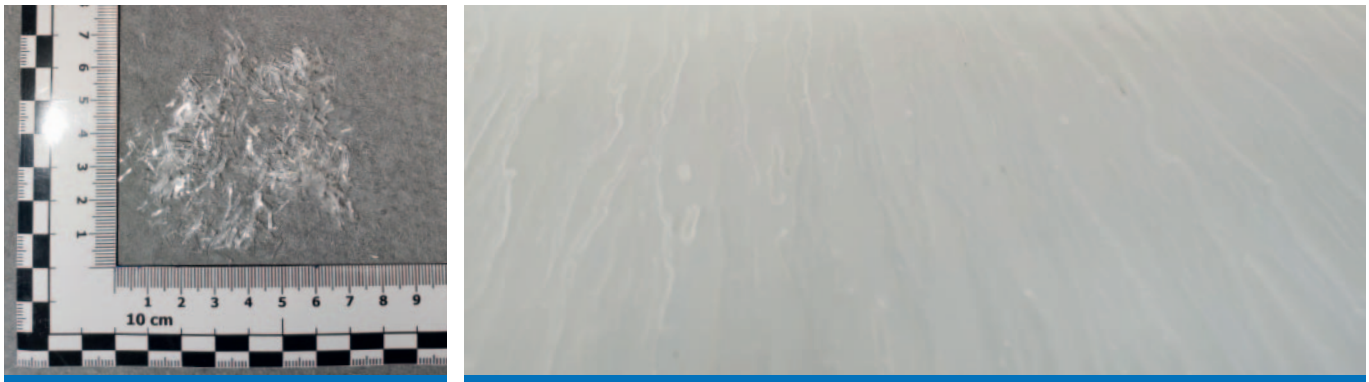
Les partenaires du projet, Wasa Compound et Steinbeis Innovation Center FiberCrete, sont financés conjointement dans le cadre d'un projet de R&D. Les participants au projet remercient AiF Projekt GmbH pour le soutien apporté au projet de coopération ZIM.

AUTRES INFORMATIONS

WASA Compound GmbH & Co. KG
Meininger Straße 9, 98617 Neubrunn, Allemagne
T +49 36947 5670, F +49 36947 56721
wetcast@wasa-technologies.com, www.wasa-technologies.com

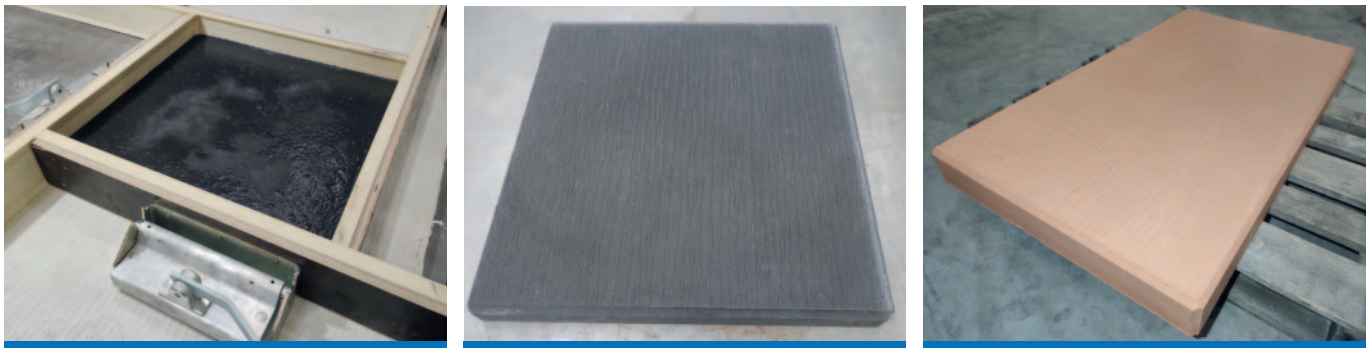
Steinbeis-Innovationszentrum FiberCrete (FC)

Steinbeis-Innovationszentrum FiberCrete (FC)
Otto-Schmerbach-Str. 19, Halle 12, 09117 Chemnitz, Allemagne
T +49 371 53132192, F +49 371 531832192
www.fibercrete.eu



(a) Fibre de polypropylène | (b) Insert structurel renforcé de fibres Écorce d'arbre

Fig. 7 : insert en Wasa Pur fraîchement coulé renforcé de fibres de polypropylène



(a) Élément en béton coulé | (b) SVB (600 x 600 x 60 mm³) | (c) SVB (1200 x 700 x 100 mm³)

Fig. 8 : blocs en béton fraîchement coulés (a) et décoffrés [(b) et (c)]