

Nouvelle application pour le béton haute résistance

## Composants de machines en béton à base cimentaire

Les bancs et les bâtis de machine sont pour la plupart fabriqués en fonte grise ou prennent la forme de constructions soudées en acier. Depuis les années '80, la résine minérale ou le béton en polymère à base de résine époxy se sont également établis en raison de leurs avantages techniques et économiques. Depuis 5 ans environ, le béton à ultra hautes performances - BUHP- est également utilisé avec succès pour les centres d'usinage. Cet article décrit les exigences posées au béton par les constructeurs de machines, surtout en ce qui concerne la précision, la stabilité dimensionnelle et l'absence de fissures. Il confronte ces défis aux connaissances des ingénieurs du génie civil et montre comment les problèmes peuvent être résolus sur le plan technique. De nombreux exemples d'applications témoignent de l'utilisation fructueuse du BUHP dans la construction de machines.

■ Bernhard Sagmeister, durcrete GmbH, Allemagne ■

### Exigences posées à un bâti de machine

Un banc de machine fait partie intégrante de cette machine et permet le montage de tous les composants mobiles. Il convient de distinguer le banc et les fondations de la machine qui sont aménagées sous celle-ci.

Les bancs et les bâtis de machine sont pour la plupart fabriqués en fonte grise ou prennent la forme de constructions soudées en acier. Depuis les années '80, la résine minérale ou le béton en polymère à base de résine époxy se sont également établis en raison de leurs avantages techniques et économiques. La pierre naturelle dure (« granite ») est un autre matériau massif qui est surtout utilisé dans le domaine de l'équipement de mesure. Le BUHP peut se substituer à ces matériaux massifs [1], [2].

Dans les centres d'usinage des métaux, un outil (p.ex. une tête de fraisage, un foret ou une meule) est mis en œuvre pour usiner une pièce en acier ou en aluminium (la pièce à usiner). Plus l'usinage de cette pièce est précis, plus la qualité des produits finis est élevée. L'ajustement d'un piston dans l'alésage du bloc moteur affecte la consommation de carburant. La stabilité dimensionnelle des roues dentées influence le rendement d'une éolienne. La précision géométrique d'une hanche artificielle a une incidence sur la durabilité de celle-ci. La tête de l'outil au TCP (origine du repère outil) doit donc être positionnée de manière stable, sans vibrations et exactement - idéalement avec une précision de l'ordre du 1/1000 mm -, afin d'éviter les marques de broutage, les marques de meulage et les erreurs de forme.

Les principaux composants de la machine sont mobiles et logés sur des rails de guidage. Les rails de guidage linéaires sont fabriqués avec une planéité jusqu'à 0,003 mm sur une longueur de 1 m afin de garantir la précision de la position du TCP. Les guidages sont flexibles et le composant sur lequel ils sont montés - le banc de machine - doit par conséquent être rigide afin de garantir la planéité et le parallélisme requis. Il n'est ainsi pas rare que le banc de machine soit soumis à des tolérances allant jusqu'à 0,005 mm ou 5/1000 mm sur une longueur de 4 m. La position des douilles filetées doit présenter une précision de l'ordre de 0,1 mm ou 1/10 mm afin que les rails de guidage linéaires, les moteurs, les entraînements, etc. puissent être fixés sans torsion ni contraintes.

Les machines sont soumises à de multiples charges dynamiques et donc à des vibrations. La moindre vibration a un impact sur le TCP et donc sur le produit fini, celui-ci pouvant présenter p.ex. des marques superficielles des processus de meulage ou de fraisage. Les vibrations nuisibles doivent donc être atténuées et absorbées le plus rapidement possible par l'amortissement des composants de la machine.

Lors de l'usinage du métal par enlèvement de copeaux, l'énergie électrique est convertie en chaleur. Cet apport de chaleur entraîne des déformations. Ceci explique pourquoi les centres d'usinage haut de gamme sont aménagés dans des halls climatisés. Les liquides d'arrosage mis en œuvre sont refroidis afin de maintenir une température de surface uniforme sur l'outil et la pièce à usiner. Les bancs massifs présentent une inertie thermique nettement plus grande et sont moins sensibles aux perturbations que les constructions métalliques. C'est pourquoi ces bancs sont privilégiés auprès de nombreuses entreprises pour leur robustesse thermique.

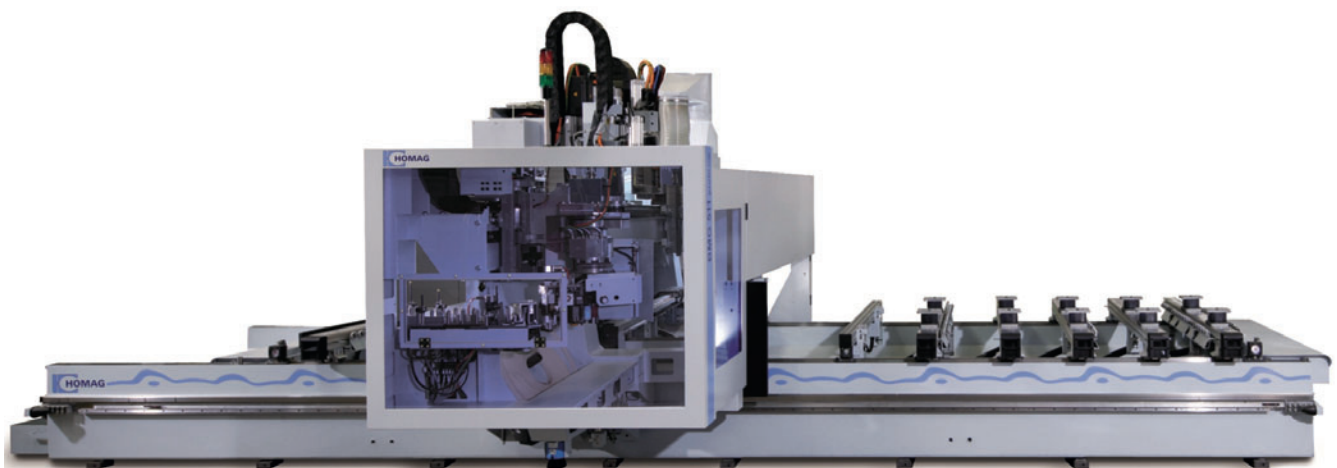


Figure 1 : Machine d'usinage du bois sur un banc en BUHP



■ Le Dr.-Ing. Bernhard Sagmeister a étudié le génie civil à Munich et a été promu docteur à Darmstadt. Après des activités comme ingénieur en structure, chef de chantier et directeur des travaux au sein du groupe Philipp-Holzmann, il a rejoint l'industrie des matériaux de construction et a exercé les fonctions de directeur auprès de l'institut MPVA Neuwied, de Rasselstein Raumsysteme et de Thermodor Wandelemente. En 2010, il a fondé l'entreprise durcrete GmbH, spécialisée dans le conseil, le développement, le calcul et la distribution de produits en BUHP mettant en œuvre le liant Nanodur. [sagmeister@durcrete.de](mailto:sagmeister@durcrete.de)

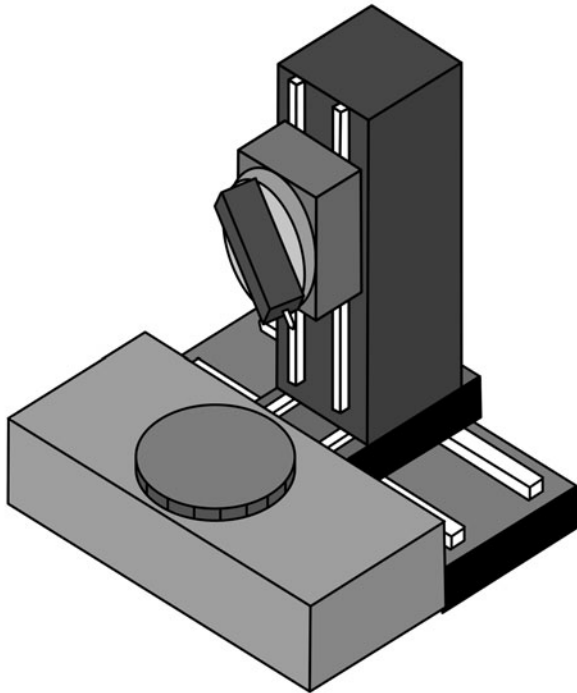


Figure 2 : Construction d'un centre d'usinage avec TCP

Si beaucoup d'argent est investi dans la construction aussi rigide que possible de la machine, dans le réglage minutieux de son assiette, dans son montage et son ajustage exacts, il est donc logique que ladite machine ne change plus. La géométrie et la précision doivent rester constantes au 1/1000 mm près pendant de longues années et ne peuvent pas changer. Pour le BUHP mis en œuvre, cela signifie qu'il ne peut plus y avoir de processus de retrait et qu'aucune fissure ne peut se présenter. Pour le constructeur de



Figure 3 : Mesurage d'un banc de machine en BUHP



## Precast Moulds & Machinery



construx.be

Hulste (BE), Genk (BE),  
Roeselare (BE), Veenendaal (NL)

Head office Hazebeekstraat 11, 8531 Hulste, Belgium  
Tel +32 56 72 47 93 • [info@construx.be](mailto:info@construx.be)

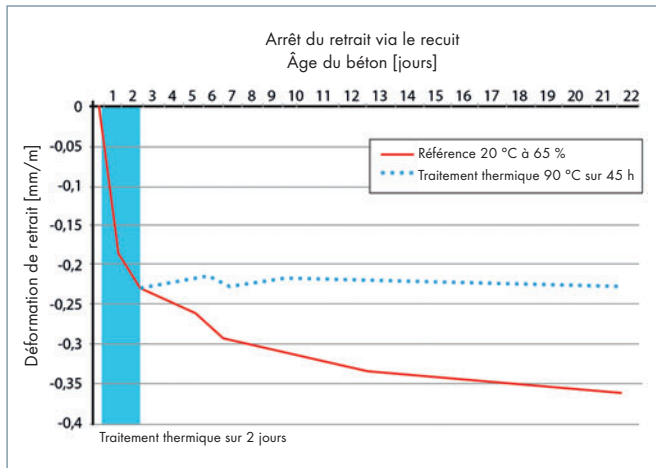


Figure 4 : Déformation de retrait du béton Nanodur avec et sans traitement thermique

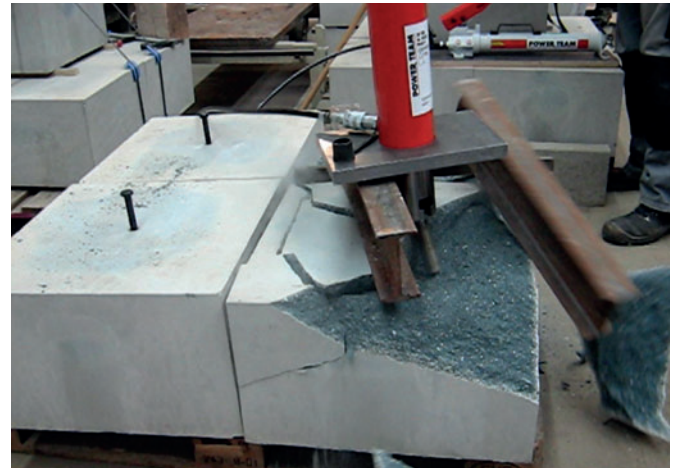


Figure 5 : Essais successifs d'arrachement de douille

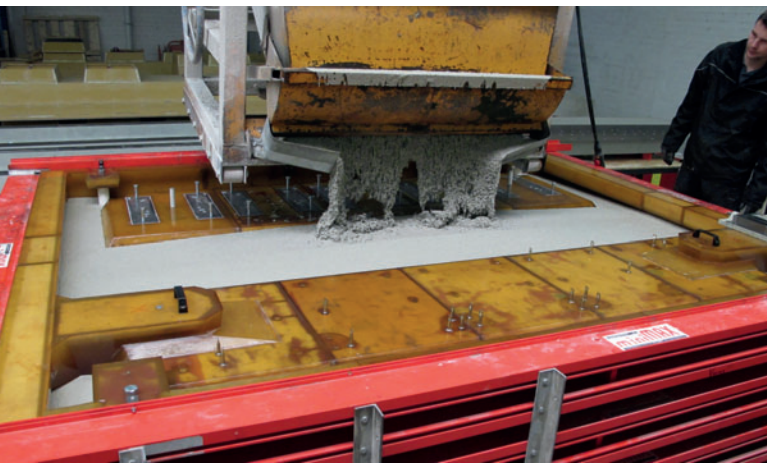


Figure 6 : Coulage de BUHP dans un moule en plastique avec cadre d'acier



Figure 7 : Éléments incorporés dans un moule en bois

machines, une fissure est un signe que la machine ne présente plus son comportement linéaire élastique. Elle n'est donc pas fissurée, endommagée ou défectueuse, elle est irrémédiablement cassée. Lorsqu'une machine de ce type tombe en panne chez un constructeur automobile japonais ou chez Airbus, ce ne sont pas les frais de réparation qui menacent l'existence du constructeur, mais bien les coûts de perte de production. Une crique capillaire est le pire des scénarios pour un banc de machine massif.

## Béton Nanodur

Le leader sur le marché des bétons pour la construction de machines est Dyckerhoff GmbH avec son liant Nanodur Compound 5941 gris. La recette ci-dessous est utilisée :

Tableau 1 : Recette pour la construction de machines E45

Matériau	Quantité en [kg/m <sup>3</sup> ]
Gravillon 2/5 oder 4/8	880
Sable naturel 0/2	430
Nanodur Compound 5941	1050
Superplastifiant BASF (Master Glenium ACE 430)	14-18
Agent réducteur de retrait Grace (Eclipse Floor)	6
Eau de gâchage	150-160

Le liant Nanodur Compound 5941 de Dyckerhoff GmbH est un pré-mélange de 59 % de ciment avec gradation du grain jusqu'à l'échelle nanométrique. 41 % sont des farines de quartz présentant différents grains. Grâce à la gradation de la granulométrie, on obtient une matrice de pâte de ciment BUHP simple et facile à mettre en œuvre sans utiliser de fumée de silice ni de cendre volante. Un module d'élasticité de plus de 80 000 N/mm<sup>2</sup> peut être obtenu en remplaçant les pierres naturelles par le granulats de fabrication industrielle durigid. L'ajout de fibres ou d'un ferrailage n'est normalement pas prévu. Ils n'ont en effet qu'un impact limité avant la fissuration et si celle-ci survient, il est trop tard.

Tableau 2 : Caractéristiques techniques : béton Nanodur E45 sans fibres, avec granulats naturels

Paramètre	
Résistance à la compression	> 125 N/mm <sup>2</sup>
Résistance à la flexion	15 N/mm <sup>2</sup>
Module d'élasticité statique	46.500 N/mm <sup>2</sup>
Module d'élasticité dynamique	55.600 N/mm <sup>2</sup>
Coefficient de Poisson	0,2
Masse volumique apparente	2.480 kg/m <sup>3</sup>
Capacité thermique spécifique	1,2 J/gK
Conductibilité thermique	3,0 W/mK
Coefficient de dilatation thermique	12,0 10 <sup>-6</sup> 1/K



# AWM TECHNOLOGY. THE FUTURE IN STRONG HANDS.

Your partner for automatic production of:  
SPECIAL MESH FOR PRECAST CONCRETE ELEMENTS  
SPECIAL REINFORCEMENT FOR TUNNEL LINING SEGMENTS  
STANDARD WIRE MESH AND LATTICE GIRDERS  
TURN-KEY SOLUTIONS FOR THE PRECAST INDUSTRY





Figure 8 : Coulage dans un moule en acier



Figure 10 : Planéité et parallélisme < 0,03 mm avec plaques inox usinées

Le béton doit être traité à chaud afin que les déformations de retrait soient clôturées avant l'usinage de précision. Des études menées par l'Institut Wilhelm Dyckerhoff de Wiesbaden ont montré qu'après un traitement thermique de 60 °C à 90 °C sur 48 heures, il n'y a plus aucune déformation de retrait qui survient. Un tel traitement thermique diminue en outre jusqu'à 3 fois les déformations de fluage. Comme le mélange ne contient pas de fumée de silice, l'impact du traitement thermique sur la résistance est minime [3].

En cas de collage sur du BUHP, la résistance superficielle - pour une surface rugueuse - est si élevée qu'avec une colle résine époxy 2 composants, la défaillance sur le béton se situe toujours à côté du collage. Les valeurs de résistance à l'arrachement mesurées chez Dyckerhoff GmbH se situent entre 4 et 6 N/mm<sup>2</sup> [4].

Les douilles filetées sont conçues de telle manière qu'en cas de disposition pas trop proche du bord, c'est toujours la vis de qualité 8.8 qui est arrachée et non pas le béton ni la douille filetée elle-même qui se rompent.



Figure 9 : Flèche latérale < 1/10 mm pour 2 500 mm de long, hors moule

Tableau 3 : Charges d'arrachement de vis M6 de qualité 8.8.

Vis M6, qualité 8.8., l=40 mm	5 % quantile
Centre de plaque	16,48 kN
Distance au bord 27 mm	12,82 kN
Distance au bord 17 mm	8,19 kN
Rupture de l'acier 20,1 mm <sup>2</sup> x 800	16,08 kN

Les douilles de fixation structurales utilisées de série dans la construction ne peuvent dans la plupart des cas pas être utilisées car leur filetage est trop imprécis pour le vissage minutieux des rails de guidage. Les produits usuels dans la construction peuvent être utilisés pour les ancrages de transport.

### Étude du béton Nanodur

Les bancs de machine sont de préférence calculés avec la méthode des éléments finis FEM et des éléments de volume. Les lois de comportement linéaire élastique de la matière solide sont suffisantes car l'atteinte de la plage non-linéaire correspond à la défaillance. Comme les éléments de construction sont massifs et rigides, ils ne présentent pas d'effets géométriques non linéaires comme p.ex. des bosses. De tels programmes FEM sont déjà intégrés aux programmes CAO usuels du génie mécanique. Il est également possi-

ble de lire les fichiers STP (ou les fichiers STEP) du banc de machine au sein de programmes FEM séparés du genre ANSYS. La question n'est ici pas de savoir comment procéder au calcul, mais bien quelle contrainte admissible est utilisée pour la comparaison. La contrainte de compression s'avère inintéressante. Elle est la caractéristique du matériel la plus fréquemment surévaluée du béton. Avec des constructions sans ferrailage soumises à flexion comme p.ex. des panneaux de façade ou des bancs de machine, seule la résistance à la traction est déterminante.

La résistance à la traction de la matrice de pâte de ciment durcie sans ferrailage dépend d'une part de la méthode d'essai choisie et d'autre part des effets physiques comme p.ex. l'effet d'échelle ou les conditions limites climatiques. Des indications détaillées sur la détermination et l'évaluation des caractéristiques du matériau sont reprises dans [1].

### Fabrication

Le béton Nanodur peut être fabriqué dans n'importe quel malaxeur. Le canal YouTube ou le site web de durcrete proposent une vidéo montrant la fabrication dans un malaxeur à chute libre. L'ouvrage [5] décrit la fabrication au sein d'une usine de béton prêt à l'emploi. Les performances du malaxeur ne sont pas déterminantes. Il faut uniquement veiller à ce que le malaxeur ne soit exploité qu'à la moitié de son volume nominal afin d'exclure toute surcharge du moteur. Comme le superplastifiant a besoin de plus de temps pour agir, la réalisation d'une charge prend env. 8 à 12 minutes. Il ne faut qu'un



Figure 11 : Perçage et fraisage d'éléments incorporés en acier dans du béton Nanodur

seul silo libre pour le Nanodur Compound, il ne faut aucun réservoir supplémentaire pour la cendre volante ou la fumée de silice. Les moules sont fabriqués en acier, en plastique ou en bois. Dans le meilleur des cas, le moule est construit dans la fabrique de béton afin de pouvoir procéder en toute simplicité aux petites modifications et aux améliorations. Comme les moules ne peuvent en aucun cas entraver la contraction et le retrait, il est préférable d'utiliser des



**MISE À NIVEAU**

**Installation du plein potentiel...**



## PLEIN POTENTIEL

Fonction optimisée pour votre production de dalles alvéolées.

Le système d'exécution de fabrication Elematic FloorMES E9 offre une solution complète pour une production de dalles alvéolées optimisée. Les outils avancés pour la planification, le contrôle et l'analyse de production permettent d'améliorer l'efficacité de la production et le processus de coulage, avec un objectif de zéro interruption.

Plus d'informations sur  
[www.elematic.com/FloorMES](http://www.elematic.com/FloorMES)

### AVANTAGES:

- Utilisation optimisée de bancs de production et moins de déchets de torons
- Interruptions minimales pendant le processus de coulage
- Correction immédiate de déviations
- Historique de production pour une amélioration de processus facile

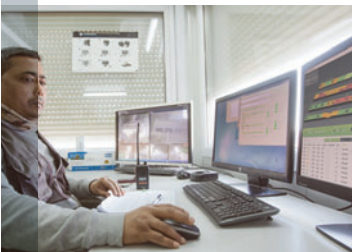




Figure 12 : À gauche : carcasse Subito Connect en une coulée.  
À droite : cellule pour robot de manutention Subito Connect de la société Fpt, Amtzell



Figure 13 : À gauche : carcasse de fraiseuse à portique Yonghua.  
À droite : fraiseuse à portique de Shandong Yonghua Machinery Ltd, Chine (photo Rottler Maschinenbau, Siegen)

moules souples. Les éléments incorporés qui engendrent des contraintes doivent être détachés des parois du moule lors du processus de durcissement afin qu'ils puissent suivre les mouvements du béton. Pour l'entreprise de production, l'absence de fissures lors des trois premiers jours suivant la fabrication est un véritable défi et relève du savoir-faire de l'entreprise.

Les photos montrées dans le cadre de cet article proviennent de l'usine de Sudholt-Wasemann GmbH à Herzbrock-Clarholz, ainsi que d'un atelier de production chinois spécialisé dans les composants de machine. Voici une liste des principaux prérequis techniques pour les usines de préfabrication existantes :

- Installation de mélange moderne avec mesure de l'humidité des granulats
- Un silo pour le Nanodur Compound 5941
- Propre équipement de construction de moules, en bois ou en plastique
- Petit atelier interne de construction mécanique

- Emplacement pour le laquage des composants
- Hall de production chauffé
- Appareils de mesure

L'équipement n'est pas déterminant pour le succès, mais bien les personnes agissantes :

- Un propriétaire conscient du fait que sans grands investissements en personnel dans les départements de production, technique et de vente, rien ne va et qui est prêt à faire preuve de beaucoup de persévérance.
- Un responsable technique qui est convaincu que « son » béton est suffisamment résistant à la traction et qui comprend que l'acier sous forme d'armature ou de fibres ne résout pas de problème.
- Un chef d'atelier qui conçoit le retrait et la contrainte comme des défis géométriques, qui recherche chez lui la cause d'une fissuration et est capable de prendre des mesures pour éviter une telle fissuration.

- Des travailleurs issus du domaine de la métallurgie qui voient les exigences de précision et l'obligation de documentation comme des défis à maîtriser.

### Concepts en faveur de la précision

Des valeurs de planéité et de parallélisme jusqu'à 0,1 mm sur 2 000 à 3 000 mm de longueur sont obtenues dans le moule. La précision du moule n'est ici pas le seul critère déterminant. Les composants en BUHP ont une tendance au gauchissement et à la torsion après le démoulage. Cela signifie que le moule doit avoir une erreur initiale telle qu'après l'affaiblissement de la déformation de retrait, les surfaces soient correctes. Empêcher une déformation en utilisant la force ne constitue pas une alternative car les composants ne sont alors pas exempts de fissures.

Des tentatives visant à calculer d'avance une déformation due à un retrait n'ont jusqu'à présent rien donné ; il y a beaucoup trop de grandeurs d'influence [1]. Des calculs montrent que p.ex. la symétrie du composant a une grande influence sur sa planéité. Ceci s'applique certes au retrait, mais la problématique est la même pour les rétrécissements / élongations dus aux températures différentes.

Des plaques d'acier peuvent être incorporées au composant. Elles sont ensuite fraisées et percées selon la précision requise sur un centre d'usinage. Avec du BUHP, il s'avère en outre avantageux que l'acier et le béton présentent quasi les mêmes coefficients de dilatation thermique et minimisent ainsi les déformations imposées par la température.

L'usinage de précision est onéreux car il n'est possible qu'avec des machines spéciales de grandes dimensions aménagées dans des halls climatisés. Les composants ne peuvent être transportés qu'à l'abri d'une bâche et doivent s'acclimater plusieurs jours en hiver afin d'exclure des défauts dus à la température. Le coût de l'usinage de précision et des tâches de transport afférentes est fréquemment plus élevé que le coût lié à la réalisation d'une ébauche, il influe en outre grandement sur la compétitivité du produit.

Le béton peut être minutieusement rectifié sur des rectifieuses. Selon la meule utilisée (diamant, autre matériau dur) et les exigences du client, il faut veiller à ce que les douilles filetées en métal soient aménagées en retrait ou à fleur de la surface. En raison des boues minérales générées, l'entreprise de ponçage doit être équipée de dispositifs spéciaux de filtration pour ces travaux. En raison de sa faible érosion de matière, le ponçage représente un processus nettement plus coûteux que le fraisage.

### Exemples d'application

Les exemples d'application de la fig. 12 montrent pour une part une cellule pour un robot de manutention. Celle-ci est entièrement réalisée en une coulée de béton Nanodur. Toutes les conduites sont intégrées aux montants. La table inférieure est creuse afin d'accueillir le transfo, l'armoire de distribution et le réservoir de liquide. La fig. 13 montre les montants d'une fraiseuse à portique de type gantry. Les pièces ont été conçues et fabriquées en Allemagne puis expédiées en Chine pour y subir un usinage de précision avant leur assemblage. La machine sera exposée en avril 2017 au CIMT 2017 de Pékin. ■

### ■ Bibliographie

- [1] Bernhard Sagmeister: Maschinenteile aus zementgebundenem Beton, Beuth Verlag, Berlin, ISBN 978-3-410-27186-4, erscheint im März 2017.
- [2] Bernhard Sagmeister: Maschinenteile aus UHPC, 3. Grazer Betonkolloquium, Verlag der Technischen Universität Graz, 2016.
- [3] Müller Sören: Zur Auslegung von innovativen Betonkollektorelementen für solarthermische Parabolrinnenkraftwerke, Heft 22, Schriftenreihe Bauwesen TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2016.
- [4] Deuse Th., Ritter W., Drössler Ch., Drössler Th.: Hochleistungsbeton mit Klebeverbindung, BWI BetonWerk International 6/2014, ad-media, Köln.
- [5] Abbrock A., Böing R.; Rothenbacher W., Stein K., Winzer R.: Praxistest ultrahochfester Beton im Transportbetonwerk, beton 6/2013, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf

### AUTRES INFORMATIONS



Durcrete GmbH  
[info@durcrete.de](mailto:info@durcrete.de)  
[www.durcrete.de](http://www.durcrete.de)

**Maema, machines pour le traitement superficiel des éléments de béton**



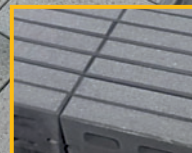
*"Bellacrete" c'est une solution Maema pour les panneaux et peut effectuer différents finitions comme les suivants:*

*Polissage  
 Lissage  
 Bouchardage  
 Brossage  
 Sablage  
 Lavage à haute pression  
 Chanfreins, faux joints,  
 des écrits et des dessins.*



*"Stepper" c'est une solution Maema pour le pavage et blocs et peut effectuer différents finitions comme les suivants:*

*Polissage  
 Lissage  
 Bouchardage  
 Brossage.*



**MAEMA S.r.l. Unipersonale**  
 Viale del Lavoro, 9 - 37069 Villafranca di Verona (VR) Italy  
 Tel. +39 045 6305781 - Fax +39 045 6309178  
[info@maemasrl.it](mailto:info@maemasrl.it) - [www.maemasrl.it](http://www.maemasrl.it)



durcrete GmbH, 65549 Limburg an der Lahn, Allemagne

# Inauguration en Chine d'une usine de production de bâtis de machine en BUHP

**Le béton fibré à ultra hautes performances moderne (BUHP) s'est entre-temps établi dans le domaine du génie mécanique. Outre son faible coût, le béton présente des avantages tant pour le comportement en vibrations que pour le comportement thermique des centres d'usinage et il remplace graduellement des matériaux conventionnels comme la fonte grise ou les constructions soudées en acier. Le BUHP avec le liant Nanodur Compound de Dyckerhoff GmbH est un des leaders du marché pour la pierre de synthèse cimentaire pour bâti de machine. Le fabricant chinois Kle-Rause importe maintenant cette technologie d'avenir en Chine et a pour ce faire construit une nouvelle usine.**

Les bâtis de machine sont normalement fabriqués en fonte grise ou prennent la forme de constructions soudées en acier. Depuis quelque 25 années, la pierre de synthèse à base de résine époxy s'est également établie en plus de ces matériaux et représente actuellement une part de marché (estimation) d'environ 15 %. Un nouveau venu au cours des dernières an-

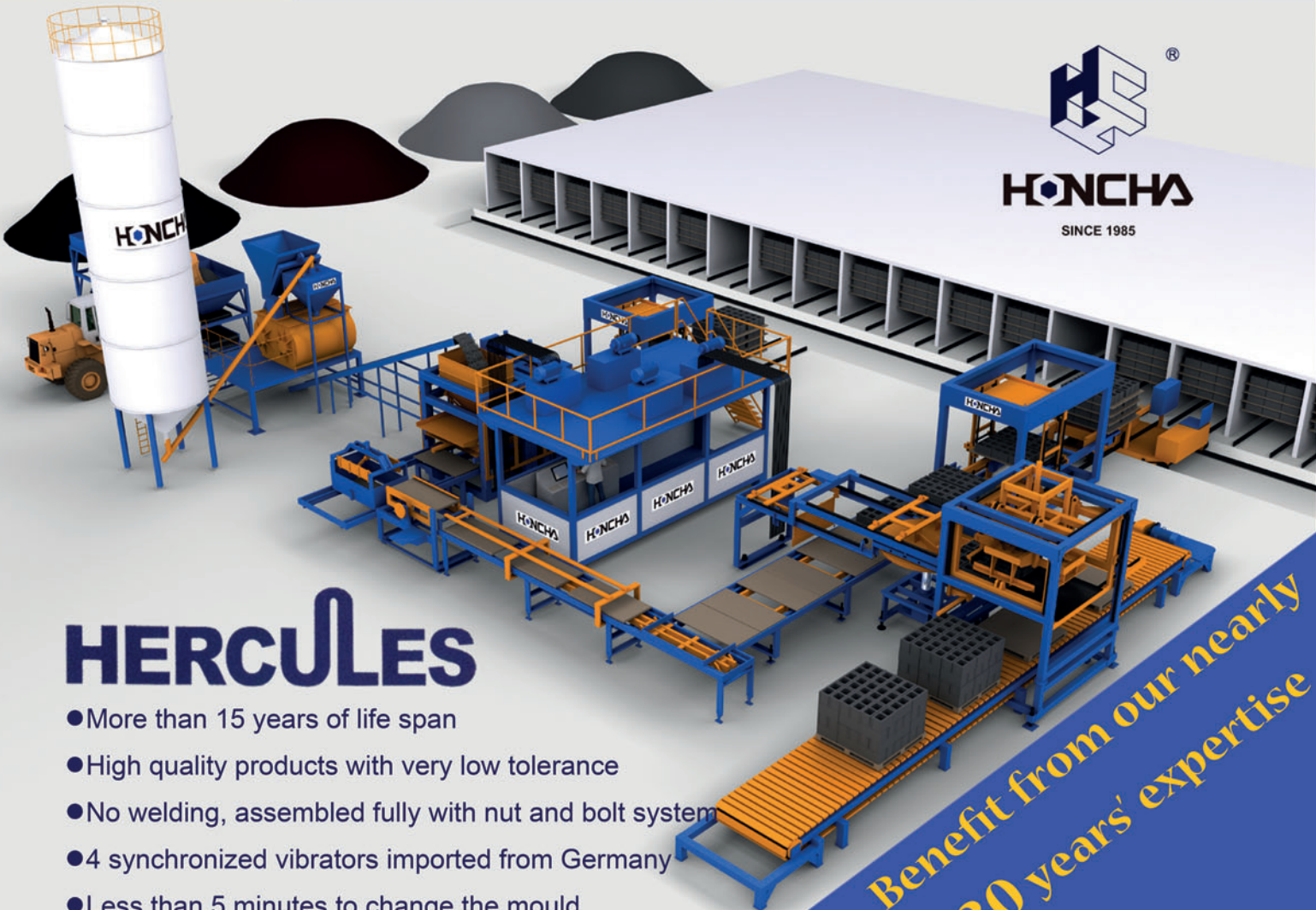
nées est le béton fibré à ultra hautes performances moderne. La conséquence de ce développement est que le béton cimentaire est entre-temps d'une qualité telle qu'il peut se substituer au béton polymère lié aux résines synthétiques. Ainsi, plusieurs usines de préfabrication européennes produisent déjà avec fruit depuis quelques années des composants de machines à partir de béton cimentaire. Souvent, elles utilisent un BUHP avec le liant Nanodur Compound 5941 de Dyckerhoff GmbH. Il ne s'agit pas ici des fondations pour machines, mais bien de bancs de machine posés sur les fondations et intégrés aux machines. Les paliers et entraînements mobiles sont fixés sur ces bâtis de base. Les bancs de machine de ce type peuvent tant peser moins d'une tonne, que présenter de très grandes dimensions. Ainsi, la société chinoise Shandong Yonghua Machinery a récemment fabriqué un portique de fraisage posé sur 6 montants (noirs) de 4 m x 1,8 m x 1 m, chacun coulé avec 7,5 m<sup>3</sup> de béton Nanodur. Ces montants ont été fabriqués en Allemagne puis expédiés par conteneur maritime vers la Chine.



Fan Lei, PDG de Kle-Rause et le Dr. Bernhard Sagmeister, directeur de durcrete GmbH, lors de la mise en service de l'installation de mélange pour les composants de machines en béton Nanodur.



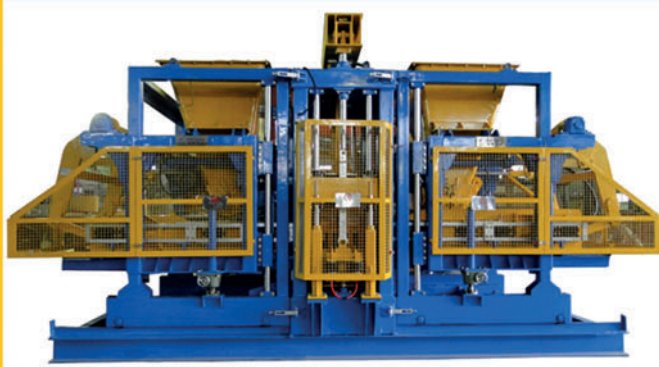
Installation de mélange de Teka



# HERCULES

- More than 15 years of life span
- High quality products with very low tolerance
- No welding, assembled fully with nut and bolt system
- 4 synchronized vibrators imported from Germany
- Less than 5 minutes to change the mould

*Benefit from our nearly 30 years' expertise*



- Simple, semi-automatic and fully-automatic block making machines and production lines
  - Turnkey solutions from inception to complete installation
  - Largest and most reputable block making machine manufacturer in mainland China
  - Serving customers from more than 60 countries
  - Products and high-quality, cost-effective, upgradable, customizable, compact, efficient and user-friendly
- For more information, contact us today.

## Fujian Excellence Honcha Building Material Equipment Co. Ltd

**Head Office:** 3-16B, Quanzhou Economic & Technological Development Zone, Fujian, China  
**Factory:** Xuefeng Huaqiao Economic Development Zone, Nan'an, Fujian, China  
 Tel: (86)595-2249 6062  
 Email: enquiry@honcha.com  
 en.honcha.com  
 ISO 9001:2000 ISO14001:2004





Silos en ligne et silos à ciment



Coulage du premier élément de construction

### Pari sur une technologie d'avenir

Après une longue recherche sur le marché, l'entreprise chinoise Kle-Rause sise à Yanzhou près de Jining a opté pour cette technologie d'avenir et décidé de construire en Chine son propre atelier de production de composants de machines en béton Nanodur. Cette décision a, en particulier été motivée par le fait que les prescriptions environnementales chinoises en matière de production de fonte grise sont continuellement renforcées. Le liant pour le BUHP est importé d'Allemagne, les granulats et les adjuvants proviennent de la région. « La qualité élevée et fiable et surtout la mise en œuvre simple ont pesé lourd dans cette décision », explique Fan Lei, directeur de Kle-Rause. Ceci est largement dû au fait que le béton Nanodur ne nécessite pas d'ajout de fumée de silice ; avec un BUHP contenant de la fumée de silice, le mélange s'avère en effet très visqueux et collant, de sorte qu'il faille utiliser non seulement une technique de malaxage onéreuse vu l'apport élevé d'énergie, mais également un système de refroidissement à l'azote. Par contre, le BUHP Nanodur peut théoriquement être fabriqué dans un malaxeur à chute libre conventionnel et sa production ne nécessite par conséquent qu'un malaxeur à plateau. En outre, la fumée de silice est un sous-produit industriel qui n'est disponible que dans des qualités pouvant varier d'un extrême à l'autre. Il est difficile de se procurer certaines farines de quartz en Chine. Par contre, le Nanodur Compound contient toutes les fines dans une qualité élevée, homogénéisées à l'aide d'outils de mélange spéciaux, de sorte que les fabricants puissent travailler en toute simplicité. L'essai d'aptitude de la recette de béton avec des granulats chinois a été effectué dans le laboratoire de Dyckerhoff GmbH et les résultats ont été mis à la disposition de l'usine de production chinoise.

Conseils en application et ingénierie issues de l'Allemagne  
Pour la planification et la construction de l'usine dans un hall existant, Kle-Rause a coopéré avec la société allemande durcrete GmbH. Cette entreprise d'ingénierie assure la consul-

tation en application pour le béton Nanodur à la demande de Dyckerhoff AG, elle développe, distribue et produit en son nom propre des articles en béton Nanodur. Un concept d'usine a été développé avec Prilhofer Consulting avant de passer à l'appel d'offres et à l'attribution du marché. Le rendement absolu de quelque 3 000 tonnes par année est relativement faible pour une usine d'éléments préfabriqués en béton. Théoriquement, il ne faut qu'un seul silo pour le liant et deux silos pour le granulat grossier et le sable. La cadence de livraison prévue était donc déterminante pour les dimensions des silos. Pour la conception du malaxeur, le plus gros élément de construction prévu pèse 20 tonnes et nécessite par conséquent le coulage de maximum 6 charges de béton frais sur frais. Selon la température, la durée de malaxage d'une charge se situe entre 7 et 10 minutes. Avec le béton Nanodur et son Compound pré-mélangé, seul le superplastifiant a besoin de ce laps de temps pour fluidifier efficacement le mélange et par conséquent, la durée de malaxage d'une charge dépend avant tout du superplastifiant choisi et moins de l'apport d'énergie dans le mélange.

L'installation de mélange complète y compris les silos, la station de déchargement de Big-Bag, les convoyeurs, les capteurs, la commande, la distribution du béton et le recyclage ont été confiés à la société Teka. Un critère essentiel dans cette décision était que le malaxeur à turbine sélectionné puisse mélanger tant des grandes charges que des très petites, et qu'il ne faille donc pas acheter un second malaxeur pour les nombreux éléments de construction de plus petites dimensions. L'élimination du béton résiduel et de l'eau de lavage a également nécessité une réflexion plus approfondie. Les lois environnementales sont également très strictes en Chine, on ne peut pas ajouter d'eau de recyclage au BUHP et les restes générés sont trop faibles que pour justifier l'utilisation d'une installation de recyclage conventionnelle. Les éléments de construction de l'installation de mélange ont été fabriqués en Allemagne puis expédiés en Chine pour y être assemblés par Teka chez Kle-Rause. La réception définitive avait



## SLIM2 le vibreur à serrage rapide

### Le plus léger de sa catégorie:

de seulement 18,9 kg pour 14kN et 6000rpm\*  
jusqu'à 25% plus léger que ses concurrents

### D'une excellente maniabilité:

passage aisé d'un moule à l'autre  
avec par ex. 12 vibreurs en 10 à 15 min

### Le meilleur rapport qualité/prix:

haute qualité de compactage pour un faible investissement  
modèle SL: plus silencieux que tout autre vibreur comparable

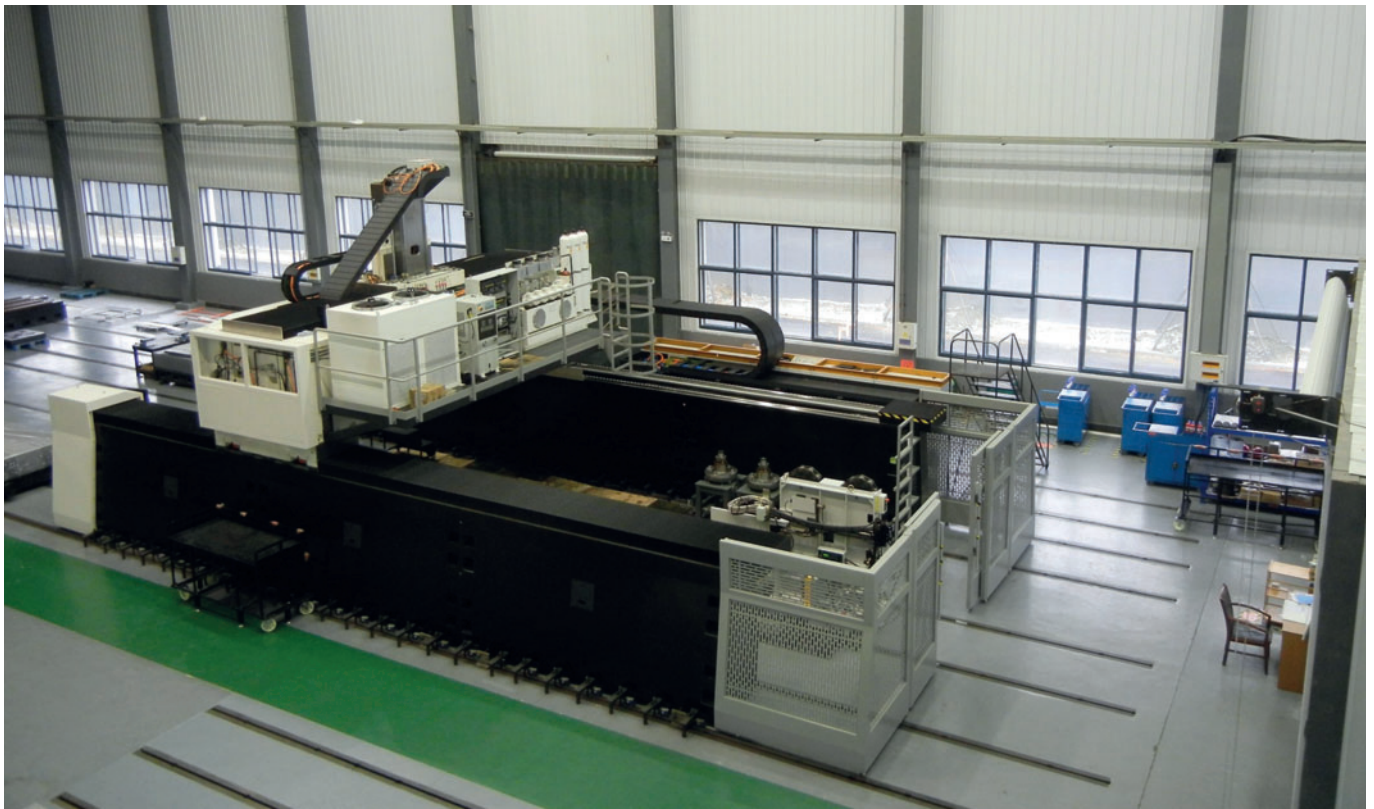
[www.brecon-vibration.com/slim2](http://www.brecon-vibration.com/slim2)

BRECON GmbH - Tel.: +49-221-9544270, Fax: +49-221-9544277, [info@brecon-vibration.com](mailto:info@brecon-vibration.com)



**BRECON**  
smart vibration technology

\* Les vibreurs externes BRECON de caractéristique SL (marche synchronisée) atteignent exactement le régime imposé par la commande de fréquence, par exemple 6000 tr/min. avec une fréquence électrique de 100 Hz. Les données indiquées se réfèrent à des vibreurs externes présentant la même caractéristique que les vibreurs BRECON SL. La vitesse des vibreurs BRECON SL est réglable. Le système d'attache à serrage rapide SLIM2 est également utilisable avec les vibreurs BRECON à haute fréquence ou à fréquence normale.



Construction d'un portique de fraisage

lieu huit mois après la signature du contrat. Le Dr. Bernhard Sagmeister, directeur de durcrete GmbH, est enchanté de l'exécution fluide des travaux. « Chez Teka, ce sont des pros rompus aux affaires internationales. De la technique à l'assemblage, les employés s'occupent du projet et le font avancer, à un point tel que la réception définitive pouvait avoir lieu trois semaines avant la date convenue. » Lors de l'essai de coulage effectué pendant cette réception, plusieurs éléments de construction furent réalisés et l'usine pouvait entamer la production sans délai.

### Contrôle de qualité selon les critères allemands

L'achat de matières premières traitées et de haute qualité est plus compliqué en Chine qu'en Europe. Ceci explique pourquoi un imposant équipement de contrôle à la réception du gravier et du sable a été acheté. Les acheteurs des produits exigent également un contrôle de production en usine très étendu. Pour chaque élément de construction coulé, une éprouvette est réalisée puis mise sous pression dans un banc d'essai après sept jours. On peut ainsi non seulement constater rapidement la qualité de l'élément de construction lui-même, mais aussi détecter tout aussi rapidement une erreur de développement au niveau de la production. Le critère majeur de contrôle n'est pas la résistance à la compression, laquelle est parfaitement insignifiante dans le génie mécanique. Le facteur décisif est la résistance à la flexion du béton. Le contrôle du module d'élasticité est également essentiel car un module d'élasticité élevé permet de se différencier de la concurrence dans le domaine de la pierre de synthèse liée aux résines synthétiques ; par ailleurs, le client final exige tou-

jours une déformation du béton aussi petite et constante que possible. Durcrete a élaboré un plan QM selon les critères allemands, ainsi que l'appel d'offres pour l'équipement de test et de contrôle. Ce dernier a été entièrement confié à la société Testing. L'important pour le client était l'offre de service complète en Chine.

### Les processus de production définis garantissent des produits absolument exempts de fissures

L'usine n'est toutefois pas complète avec la seule installation de mélange. Elle n'est ici qu'une condition préalable, le véritable savoir-faire réside dans la construction de moules et le processus de production. Le client exige des produits absolument exempts de fissures qui se situent exclusivement dans les limites d'élasticité. Les aides usuelles dans le domaine du bâtiment ne sont pas fort utiles pour les produits du génie mécanique car les fibres ou l'armature conventionnelle n'agissent réellement qu'à partir du moment où le béton est fissuré. Ces aides n'entrent pas en ligne de compte pour les fabricants de composants pour le génie mécanique. Les recettes à faible retrait, les coffrages sans contraintes et des processus de production ingénieux permettent de réaliser des éléments de construction de grandes dimensions aux formes irrégulières, d'une longueur maximale de 12 m et sans aucune fissure. Kle-Rause coopère à cet égard avec la fabrique de béton allemande Sudholt-Wasemann GmbH, laquelle a acquis de solides connaissances en la matière au cours des cinq dernières années. Au début, une grande partie des produits de Kle-Rause était destinée à la maison mère Shandong Yonghua Machinery Ltd., fabricant de grandes fraiseuses haut

de gamme sur le marché asiatique. De plus, l'entreprise s'est déjà offert les services d'employés qui assurent la distribution auprès d'autres fabricants chinois de machines de précision. Kle-Rause va donc parvenir à conquérir le marché chinois des bancs de machine massifs car les filiales des entreprises allemandes de pierre de synthèse sises en Chine ne parviennent à servir que les autres filiales allemandes et non pas les entreprises d'origine chinoise. ■

AUTRES INFORMATIONS



**durcrete GmbH**  
Am Renngaben 7  
65549 Limburg an der Lahn, Allemagne  
T +49 6431 5840376  
[sagmeister@durcrete.de](mailto:sagmeister@durcrete.de), [www.durcrete.de](http://www.durcrete.de)



**Dyckerhoff GmbH**  
Biebricher Straße 69  
65203 Wiesbaden, Allemagne  
T +49 611 676 0, F +49 611 676 1040  
[info@dyckerhoff.com](mailto:info@dyckerhoff.com), [www.dyckerhoff.de](http://www.dyckerhoff.de)



**Prilhofer Consulting GmbH & Co. KG**  
Münchener Str. 1  
83395 Freilassing, Allemagne  
T +49 8654 69080, F +49 8654 690840  
[mail@prilhofer.com](mailto:mail@prilhofer.com), [www.prilhofer.com](http://www.prilhofer.com)



**Teka Maschinenbau GmbH**  
In den Seewiesen 2  
67480 Edenkoben, Allemagne  
T +49 6323 8090, F +49 6323 80910  
[info@teka-maschinenbau.de](mailto:info@teka-maschinenbau.de), [www.teka.de](http://www.teka.de)



**Testing Bluhm & Feuerherdt GmbH**  
Motzener Straße 26 b  
12277 Berlin, Allemagne  
T +49 30 71096450, F +49 30 710964598  
[info@testing.de](mailto:info@testing.de), [www.testing.de](http://www.testing.de)



HOW FLEXIBLE  
CONCRETE  
CAN BE



- Systèmes de fabrication automatiques ou semi-automatiques de produits béton en démoulage immédiat ou différé
- Moules pour démoulage immédiat ou différé de produits préfabriqués béton