

# Von Forschern, die Brücken drucken

Am Mittwoch, 30. Oktober 2019, erreichten die Wissenschaftler des Forschungsprojekts «AM Bridge 2019» der TU Darmstadt einen Meilenstein: den Schluss der ersten vor Ort additiv gefertigten Stahlbrücke. Möglich machte das die Cycle-Step-Variante des CMT-Schweißprozesses (Cold Metal Transfer) von Fronius Perfect Welding. Text und Bilder: Fronius Deutschland GmbH

**Der 3D-Druck ist aktuell eine der spannendsten Technologien** und hält zunehmend Einzug in die industrielle Fertigung. Im Bauwesen steckt er jedoch noch in der Experimentierphase. Das Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik (IFSW) der TU Darmstadt verfügt über zwei Schweißroboter, mit denen die Wissenschaftler verschiedene Möglichkeiten der additiven Fertigung im Stahlbau erforschen können. Angespornt durch eine niederländische Firma, die mithilfe von Robotern eine Brücke in einer Industriehalle baut, tüftelten die wissenschaftlichen Mitarbeiter Christopher Borg Costanzi, Maren Erven und Thilo Feucht an einem Konzept, das den Druck auskragender Brücken direkt über fließendem Gewässer erlaubt. «Die bisher gedruckten Brücken wurden immer vertikal hergestellt, weil das flüssige Schweißgut sonst heruntertropft. Unser Verfahren erlaubt es dagegen, im Schrägen zu drucken», erklärt Thilo Feucht.

## Steuerbare Pausenzeit zwischen den Schweißzyklen

Bei der Suche nach einem geeigneten Prozess für den horizontalen Materialauftrag stießen die drei Wissenschaftler auf die Variante CMT Cycle Step von Fronius. «Diese erlaubt den Forschern, nicht nur die Anzahl der Einzeltropfen, sondern auch die Pausenzeit zwischen den Schweißzyklen exakt zu steuern», erklärt Ingo Pfeiffer, Regionaler Vertriebsleiter bei Fronius Deutschland. Die Pausenzeiten sind



Der CMT Cycle-Step-Prozess von Fronius ermöglicht die additive Fertigung auskragender Bauteile.

Le procédé CMT Cycle Step de Fronius permet de produire des pièces en porte-à-faux par fabrication additive.

## TECHNIQUE DE SOUDAGE

# Des chercheurs impriment des ponts

Mercredi 30 octobre 2019, les scientifiques du projet de recherche « AM Bridge 2019 » de l'Université de technologie de Darmstadt ont franchi un cap : l'achèvement du premier pont en acier produit sur place par ajout de matière, rendu possible grâce à la variante Cycle Step du procédé de soudage CMT (Cold Metal Transfer) de Fronius Perfect Welding.

**Actuellement, l'impression 3D est l'une des technologies** les plus captivantes et ne cesse de prendre de l'ampleur dans la fabrication industrielle. Dans le secteur de la construction, elle reste toutefois cantonnée à la phase expérimentale. L'Institut de construction métallique et de

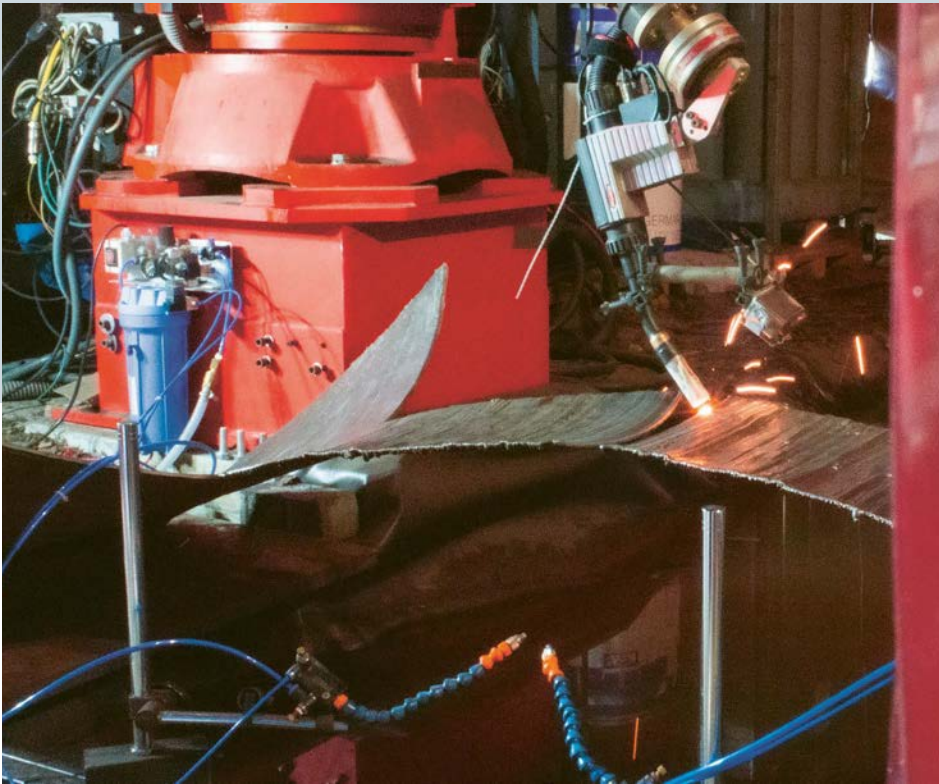
mécanique des matériaux (IFSW) de l'Université de Darmstadt dispose de deux robots soudeurs grâce auxquels les scientifiques peuvent étudier différentes possibilités de fabrication additive dans le secteur. Motivés par une entreprise néerlandaise qui bâtit un pont à l'aide de robots dans une

halle industrielle, les scientifiques Christopher Borg Costanzi, Maren Erven et Thilo Feucht ont élaboré un concept qui permet d'imprimer un pont en porte-à-faux directement au-dessus de l'eau. « Les ponts imprimés jusqu'à présent l'ont toujours été à la verticale pour éviter que

le métal de soudage liquide coule. Notre procédé, lui, permet de réaliser une impression à l'horizontale », explique T. Feucht.

## Un temps de repos réglable entre les cycles

En quête d'un procédé adapté à



Fronius unterstützt das Forschungsprojekt «AM Bridge 2019» mit seinem Know-how bei effektiven Schweißverfahren.

Fronius soutient le projet de recherche « AM Bridge 2019 » avec son savoir-faire sur les procédés de soudage effectifs.



gerade für das horizontale Auftragsschweißen wichtig, da sie jedem Schweißpunkt ausreichend Zeit zum Abkühlen geben. In Kombination mit dem aktiven Schutzgas - in diesem Fall eine Mischung aus Argon und CO<sub>2</sub> - ist das Ergebnis eine wärmereduzierte Schweissraupe mit einem hohen Mass an Reproduzierbarkeit.

Eingebunden ist der CMT Cycle Step in das WAAM-Verfahren (Wire + Arc Additive Manufacturing), bei dem die Drahtelektrode als Druckmaterial dient. Mit diesem Verfahren lassen sich auch grosse Bauteile drucken.

#### Temperaturunterschiede führen zu Verzug

Die Brücke in Darmstadt hat eine Spannweite von etwa 2,80 Metern. Sie wird im fertigen Zustand 1,50 Meter breit sein und rund 220 Kilogramm wiegen. Theoretisch schafft der Schweissroboter, die Brücke um einen Meter pro Woche wachsen zu lassen, wenn

keine Probleme auftreten würden. «Doch die gehören dazu», erklärt Fachgebietsleiter Professor Dr.-Ing. Jörg Lange. «Es ist ja schliesslich Forschung. Würde alles klappen, wäre es Engineering.» Die Herausforderungen lagen unter anderem in den grossen Temperaturunterschieden, die zum Bauteilverzug führten, sowie in der Wahl der richtigen Schweissparameter.

Und das Ergebnis? Ob wirklich einmal Stahlbrücken durch Roboter vor Ort gedruckt werden, ist aus heutiger Sicht nicht zu beantworten. Das Wissen aus diesem Forschungsvorhaben und die Erfahrung mit dem Schweißprozess von Fronius ermöglichen jedoch den zeitnahen Einsatz additiver Fertigungsverfahren im kleineren Rahmen, zum Beispiel zum Toleranzausgleich von Stahlbauteilen - direkt auf der Baustelle. ■

▲ Die additiv gefertigte Brücke hat eine Spannweite von etwa 2,80 Metern. Im fertigen Zustand wird sie 1,50 Meter breit sein und rund 220 Kilogramm wiegen.

Le pont construit par ajout de matière présente une portée horizontale d'environ 2,80 m. Une fois achevé, il mesurera 1,50 m de large et pèsera près de 220 kg.

Das Fachregelwerk Metallbauerhandwerk - Konstruktionstechnik enthält im Kap. 1.7.2.5 wichtige Informationen zum Thema «Schweissen».



l'application horizontale de matière, les trois scientifiques ont trouvé la variante CMT Cycle Step de Fronius. « Elle permet aux chercheurs de régler précisément le nombre de gouttes individuelles et le temps de repos entre les cycles de soudage », commente Ingo Pfeiffer, directeur des ventes régionales chez Fronius Allemagne. Les temps de pause sont justement importants pour le rechargement par soudage horizontal, car ils laissent à chaque point de soudure le temps nécessaire pour refroidir. Combinés au gaz de protection actif,

dans ce cas un mélange d'argon et de CO<sub>2</sub>, ils permettent d'obtenir un cordon de soudure à chaleur réduite et une excellente reproductibilité.

La variante CMT Cycle Step est intégrée au procédé WAAM (Wire + Arc Additive Manufacturing) dans lequel le fil-électrode sert de matériau d'impression et qui permet d'imprimer aussi de larges pièces.

#### Des déformations dues aux écarts de température

Le pont de Darmstadt présente une portée horizontale d'environ 2,80 m.

Une fois achevé, il mesurera 1,50 m de large et pèsera près de 220 kg. En théorie, le robot soudeur peut bâtir un mètre de pont par semaine s'il n'y a aucun problème. « Mais il y en a », affirme Jörg Lange, professeur en génie civil à la tête du département. « En fin de compte, il est bien question de recherche. Si tout fonctionnait, on parlerait d'ingénierie. » Les difficultés résidaient notamment dans les grands écarts de température qui ont entraîné une déformation des pièces, et dans le choix des paramètres de soudage.

Et le résultat ? Pour l'heure, personne ne peut dire si des robots pourront un jour réellement imprimer des ponts métalliques sur place. Les connaissances recueillies au cours de ce projet de recherche et l'expérience acquise avec le procédé de soudage de Fronius permettront cependant d'utiliser prochainement les procédés de fabrication additive à plus petite échelle, par exemple pour compenser des tolérances de pièces métalliques directement sur site. ■