

Roboterassistierte Stampflehmproduktion

Tradition trifft auf technischen Fortschritt

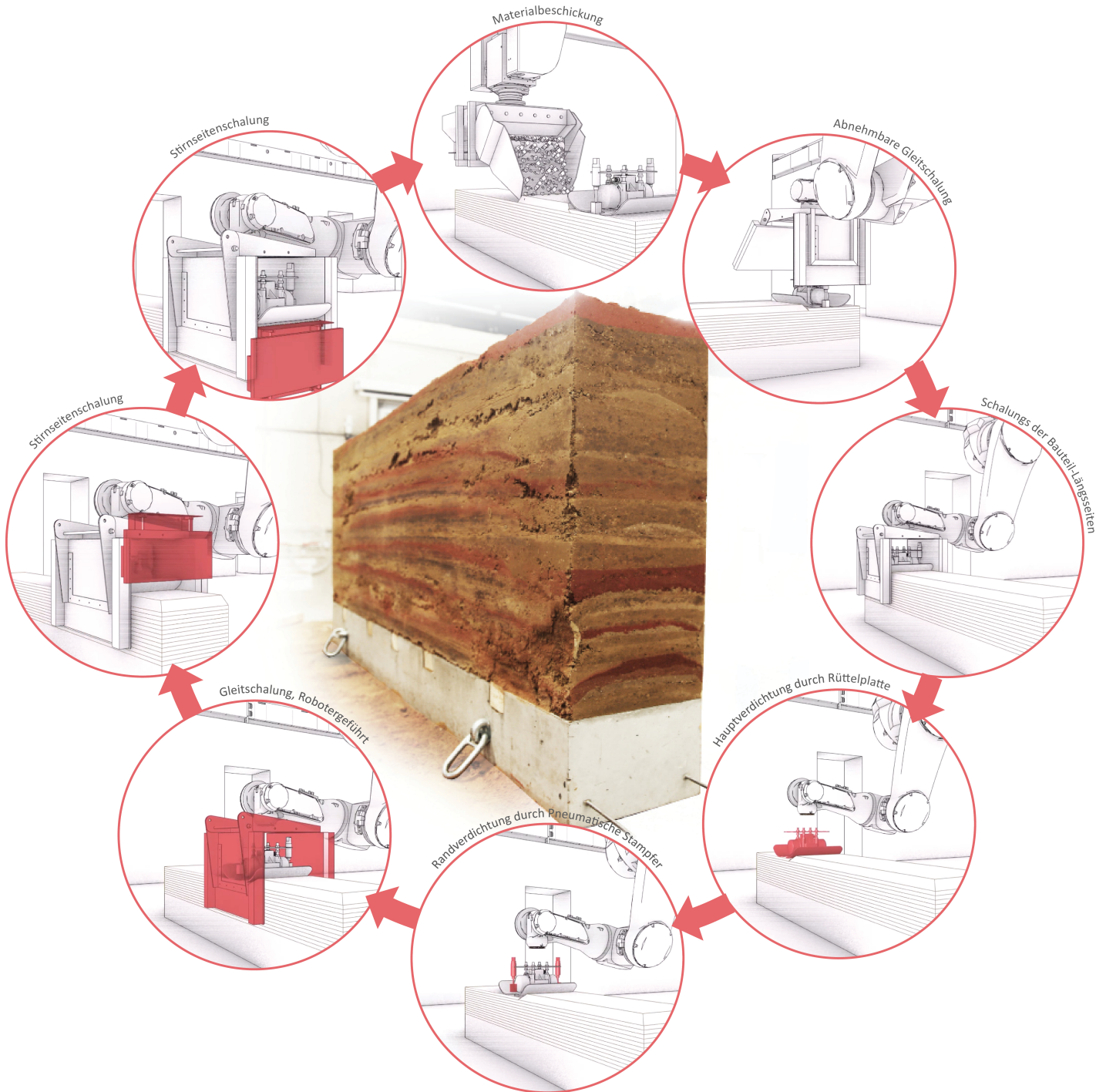


Abb. 1: Prozesskette der robotischen Fabrikation eines Stampflehmfertigbauteils (Grafik: ITE/TUBS)

Digitale Baufabrikation im Stampflehm

Die Idee zur Automatisierung der traditionellen Stampflehmtechnik basiert auf der Zusammenführung des händischen Stampfens von Lehm und der Kletterschalung in einem roboterassistierten Fertigungsprozess. Die Basis der Entwicklung bildet das Digital Building Fabrication Laboratory (DBFL) am ITE. Die digital gesteuerte Fertigungseinrichtung besteht aus einer CNC-gesteuerten 5-achsigen Portalfräse und einem 6-achsigen Schwerlastroboter. Das DBFL ist konzipiert für die Fertigung großformatiger Bauteile, die schnelle Entwicklung prototypischer Verfahren und die Erforschung von automatisierten Fertigungsprozessen. Neben dem Einsatz von High-tech-Materialien wie ultrahochfesten und faserverstärkten Betonen wird seit einiger Zeit verstärkt auch die Verwendung natürlicher Baustoffe für roboterassistierte Fertigungen untersucht.

Adaptives Schalungssystem und Verdichtungsautomatik

Die neuartige robotische Stampflehmtechnik basiert auf einer digital gesteuerten Zusammenführung von Verdichtungsprozess und Kletterschalung. Aus dem Gedanken der Automatisierung heraus wird aus einem statischen Kletterschalungssystem eine aktive, roboterassistierte Gleitschalung entwickelt. Das adaptive Schalungssystem wird synchron mit Materialzufuhr und Verdichtungswerkzeug bewegt. Da Stampflehm, anders als Beton, direkt ausgeschüttet und belastet werden kann, wird die Schalung nur im Moment der Verdichtung benötigt. Dennoch erscheint das Prinzip der adaptiven Gleitschalung zunächst widersprüchlich, da eine Schalung den hohen Druckkräften, die beim Verdichten entstehen, standhalten und entsprechend konstruiert werden muss. Die Steifigkeit der traditionellen Schalung wird in der Regel mit Verbindungsbolzen gewährleistet, die das Bauteil durchdringen

und nachträglich entfernt werden. Bei kleineren Schalungssystemen ist auch eine außenliegende Rahmenkonstruktion möglich, die in der händischen Bauweise den Nachteil des häufigen Umsetzens mit sich bringt.

Die roboterassistierte Automatisierung erlaubt es, die Effizienz des Prozesses nicht in der Vergrößerung der Schalungsteile zu suchen, sondern in der verfeinerten Prozesssteuerung und der Verkleinerung der Systemkomponenten. Insbesondere die erhöhte Wiederholungsgeschwindigkeit des Verdichtungsprozesses ermöglicht die Verringerung der Schalungsabmessungen. In der Folge reduziert sich die im Stampflehm übliche Lagenhöhe auf ein Minimum, wodurch sich auch die Verdichtungsenergie entsprechend verringert, was schlussendlich die Schalung entlastet.

Roboterassistierte Stampflehmproduktion

Tradition trifft auf technischen Fortschritt

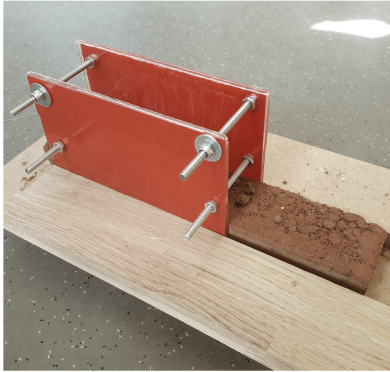


Abb. 2-4: Kleinmaßstäbliche, händisch- und robotisch durchgeführte Vorversuche (Fotos: ITE/TUBS)

Abb. 5: Roboterassistierte Fertigung eines Demonstrators (Foto: ITE/TUBS)

Effizienz im Stampflehmbau

Trotz viel beachteter Projekte in Stampflehm-Bauweise in jüngster Zeit, wie dem 2008 erbauten Wohnhaus Rauch in Schlin von Roger Boltshauser und Martin Rauch, ist der Anteil an Lehmbauten hierzulande nach wie vor verschwindend gering. Entgegen aller ökologischen Vorteile bestimmen in der Bauwirtschaft – wie auch in anderen Wirtschaftsbereichen – die ökonomischen Faktoren den Wettbewerb. Die Vorbereitung des Materials, die Konstruktion der steifen Schalung und das händische Stampfen bilden ein zwar technologisch einfaches, durch den manuellen Prozess aber extrem zeitaufwendiges, kräftezehrendes und damit unwirtschaftliches Herstellungsverfahren. Obwohl das Rohmaterial sehr günstig ist, sind die Produktionskosten in Summe deutlich höher als bei anderen Massivbauweisen. Die ursprünglich händisch geführten Stampfer wurden in den vergangenen Jahren in Folge des technischen Fortschritts durch pneumatische Stampfer ersetzt. Diese werden jedoch weiterhin von Hand geführt. Dadurch verringert sich zwar der Kraftaufwand erheblich, der Zeitaufwand aber nur unwesentlich. Die Verdichtung durch Vibration bietet einen geeigneten Ansatz, um den Verdichtungsprozess zu automatisieren.

Ausblick

In dem am ITE entwickelten roboterassistierten Fertigungsverfahren für Bauteile aus Stampflehm werden nicht nur die manuellen Prozesse vollständig entfallen, sondern auch die aufwendige Schalungsmontage und die Kosten für das Schalungsmaterial. Dadurch können Stampflehm-Bauteile zukünftig wirtschaftlich hergestellt werden. Das vorgestellte digital gesteuerte Verfahren geht von großformatigen Fertigteilen aus, die im Stampflehm-Bau bereits erprobt wurden. Die Fertigung kann vor Ort oder lagerbasiert stattfinden. Dies bedeutet eine wirtschaftlich sinnvolle Integrierbarkeit in den Bauablauf und ermöglicht eine effektive Qualitätssicherung. Zu den verfahrenstechnischen Vorteilen kommen die Vorteile der Einzelteilproduktion hinzu. So kann bei geschickter Planung der Vorfertigung auf ein großes Lager verzichtet werden. Auch ist die Wirtschaftlichkeit nicht vom Bauvolumen abhängig.

Die Bereitstellung wirtschaftlicher, effizienter Prozesse zur Produktion individueller Bauteile wird es Planern erleichtern, die Wahl zugunsten nachhaltiger Materialien und Bauweisen zu treffen.



Abb. 6: Verdichtungswerkzeug (Foto:ITE/TUBS)



Abb. 7: Das Digital Fabrication Laboratory (DBFL) an der TU Braunschweig