

ENTWICKLUNG EINES MOBILEN ANBAUGERÄTS ZUR AUTOMATISIERTEN RISSÜBERFRÄSUNG

Birte Froebus, Simone Müller, Sascha Gentes

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut f. Technologie u. Management im Baubetrieb (TMB)
Gotthard-Franz-Str. 3, Geb. 50.31, 76131 Karlsruhe
birte.froebus@kit.edu

Christian Himmelsbach, Jens Brandt, Gerhard Wehrmeyer

Herrenknecht AG
Schlehenweg 2, 77963 Schwanau
Himmelsbach.Christian@herrenknecht.de

Jonas Braun, Silke Zahn, Markus Kisling

Kraftanlagen Heidelberg GmbH
Im Breitspiel 7, 69126 Heidelberg
Jonas.Braun@kraftanlagen.com

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Forschungsprojekts MAARISS ist es, ein mobiles Anbaugerät zur automatisierten Rissüberfräsung in hochbewehrtem Stahlbeton zu entwickeln. Eine solche Rissüberfräsung ist im kerntechnischen Rückbau erforderlich, da hier Risse mit Kontaminationsverdacht zur radiologischen Messung aufgeweitet werden müssen. Für die Realisierung einer Fräsnut mit geringer Rauigkeit wird die hybride Frästechnologie aus dem abgeschlossenen Forschungsprojekt DefAhS verwendet und weiterentwickelt. Im Wesentlichen werden hierbei Schlaglamellen für den Betonabtrag über und zwischen den Stahleinbauten sowie Wendeschneidplatten für den Stahlabtrag – also dem Abtrag von Bewehrungsstäben oder sonstigen Stahlbauteilen – kombiniert. Aufgrund des limitierten Platzes und den begrenzten Hantierungsmöglichkeiten in im Rückbau befindlichen kerntechnischen Anlagen, sind eine kompakte Bauweise und ein geringes Gewicht der Frästrommel wesentliche Punkte in der Konzeption und Konstruktion. Das gesamte mobile Anbaugerät soll aus einem Rahmen mit Befestigungsmöglichkeit, zwei Lineareinheiten sowie der Frästrommel bestehen und mittels eines Trägergeräts am Einsatzort positioniert werden.

EINLEITUNG

Beim Rückbau der Gebäudestrukturen einer kerntechnischen Anlage stellt die Dekontamination und die Reduzierung des endzulagernden Abfalls einen zentralen Punkt dar. Hauptziel ist es, das kontaminierte Material selektiv abzutragen, um das verbleibende Material, das bezogen auf die Gesamtanlage bzw. die Gesamtmasse den überwiegenden Anteil darstellt, dem normalen Recyclingkreislauf zuführen zu können. Für die Oberflächendekontamination der oberen Millimeter stehen einige Verfahren zur Verfügung, die stetig optimiert und weiterentwickelt werden. Großer Forschungsbedarf besteht jedoch beim Abbruch und selektiven Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z.B. bei Rissen oder Ausbrüchen, in die Kontamination eindringen konnte, oder beim Abtrag von metallischen Einbauten. Hierbei ist auch die Herstellung von freimessbaren Oberflächengeometrien immer eine Zielsetzung. [1]

Der Abtrag von bewehrtem Beton stellt eine große Herausforderung dar, da die kombinierten Werkstoffe Beton und Stahl grundlegend unterschiedliche Materialeigenschaften besitzen. Daraus resultieren folglich auch gegensätzliche Anforderungen an die Abtragsprozesse. Es gibt bereits separate Techniken sowohl zum Entfernen von Beton als auch zum Schneiden von reinem Stahl, der das übliche Material für Bewehrungen ist. Es ist zu erwähnen, dass bereits Produkte auf dem Markt verfügbar sind, die ebenfalls eine Kombination aus Beton und Stahl bearbeiten können, jedoch sind diese von der

Bearbeitungstiefe sowie dem Stahlanteil stärker limitiert, weswegen zu dieser Herausforderung noch Forschungsbedarf besteht.

Das Forschungsprojekt DefAhS, ausführlich „Definierter Abtrag von hochbewehrten Stahlbetonstrukturen“, wurde von Oktober 2013 bis März 2018 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Kennzeichen 15S9093 gefördert. Im Projektverlauf konnte ein neues Kombinationswerkzeug aus Wendeschneidplatten und Schlaglamellen entwickelt werden. Mit diesem ist es möglich hochbewehrten Stahlbeton in einem Arbeitsgang abzutragen. Hierbei konnte folgendes Schutzrecht erteilt werden: „Vorrichtung zum Abtragen von Bauwerkstoff“ (DE102015114122B3). Abbildung 1 zeigt einerseits die Anordnung der verbauten Werkzeuge auf der realen Frästrommel des DefAhS-Demonstrators und gibt andererseits einen Überblick über den gesamten Versuchsstand.



Abbildung 1: DefAhS-Frästrommel im Detail (l.) / DefAhS-Versuchsstand am KIT-TMB (r.)

Seit November 2020 läuft das Forschungsprojekt MAARISS, ausführlich „Mobiles Anbaugerät zur automatisierten Rissüberfräsung“. Die in DefAhS entwickelte hybride Frästechnologie soll die Grundlage für die, im aktuellen Forschungsprojekt MAARISS, verwendete Frästrommel darstellen.

MAARISS ist ein Verbundprojekt zwischen Wissenschaft und Industrie, welches im Rahmen des Förderkonzepts „Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen“ (FORKA) vom BMBF unter dem Kennzeichen 15S9425 finanziert wird. Projektpartner sind das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), genauer das Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) mit dem Fachbereich „Rückbau konventioneller und kerntechnischer Anlagen“, als universitäre Einrichtung sowie die Herrenknecht AG und die Kraftanlagen Heidelberg GmbH seitens der Industrie.

ERGEBNISSE

HYBRIDE FRÄSTECHNOLOGIE (AUS PROJEKT DEF-AHS)

An der Frästrommel sind sowohl Schlaglamellen, wie sie auch in Bodenfräsen zum Betonabtrag verwendet werden, als auch Wendeschneidplatten, aus der mechanischen Stahlbearbeitung, angeordnet. Durch die Kombination dieser beiden Werkzeuge war es erstmals möglich, selektiv Beton oder Stahl aus dem Verbund in einem Arbeitsschritt ohne Werkzeugwechsel zu brechen bzw. zu schneiden. Abbildung 2 verdeutlicht das Funktionsprinzip aus rückzugsfähigen Schlaglamellen und fest installierten Wendeschneidplatten.

Diese Trennung der zwei separaten Abtragsvorgänge ist essentiell, da für den Stahlschnitt mithilfe der Wendeschneidplatten niedrigere Umfangsgeschwindigkeiten der Trommel als beim Betonabtrag erforderlich sind. Außerdem muss sichergestellt sein, dass der Stahl in ausreichendem Maße freigelegt ist. Unter falscher Belastungen, wie zu hohen Auftreffgeschwindigkeiten oder Kontakt mit Beton, können die Wendeschneidplatten brechen.

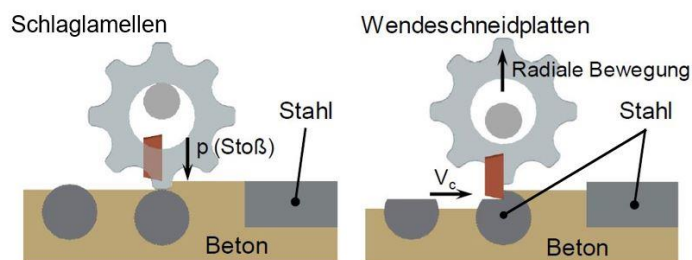


Abbildung 2: Schematisches Grobkonzept der Hybridtechnologie

Da beide Abtragsverfahren auf unterschiedlichen Wirkprinzipien beruhen, wurden für diese zwei Betriebspunkte unterschiedliche Prozesseinstellgrößen für die Abtragswerkzeuge definiert, siehe Tabelle 1. Für den reinen Betonabtrag (links in Abbildung 2) werden hierbei zwei Verfah- bzw. Drehrichtungen vorgesehen, um den „Beton Schatten“ zwischen den Bewehrungsstäben abzutragen. Dieser verbleibt bspw. im Rechtslauf an der linken Rückseite der freigelegten Bewehrung. Der Stahlabtrag (rechts in Abbildung 2) ist aufgrund der Geometrie der Wendeschneidplatten nur in eine Richtung möglich. Während der Betriebsart 3, also mit verminderter Werkzeugtrommelgeschwindigkeit, treffen die Schlaglamellen mit geringerer Energie auf die Abtragsoberfläche auf. Dadurch tragen sie nicht zum Abtrag des Materials bei, nehmen aber auch keinen maßgeblichen Schaden.

Tabelle 1: Betriebsparameter (Projekt DefAhS)

Parameter	Betriebsart 1 (B1) Betonabtrag	Betriebsart 2 (B2) Betonabtrag (Schatten)	Betriebsart 3 (B3) Stahlabtrag
Umfangsgeschwindigkeit der Trommel	600 m/min	600 m/min	410 m/min
Trommeldrehzahl	405 rpm	405 rpm	277 rpm
Vorschubgeschwindigkeit in x-Richtung	486 mm/min	486 mm/min	166 mm/min
Zustellung in z-Richtung	-0,5 mm bis 3,5 mm	-1 mm bis -0,5 mm	2 mm
Drehrichtung	positiv (in Richtung WSP-Schnitt)	negativ (entgegen WSP-Schnitt)	positiv (in Richtung WSP-Schnitt)

Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, entsteht durch den Fräsvorgang, unter Beachtung der korrekten Betriebsparameter, eine Nut mit hervorragender Oberflächenqualität, die ohne zusätzliche Aufbereitung freigemessen werden kann. Der definierte Materialabtrag entlang eines Risses ermöglicht eine Minimierung des Abraums, und somit auch des ggf. endzulagernden Materials. Aufgrund einer möglichen Querkontamination wird auf Schneidhilfsstoffe verzichtet, wodurch außerdem kein Sekundärabfall erzeugt wird.



Abbildung 3: Schnittkanal aus Versuchen am KIT-TMB

FORSCHUNGSPROJEKT MAARISS

Ziel des Vorhabens ist die Neuentwicklung eines mobilen Anbaugerätes zur automatisierten Rissüberfräsung (MAARISS) für den Einsatz in kerntechnischen Anlagen mit innovativer Absaugtechnik und Bedienkonzept. Da Kontamination nicht nur an der Oberfläche von Wandstrukturen vorhanden sein kann, sondern auch tief in Risse eindringt, ist es für die Freimessung einer Struktur notwendig diesen Riss in dem Maße aufzuweiten, dass die Freimessung der Oberfläche mit einem Messgerät möglich ist.

Für den Einsatz als Anbaugerät ist eine kompaktere Bauweise der Fräse, als die während des Forschungsprojekts DefAhS realisierte, unerlässlich. Hierzu werden nicht nur der Aufbau der Frästrommel selbst überarbeitet, sondern auch der Fräsantrieb. Als Trägergerät ist in Abbildung 4 beispielhaft ein Gabelstapler dargestellt.

Das Anbaugerät besteht aus der Frästrommel und zwei Lineareinheiten – eine Lineareinheit zur Realisierung des Fräsvorschubs sowie eine Lineareinheit zwischen Vorschubseinheit und Frästrommel, welche die Zustellung der Trommel regelt. Die Ausrichtung der Vorschubslinarenheit kann durch ein entsprechendes Drehgerät am Trägergerät frei gewählt und somit an die Lage des zu überfräsenden Risses angepasst werden. Aufgrund der hohen erforderlichen Flächenpressung wird eine Wandbefestigung untersucht.

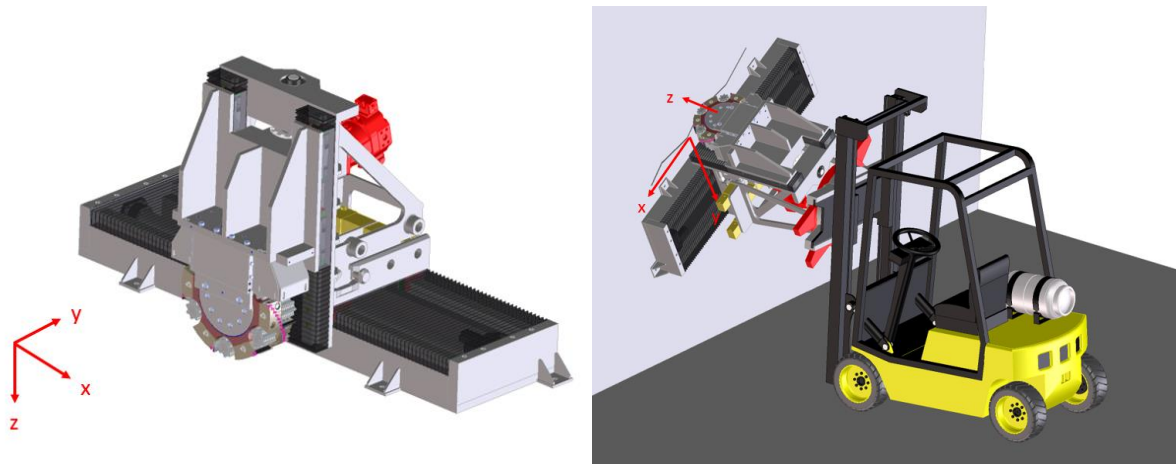


Abbildung 4: Frästrommel als mobiles Anbaugerät vor der Aufnahme (l.) und am Trägersystem (r.)

Durch das Vorgängerprojekt DefAhS wurde ersichtlich, dass der Materialabtransport eine entscheidende Rolle spielt. Der Betonstaub muss aus zwei wesentlichen Gründen zuverlässig aus dem Schnittbereich entfernt werden. Zum einen wirkt er stark abrasiv auf die Wendeschneidplatten, zum anderen ist hier erneut die Querkontamination im kerntechnischen Bereich zu vermeiden. Ziel ist ein vollständiger Materialabtransport in allen Gerätelagen.

AUSBLICK

Im Rahmen andauernder Versuchsreihen soll eine Optimierung der Fräsparmeter vorgenommen werden. Außerdem werden sowohl die Absaugung optimiert, als auch neue Erkenntnisse direkt am Demonstrator evaluiert. Parallel dazu wird, unter Berücksichtigung der Versuchsergebnisse, das neue Anbaugerät MAARISS konstruiert. Auf die Neukonstruktion des Anbaugeräts folgt die Inbetriebnahme sowie erneute Versuchsreihen. Hierbei spielt auch die Steuerung sowie die Kompatibilität mit dem Trägergerät eine große Rolle. Abschließend soll der MAARISS-Demonstrator einem Vor-Ort-Test in einer kerntechnischen Anlage unterzogen werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Thomas Edelmann, Frédéric Cousseau, Sascha Gentes, Sonja Kaiser, Sebastian Friedrich, Marcus Geimer, Danilo Engelman, Anton Steringer, Jonas Braun, Markus Kisling, Artur Schmidt, Berend Denkena, Ulrich Hess. Abschlussbericht über das Forschungsvorhaben "Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)", Karlsruhe, Schwanau, Hannover, Heidelberg