

# **Ein neues Konzept zum gezielten Abtrag von Stahlbetonstrukturen**

Dipl.-Ing **Steffen Reinhardt**, Prof. Dr.-Ing. **Sascha Gentes**  
TMB, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Dipl.-Ing **Roman Weidemann**, Prof. Dr.-Ing. **Marcus Geimer**  
MOBIMA, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Dipl.-Ing. (FH) **Christoph Heise**, Dipl.-Ing. (FH) **Thomas Edelmann**  
Herrenknecht AG

## **Einleitung**

Die Dekontamination und Zerkleinerung von Stahlbetonen ist ein zentraler Punkt beim Rückbau kerntechnischer Anlagen. Der selektive Abtrag von kontaminiertem bzw. aktiviertem Material steht hierbei im besonderen Interesse, da der überwiegende und unbelastete Teil der rückzubauenden Gesamtmasse dem normalen Verwertungskreislauf zugeführt werden kann. Die Dekontamination von Oberflächen verschiedener Materialien erfolgt durch erprobte Verfahren, die stetig weiterentwickelt und optimiert werden [1]. Für den selektiven Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z. B. bei Rissen, Ausbrüchen oder Fugen, steht derzeit kein Verfahren zur Verfügung, das den Beton einschließlich der Bewehrung in einem Arbeitsgang abträgt, so dass die Oberflächen im Nachgang freimessbar sind.

In Kooperation des Instituts für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) und dem Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST), beide am Karlsruher Institut für Technologie, sowie der Herrenknecht AG wird im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes „Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen“ ein universell einsetzbares System zum räumlich begrenzten und definierten Abtrag hochbewehrter Stahlbetone bei gleichzeitiger Förderung und endlagergerechter Verpackung des Abraums entwickelt. Durch die gleichzeitige Fernhantierbarkeit des Systems soll es den Rückbauern zum ersten Mal ermöglicht werden, hoch bewehrten Stahlbeton ohne System- und Komponentenwechsel abzutragen und dabei den Personaleinsatz zu minimieren.

Den Schwerpunkt der Verfahrenskette bildet ein Werkzeug, das die beiden in ihren Werkstoffeigenschaften unterschiedlichen Materialien Beton und Stahl abtragen kann. Da die unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften grundsätzlich verschiedene Anforderungen an das Abtragswerkzeug stellen, werden die zwei Bereiche Beton- und Stahlbetonabtrag zunächst getrennt voneinander betrachtet, um systematisch die optimalen Abtragsverfahren zu identifizieren. Die beiden hinsichtlich Abtragsleistung und Werkzeugstandzeit ausgewählten Teilverfahren sollen dann in einem nächsten Schritt zu einem leistungsfähigen Gesamtwerkzeug kombiniert werden.

Die Randbedingungen für den geplanten Einsatz des Werkzeuges in kerntechnischen Anlagen, z. B. verfügbare Trägergeräte oder der Ausschluss von verschleppenden Hilfsstoffen, müssen bei der Gestaltung des Gesamtsystems berücksichtigt werden. Unter Berücksichtigung dieser vorgegebenen Randbedingungen werden verschiedene Abtragsverfahren ausgewählt und in Grundlagenversuchen auf ihre Eignung untersucht. Für den Abtrag von unbewehrtem Beton hat sich die Anwendung einer angeregten Hinterschneiddiske, auf Grund hoher Abtragsleistungen bei geringen Schnittkräften, als vielversprechend erwiesen. Für den Bewehrungsabtrag wurde ein Fräsprozess, basierend auf Werkzeugen aus der Stahlbearbeitung, als mögliches Verfahren identifiziert.

## **Betonabtrag mittels angeregter Hinterschneidung**

Für den Abtrag des unbewehrten Betons wird das Verfahren der angeregten Hinterschneidung aus der Gesteinsbearbeitung [2] angewendet, wie es z. B. bei Tunnelbohrmaschinen zum Einsatz kommt. Die abtragende Diske besteht dabei aus einer Hartmetallschneide bzw. aus einer mit Hartmetalleinsätzen bestückten Schneide (Abbildung 1), die zusätzlich zum statischen Arbeitsvorschub mit einer oszillierenden Anregung beaufschlagt wird.

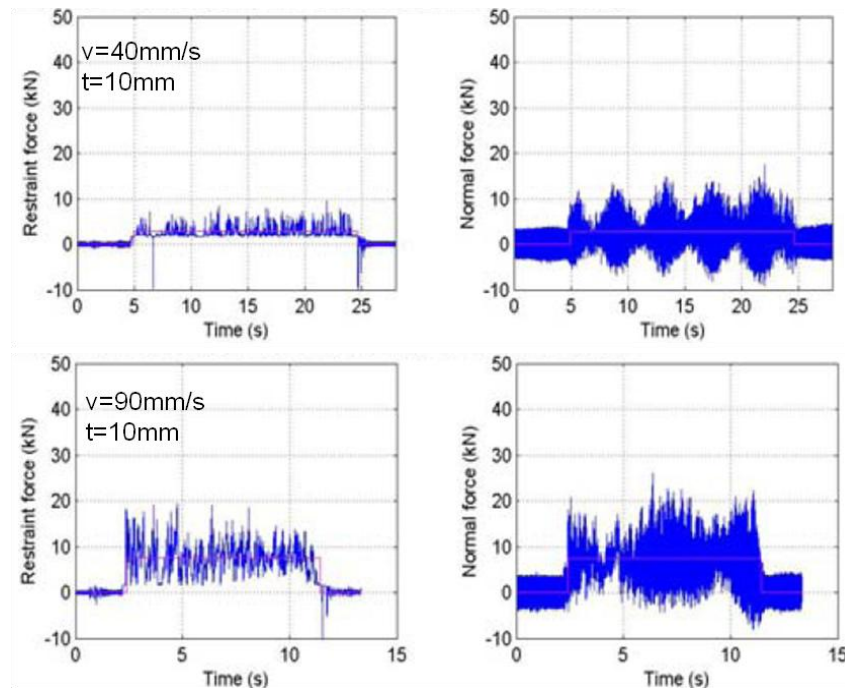


**Abbildung 1: Hinterschneid-Diskens, links: Ring-Cutter, rechts: Button-Disk  
(Quelle: CRC Mining, AUS)**

Durch die Anwendung der Hinterschneidtechnik werden im abzutragenden Beton vorwiegend Zugspannungen erzeugt, im Gegensatz zu gebräuchlichen Rollenmeißeln, die das Material durch Überschreiten der Druckfestigkeit abtragen. Da die aufnehmbare Zugfestigkeit bei Beton wesentlich geringer ausfällt als die Druckfestigkeit, kann eine hohe Abtragsleistung bei relativ geringen Reaktionskräften erzielt werden. Als Folge der zusätzlichen Oszillation der Diske können die Reaktionskräfte weiter gesenkt werden [3].

Die Anwendbarkeit der angeregten Hinterschneidtechnik zum Betonabtrag wurde in verschiedenen Versuchsanordnungen untersucht. Die Auswertung der Versuchsergebnisse hat ergeben, dass die gemessenen Reaktionskräfte in einem proportionalen Verhältnis zu den Schnittgeschwindigkeiten stehen (Abbildung 2). Im

Gegensatz dazu lässt sich an den Versuchsergebnissen ablesen, dass die Penetration bei gleichbleibenden Schnittgeschwindigkeiten nur einen sehr geringen Einfluss auf die Reaktionskräfte ausübt. Durch die Variation der Prozessparameter wird weiterhin versucht, die Reaktionskräfte in Bezug auf die Abtragsleistung auf ein Minimum zu reduzieren.

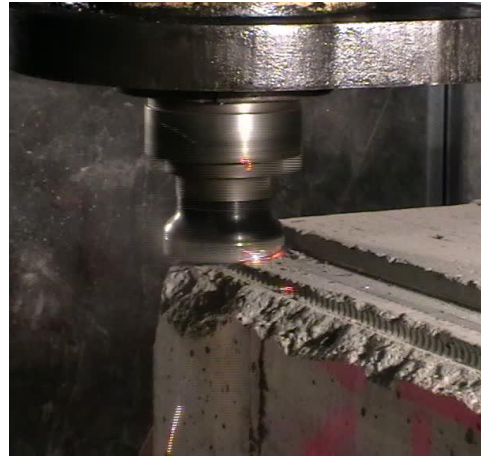


**Abbildung 2: Schnittkraftverlauf bei ODC-Versuchen  
(Quelle: CRC Mining, AUS)**

Die mit der Hinterschneidtechnik bearbeiteten Oberflächen lassen sich als sehr gleichmäßig und eben beschreiben und sind somit ohne zusätzliche Bearbeitung freimessbar.

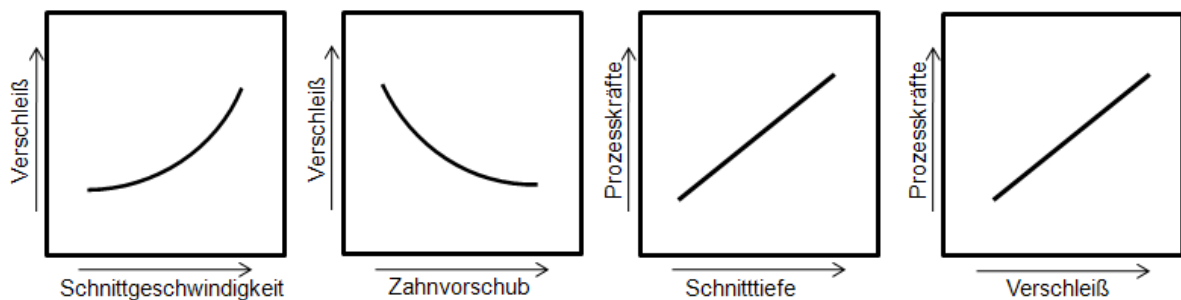
## Stahlbetonabtrag mittels Fräsverfahren

Für den Abtrag von bewehrten Betonschichten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes diverse Verfahren mit unterschiedlichen Schneidenformen sondiert. Da geometrisch unbestimmte Schneiden eine geringe Abtragsleistung erwarten lassen, wurde das Fräsen mit geometrisch bestimmter Schneide favorisiert. In ersten Grundlagenversuchen wurden handelsübliche Fräswerkzeuge der Metallbearbeitung (Abbildung 3) mit verschiedenen Hartmetall-, Keramik-, kubischen Bornitrid- (CBN) und polykristallinen Diamant-Schneidplatten (PKD) getestet. Auf Grund der Standzeit und der Wirtschaftlichkeit wurden im Folgenden besonders Hartmetall-Schneidplatten für die Bearbeitung von Guss- sowie Hartgusswerkstoffen ausführlicher untersucht.



**Abbildung 3: Versuchsstand Stahlbetonfräsen**

Für die durchgeführten Versuchsreihen wurden die Parameter Schnittgeschwindigkeit, Zahnvorschub und Zustellung (Schnitttiefe) unabhängig voneinander variiert. Bei allen Versuchsreihen konnte festgestellt werden, dass ein direkter Zusammenhang zwischen dem Werkzeugverschleiß, der Schnittgeschwindigkeit und -tiefe sowie dem Zahnvorschub und den Reaktionskräften besteht (Abbildung 4).



**Abbildung 4: Zusammenhänge zwischen Werkzeugverschleiß und Prozessparametern**

Analog dem Konzept der angeregten Hinterschneidung sollen im weiteren Verlauf durch die Konfiguration der Prozessparameter und der bestmöglichen Wahl des Schneidwerkstoffes die Standzeit des Fräswerkzeuges und die Abtragsleistung optimiert werden.

## Ausblick

Um die für das Endwerkzeug relevanten Reaktionskräfte und Standzeiten genauer bestimmen zu können, sind insbesondere für den getrennten Abtrag von unbewehrtem Beton und Stahlbeton weitere Versuche notwendig. So ist z. B. der Einfluss der Betonfestigkeit, die Festigkeit und Größe der Zuschlagstoffe auf die Reaktionskräfte eingehender zu untersuchen. Des Weiteren sind die Prozessparameter zu optimieren, um mit einem minimalen Kraft-/ Energieaufwand die höchste Abtragsleistung zu erreichen.

Im Anschluss an diese Optimierung sollen beide Teilverfahren konstruktiv zu einem Werkzeug kombiniert werden. Ziel ist es ein Werkzeug zu schaffen, das flexibel

einsetzbar ist und ohne manuellen Werkzeugwechsel den Stahlbeton abtragen kann. Gleichzeitig soll eine hohe Abtragsleistung in unbewehrten Bereichen durch die angeregte Hinterschneidung ermöglicht werden.

## **Literaturverweise**

- [1] Kontec 2003, Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle, Fachgruppe Stilllegung, System Decon, Tagungsband S.784 ff., 2003
- [2] Hood, M and Alehossein, H.: A development in rock cutting technology (2000), Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 37, Page 297-305
- [3] Hood, M., Guan, Z., Tiryaki, B. and Karekal, S.: The benefits of oscillating disc cutting (2005), Proceedings of the 2005 Australian Mining Technology Conference, Page 267-278