



**Diamond Tools and Equipment  
for Construction and Infrastructure**

# Abrasive Kettensägen verringern das Rückschlagrisiko beim Schneiden von Rohren in einem Graben

**Studie zeigt, dass abrasive Kettensägen sicherer sind als Trennkreissägen**

Sägenbediener, die einen Rückschlag mit einer Trennkreissäge erlebt haben, werden sagen, dass sie nichts Ungewöhnliches getan haben, sondern ein unerwartetes Phänomen erlebt haben. Derartige Ereignisse finden in nur 20 Millisekunden statt – einem Blinzeln, dem Blitz einer Kamera oder dem Flügelschlag einer Biene. Da die menschliche Reaktionszeit ca. 250 Millisekunden beträgt (mehr als 10 mal länger als ein Rückschlag), haben Bediener keine Chance zu reagieren oder aus dem Weg zu gehen, so dass sie sich oft fragen, was gerade passiert ist und was falsch gelaufen ist.

Abrasive Sägen bergen, wie viele Elektrowerkzeuge, ein inhärentes Risiko, und viele unterliegen auch Regelungen, um ihre grundlegenden und bestimmungsgemäßen Anwendungen abzudecken. Eine Ausnahme ist die fehlende Regelung für die spezielle Art und Weise, wie Trennkreissägen zum Schneiden von Rohren im Graben (z. B. Wasser-/Abwasser-/Regenwasserrohre) verwendet werden, bei der der Bediener den Sägeblattschutz neu positionieren muss, damit er die Arbeit abschließen kann. Infolgedessen birgt diese spezielle Anwendung ernsthafte Gefahren, die durch keine veröffentlichten Sicherheitsstandards vermittelt oder abgedeckt werden.

Da Bauprofis Trennkreissägen für Schneidarbeiten vielerlei Art, darunter auch das Schneiden von Rohren über dem Graben bei Neubauprojekten, verwenden, sind sie mit dem Werkzeug sehr vertraut und neigen dazu, es auch im Graben zu verwenden. Obwohl Trennkreissägen viele sichere und geeignete Anwendungen im Bauwesen haben, sind sie aufgrund ihrer Bauart für das Schneiden von Rohren in einem Graben eine gefährlichere Wahl.

Wenn der Bediener mit einer Trennkreissäge in engen Bereichen unter dem Boden arbeitet, positioniert er sich oft ungünstig und hält die Säge anders; und dies hat eine geringere Kontrolle zur Folge. Außerdem verbleibt am Ende des Schnitts typischerweise nur ein kleiner Materialabschnitt an der Unterseite oder am Bauch des Rohrs, und der Bediener muss den Sägeblattschutz neu positionieren, um Zugang zu haben. An diesem Punkt des Schnitts ist das Rohr am wenigsten stabil, der Sägeblattschutz ist völlig unwirksam, die Rückschlaggefahr ist am höchsten und die direkte Einwirkung des Bediener auf das Sägeblatt ist am riskantesten.

Die Quantifizierung des Risikos und der Gefahren des Rückschlags bei jeder Säge war schon immer eine schwierige Aufgabe. ICS Diamond Tools, ein Geschäftsbereich von Oregon Tool International (frühere Blount), ist seit langem daran interessiert, Rückschlagdaten zu sammeln, um festzustellen, ob und inwieweit alternative Schneidmethoden dazu beitragen könnten, die Gefahr im Graben zu verringern – und wie diese Informationen genutzt werden könnten, um Vorschriften zu erlassen, die die Bedingungen für die Bediener sicherer machen. Um Daten zu sammeln, beauftragte ICS 2017 eine weltweit führende Forschungsuniversität mit der Durchführung einer unabhängigen Studie zur Messung der Unterschiede in der Rückschlagenergie zwischen Trennkreissägen und abrasiven Kettensägen beim Schneiden von Rohren im Graben. Die Ergebnisse dieser Forschung sind in dem begutachteten Artikel "Untersuchung des Rückschlags abrasiver Sägen" zu finden, der 2020 im International Journal of Occupational Safety and Ergonomics veröffentlicht wurde [2] <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1770529>.

**Laut OSHA ist der Rückschlag eine der größten Gefahren bei der Verwendung einer Trennkreissäge.**

**Dabei treten Verletzungen vor allem im Kopf- und Nackenbereich auf – Platzwunden, fehlende Zähne oder sogar Todesfälle können die Folge sein [1].**

**Nach veröffentlichten Untersuchungen hat eine abrasive Kettensäge einen deutlich kleineren Rückschlagbereich und erzeugt fast 50 % weniger Rückschlagenergie als eine Trennkreissäge. Dies macht sie zu einer sichereren Wahl für Bediener, die Rohre im Graben schneiden.**



# Gängige abrasive Sägen zum Schneiden von Rohren

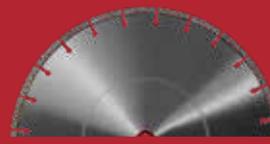
Nur wenige Fachleute bringen Kettensägen mit dem Schneiden von Rohren in Verbindung, und diejenigen, die sie als Option in Betracht ziehen, gehen davon aus, dass das Rückschlagrisiko größer wäre, weil sie es mit dem Rückschlag beim Holzschneiden vergleichen. Dennoch gibt es zwischen den beiden Rückschlagarten deutliche Unterschiede. Diese fehlerhafte Annahme ist neben der Gewöhnung ein weiterer Grund dafür, dass Bediener standardmäßig die Trennkreissäge im Graben verwenden.



Holzschneidekette



Sägeblatt zum Holzschneiden



Abrasives Sägeblatt



Abrasive Kette

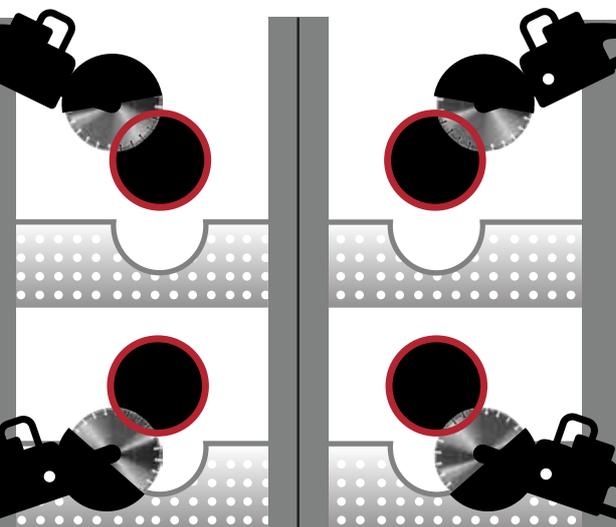
## Was ist Rückschlag?

Die Occupational Safety and Health Administration (OSHA) definiert Rückschlag als ein Ereignis, "bei dem das Sägeblatt das Material 'hochreißt' und zum Bediener zurückschleudert." Da ein Rückschlag schneller als die durchschnittliche menschliche Reaktionszeit abläuft, ist er unkontrollierbar – selbst für den erfahrensten Bediener. Rückschlagereignisse haben nichts mit der Beherrschung des Werkzeugs zu tun, sondern mit der Säge und den speziellen Umständen, in diesem Fall in einem Graben. Außerdem lässt sich der Rückschlag schwer messen. Obwohl dies in einigen Fällen untersucht wurde, ist diese Form des Rückschlags aufgrund der Komplexität des Rohrschneidens in einem engen Graben nicht sehr bekannt oder gut verständlich und wird daher als Gefahr übersehen

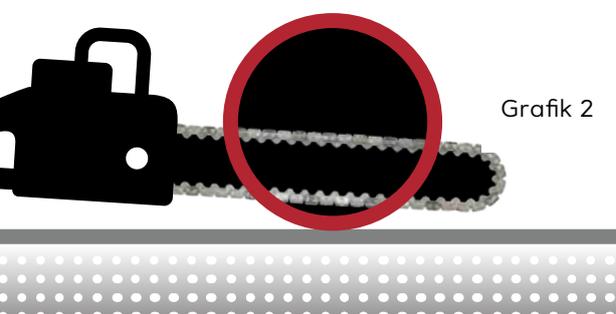
## Vergleich zwischen dem Rückschlag beim Holzschneiden und beim Rohrschneiden:

**Rückschlag beim Holzschneiden:** Entsteht, wenn sich die geschärften Zähne der Holzschneidekette oder des Sägeblattes in das Holz bohren und es erfassen.

**Rückschlag beim Rohrschneiden:** Im Gegensatz zum Rückschlag beim Holzschneiden entsteht dieser Rückschlag nicht durch geschärfte Zähne, die sich in das Arbeitsmaterial bohren. Vielmehr ist die abrasive Kette bzw. das Sägeblatt so konstruiert, dass es durch das Material schleift, so dass es zu einem Rückschlag kommt, wenn es vom Arbeitsmaterial eingeklemmt wird.



Grafik 1



Grafik 2

## Unterschiede zwischen Trennkreissägen- und abrasiver Kettensägen-Methode im Graben

Wenn eine Trennkreissäge zum Schneiden von Rohren in einem Graben verwendet wird, ist mehr Aushub erforderlich, damit der Bediener um beide Seiten des Rohrs herumfahren und unter das Rohr gelangen kann, um einen Schnitt nach oben durchzuführen, der die letzte Rohrschelle entfernt. Um den letzten Schnitt durchzuführen, muss der Bediener den Sägeblattschutz der Trennkreissäge neu positionieren und dabei ist er dem Rückschlagbereich ausgesetzt, in dem das Rohr am ehesten eingeklemmt wird (siehe Grafik 1).

Wenn eine abrasive Kettensäge im Graben verwendet wird, ist weniger Aushub erforderlich, weil die Länge der Schiene eine größere Schnitttiefe bietet – und es dem Bediener außerdem ermöglicht, stehen zu bleiben und einen Schnitt von oben nach unten mit mehr Kontrolle durchzuführen. Aufgrund der Konstruktion der Kettensäge ist die Rückschlagenergie geringer, der Rückschlagbereich ist deutlich kleiner und ein Eingreifen in die Rückschlagbereich ist nicht erforderlich, um den Schnitt zu beenden (siehe Grafik 2).

Das Ziel der unabhängigen Forschung war es, diese beiden Sägetypen, die am häufigsten im Graben verwendet werden, zu vergleichen, ihre Rückschlagenergie zu quantifizieren und eine sicherere Sägelösung zu finden, die die Rückschlaggefahr für den Bediener verringert.



## Warum sind Standards für abrasive Sägen erforderlich?

Rückschlag ist eine der größten Gefahren bei der Verwendung einer Trennkreissäge und kann zu Verletzungen oder sogar zu Todesfällen führen – insbesondere, wenn der Sägeblattschutz neu positioniert wird. OSHA schreibt vor, dass der Sägeblattschutz niemals neu positioniert werden darf [3], dennoch ist dies eine gängige Praxis beim Schneiden von Rohren mit Trennkreissägen, da der Bediener unter dem Rohr schneiden muss, damit er es vollständig durchtrennen kann. Während es für Kettensägen zum Holzschneiden, für die sich Oregon Tool (Blount) in den 1980er Jahren bei der U.S. Consumer Product Safety Commission stark gemacht hat, bereits Vorschriften gibt, fehlen diese für abrasive Kettensägen speziell für Rohrschneideprojekte im Graben.

Wie bereits erwähnt, gibt es keine Regelungen für Trennkreissägen für diese spezielle Anwendung, da der Sägeblattschutz neu positioniert werden muss, um das Rohrschneiden im Graben zu vollenden. Dadurch sind die Bediener dem Rückschlagbereich ausgesetzt, wenn das Rohr am wahrscheinlichsten eingeklemmt wird (siehe Grafik 1 oben). Zu den inhärenten Risiken kommen die Spannungen hinzu, die sich in erdverlegten Rohren im Laufe der Zeit durch die natürlichen Bodenbewegungen aufbauen können. Dies ist zum Teil die Ursache dafür, dass Rohre brechen und repariert werden müssen. Wenn dieselben Spannungen bei Beendigung des Schnitts freigesetzt werden, kann dies auch dazu führen, dass sich ein Rohr unerwartet verschiebt und die Klinge oder Kette einklemmt.

## Forschungsergebnisse zum Rückschlag

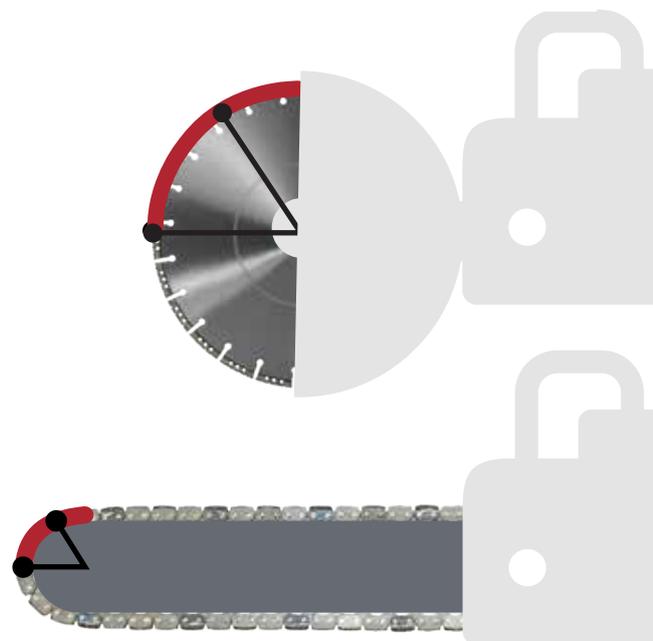
Die unabhängige Forschung, die in dem veröffentlichten Artikel beschrieben wird, untersuchte den durch das Einklemmen verursachten Rückschlag in dem Versuch, die Gefahr eines Rückschlags vorherzusagen. Je niedriger die Rückschlagenergie und je kleiner die Rückschlagbereich, desto unwahrscheinlicher ist das Auftreten eines Rückschlags. Um den durch das Einklemmen verursachten Rückschlag bei Trennkreissägen und abrasiven Kettensägen zu bewerten, wurde ein mathematisches Modell entwickelt und eine Rückschlagmaschine konstruiert, gebaut und getestet. Die Forschung und Datenerfassung konzentrierte sich in erster Linie auf die Untersuchung der Auswirkungen oder Empfindlichkeiten des Anfangskontaktwinkels und der Einklemmkraft auf die resultierende Rückschlagenergie.

**Kontaktwinkel:** Bei realen Rohrschneidearbeiten variieren die Kontaktwinkel je nach Positionierung des Bedieners, der Ausrichtung der Säge und des ausgeführten Schnitts. Der Kontaktwinkel definiert, wo das Einklemmen entlang der Peripherie des Rückschlagbereichs auftritt (siehe Grafik 3). Die höchsten Rückschlagenergien treten tendenziell in einem sehr kleinen Bereich von Kontaktwinkeln auf. Oberhalb und unterhalb dieses Kontaktwinkels der Spitzenenergie fällt die Rückschlagenergie tendenziell schnell ab. Aus der Perspektive der Risikocharakterisierung identifizierten die Forscher die Spitzen-Rückschlagenergie für jede Säge, so dass sich die Datenerfassung auf diese speziellen Kontaktwinkel konzentrierte, die für die Trennkreissäge und die abrasive Kettensäge unterschiedlich waren.

- Die experimentellen Daten stimmten mit dem mathematischen Modell überein, das für die Trennkreissäge mehr Energie über den gesamten Kontaktwinkelbereich vorhersagte und den anfänglichen Kontaktwinkel festlegte, bei dem jede Säge eine Spitzenenergie aufweist.
- Wenn eine Trennkreissäge zum Schneiden des Rohrs verwendet wird, ändern sich die Ausrichtung des Sägeblatts und der Griff des Bedieners an der Säge während des gesamten Prozesses (siehe Grafik 1). Das bedeutet, dass eine Vielzahl von Kontaktwinkeln verwendet werden, einschließlich der Kontaktwinkel, die Spitzenenergien aufweisen.

Grafik 3

- Rückschlagbereich
- Einklemmstelle
- Kontaktwinkel



# Forschungsergebnisse – Fortsetzung

**Einklemmkraft:** Die Einklemmkraft tritt auf, wenn das Arbeitsmaterial das Sägeblatt einklemmt, oft kurz bevor das Rohr vollständig in zwei Teile geschnitten wird.

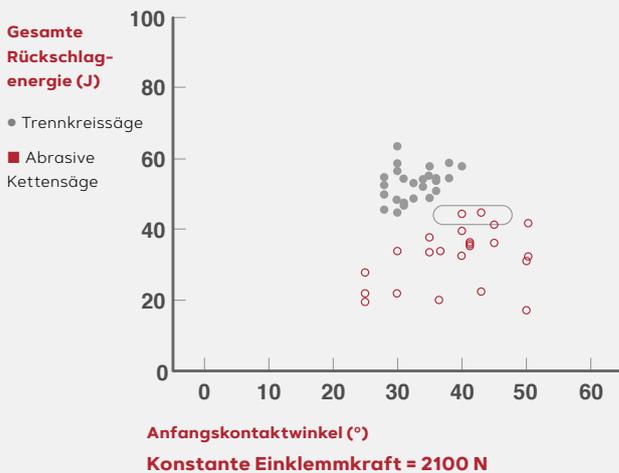
- Bei Tests mit einer mäßig hohen Einklemmkraft (2.100 Newton) blieb die abrasive Kettensäge manchmal mit der Nase im Einklemm-Mechanismus hängen und stoppte die Kette vollständig. Dies deutet auf einen Grenzwert für die Höhe der Einklemmkraft hin und stellt die höchste beobachtete Rückschlagenergie der abrasiven Kettensäge dar (~45 Joule; siehe Grafik 1).
- Umgekehrt blieb die Trennkreissäge bei 2.100 Newton nicht im Einklemm-Mechanismus hängen. Um den Grenzwert für diese Art von Säge besser zu verstehen, wurde die Einklemmkraft schrittweise auf bis zu 4.000 Newton erhöht, bevor die Säge ihre beobachtete maximale Rückschlagenergie (~80 Joule) erreichte. Das war fast doppelt so viel Rückschlagenergie wie bei der abrasiven Kettensäge (siehe Grafik 2). Zur Veranschaulichung der Energie, die bei einem Rückschlag entsteht: ein Fastball, der von einem Elite-Pitcher beim Baseball geworfen wird, hat eine Energie von etwa 110 Joule.
- Bei höheren Einklemmkraften zeigte die abrasive Kettensäge eine größere Veränderung in den Daten als die Trennkreissäge. Dies ist wahrscheinlich auf die Ungleichmäßigkeit der abrasiven Kette zurückzuführen. Die Daten stimmen jedoch immer noch ziemlich genau mit den Vorhersagen des mathematischen Modells überein und sind immer noch gültig für den Vergleich von Rückschlagenergie und Rückschlagrisiko.

## Einklemmkraft



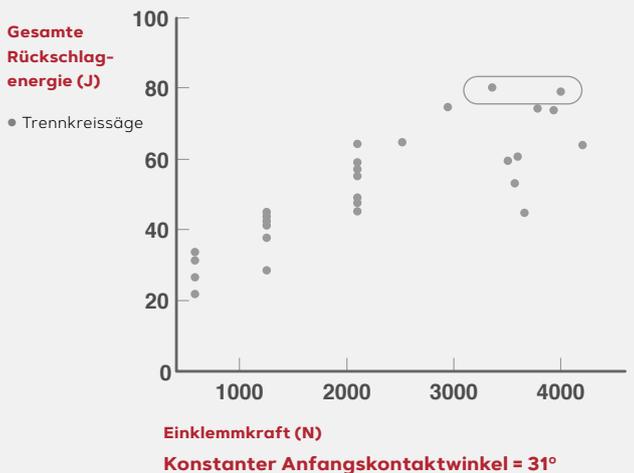
**Grafik 1**

**Gesamte Rückschlagenergie bei konstanter Einklemmkraft - Trennkreissäge im Vergleich zu abrasiver Kettensäge**



**Grafik 2**

**Gesamte Rückschlagenergie bei konstantem Anfangskontaktwinkel - Trennkreissäge**



Lineare und Rotationsdatenbausteine der Rückschlagenergie wurden aus diesen Grafiken entfernt. Diese Informationen finden Sie in dem veröffentlichten Artikel.

## Wichtigste Erkenntnisse

In der Forschungsstudie konnten die Rückschlagenergien einer Trennkreissäge und einer abrasiven Kettensäge verglichen und quantifiziert werden. Die Ergebnisse zeigten, dass die Rückschlagenergie der Trennkreissäge bei gleichen Umgebungsbedingungen fast doppelt so hoch ist wie die der abrasiven Kettensäge. Diese Daten deuten darauf hin, dass die Verwendung einer abrasiven Kettensäge die sicherere Option für das Schneiden von Rohren im Graben im Vergleich zu einer Trennkreissäge ist.

## Wie kann die Gefahr im Graben verringert werden

Zu den anderen alternativen Schneidwerkzeugen, die das Risiko im Graben reduzieren, gehören Guillotine-Sägen, Universal-Rohrschneider, Schnappschneider und dergleichen, die jedoch nicht in diese Untersuchung einbezogen wurden.

Auf <https://www.oregonconstruction.com> können Sie die vollständige unabhängige Forschungsstudie einsehen, sich mit einem Experten in Verbindung setzen, um mehr über sicherere alternative Schneidmethoden zu erfahren oder ein kostenloses Demo anfordern.

[1] <https://www.osha.gov/SLTC/etools/woodworking/kickbacks.html#Common%20Hazards> / <https://www.osha.gov/SLTC/etools/machineguarding/saws/tablesaws.html#Kickbacks>

[2] Steven Burcata, Brian Yuen, Alexander Slocuma & Tal Cohenb (2020) Untersuchung des Rückschlags abrasiver Sägen, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, DOI: <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1770529> <sup>a</sup>Dept. of Mechanical Engineering, <sup>b</sup>Dept. of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA USA

[3] <https://www.osha.gov/Publications/osh3080.html>