

Ultraschallunterstütztes Bohren und Tiefbohren

 VIBROCUT



Klassifikation der Technologie

Fertigungsverfahren:

- Bohren und Tiefbohren

Form:

- 1-dimensional (longitudinal)

Frequenz:

- Hochfrequent (>16.000 Hz) - Ultraschall

Erzeugung:

- Resonant

Orientierung zur Prozesskinematik:

- In Vorschubrichtung

Zielstellung: Verschiebung von Prozessgrenzen und Limitierungen



Qualität



Prozesssicherheit



Produktivität

Physikalische Mechanismen und technologische Effekte

 Materialeffekt	Reduzierung Prozesskräfte	 Erhöhung der Produktivität
	Verminderung Gratbildung	 Verbesserung der Qualität
	Verbesserung Mittenverlauf	 Erhöhung der Werkzeugstandzeit
 Reibung	Reduzierung Werkzeugverschleiß	 Steigerung der Prozesssicherheit
	Verbesserung Spanabtransport	 Kosteneinsparungen
 Kinematik	Verringerung Aufbau- schneidenbildung	

Einteilung der technologischen Effekte und Kundennutzen nach Material



- Technologische Effekte und Nutzen beruhen u.a. auf Materialeffekt
- Materialeffekt und Kraftreduzierung vorrangig bei Nicht-Eisen-Werkstoffen
- Darauf basierende Effekte und Benefits nur bei entsprechenden Werkstoffen
- Für Eisen-Werkstoffe Anwendungsgebiet auf Tiefbohren und Nutzung der Reibungsreduzierung beschränkt
- Hochperformante Anwendungen
 - Aluminium- oder Kupferlegierungen
 - Schwer spanbare Werkstoffe (Titan- od. Nickelbasislegierungen)

	Eisen-Werkstoffe	Nicht-Eisen-Werkstoffe
Prozesskraftreduzierung	-	X
Vorschubsteigerung	-	X
Spanabfuhr	X	X
Spanbruch	(X)	(X)
Erhöhung Werkzeugstandzeit	(X)	X
Gratminderung	-	X
Besserer Mittenverlauf	-	X

Anwendung beim Bohren von Kupferlegierungen (Stecker, Schweißelektroden etc.)

- Material: Kupferlegierung 2.1293 (CuCr1Zr)
- Bohrer / Bohrtiefe: VHM Ø 12 mm / 40 mm
- Schnittwerte: $f = 0,05 \dots 0,25 \text{ mm}$; $v_c = 90 \text{ m/min}$
- Ultraschallparameter: $f_{US} = 17 \text{ kHz}$; $\hat{A} = 12 \dots 20 \mu\text{m}$

➤ **Problemstellung:** Hohe Bearbeitungskräfte

Kundennutzen

- ✓ Prozesskraftreduzierung 52%
- ✓ Stabilerer Prozess



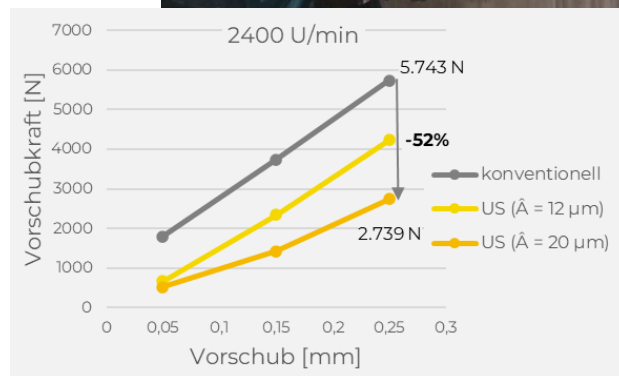
Verbesserte Prozesssicherheit



Produktivitäts- und
Vorschubsteigerung > 50%



Steigerung der Bauteilqualität
(Mittenverlauf)



Anwendung beim Bohren von Aluminiumdruckgusslegierungen (Gehäusebauteile, Zylinderköpfe, Aluminiumfelgen etc.)

- Material: EN AC-42000 (AlSi7Mg)
 - Bohrer / -tiefe: PKD, gerade $\varnothing$ 8 mm / 67 mm
 - Schnittwerte: $f = 0,12 \dots 0,35$ mm; $v_c = 138$ m/min
 - Ultraschallparameter: $f_{US} = 20$ kHz; $\hat{A} = 15 \dots 25$ μ m
- **Problemstellung:** Kostendruck in Serienproduktion

Kundennutzen

- ✓ Prozesskraftreduzierung 55%
- ✓ Stabilerer Prozess



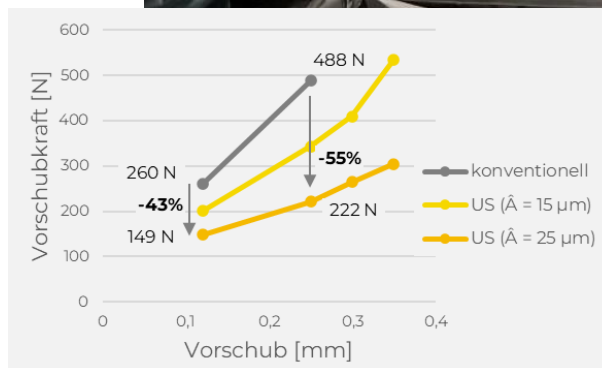
Verbesserte Prozesssicherheit



Produktivitäts- und
Vorschubsteigerung > 50%



Steigerung der Bauteilqualität
(Mittenverlauf)



Anwendung beim Bohren von Aluminiumknetlegierungen (Fahrwerks und Strukturbauteile in der Luftfahrt)

- Material: EN AW-7075 (AlZn5,5MgCu)
- Bohrer / -tiefe: VHM gerade $\varnothing$ 8 mm / 20 mm
- Schnittwerte: $f = 0,07 \dots 0,2$ mm; $v_c = 200$ m/min
- Ultraschallparameter: $f_{US} = 27$ kHz; $\hat{A} = 12 \dots 20$ μ m

➤ **Problemstellung:** Instabilitäten durch Spanabfuhr

Kundennutzen

- ✓ Prozesskraftreduzierung 24...39%
- ✓ Stabilerer Prozess durch bessere Spanabfuhr



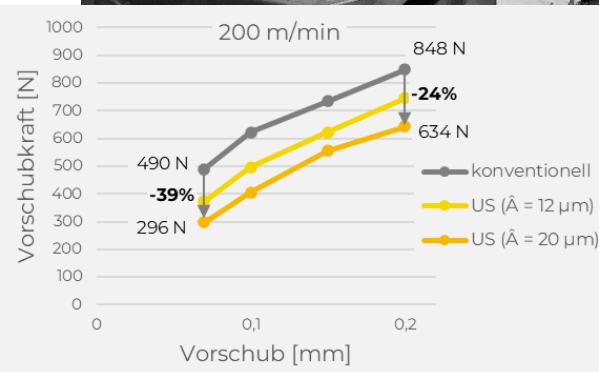
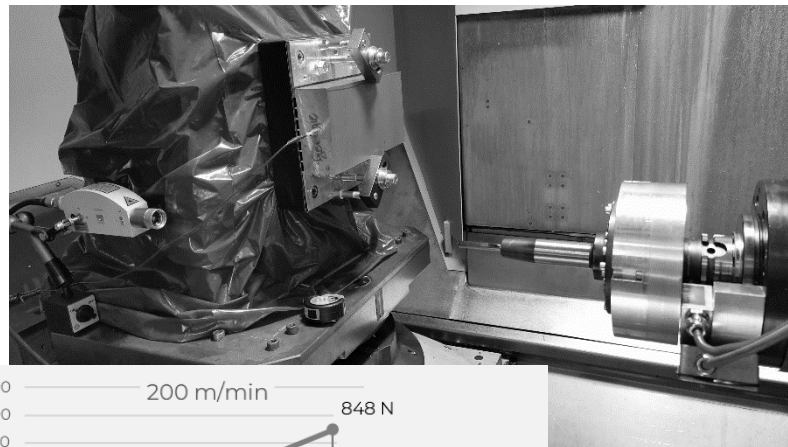
Verbesserte Prozesssicherheit



Produktivitäts- und
Vorschubsteigerung > 50%



Steigerung der Bauteilqualität
(Mittenverlauf)



Anwendung beim Bohren von Aluminiumknetlegierungen (Fahrwerks und Strukturbauteile in der Luftfahrt)

- Material: EN AW-7075 (AlZn5,5MgCu)
- Bohrer / -tiefe: VHM gerade Ø 8 mm / 20 mm
- Schnittwerte: $f = 0,07 \dots 0,2 \text{ mm}$; $v_c = 200 \text{ m/min}$
- Ultraschallparameter: $f_{US} = 27 \text{ kHz}$; $\hat{A} = 12 \dots 20 \text{ }\mu\text{m}$

➤ **Problemstellung:** Instabilitäten durch Spanabfuhr

Kundennutzen

- ✓ Prozesskraftreduzierung 24...39%
- ✓ Stabilerer Prozess durch bessere Spanabfuhr



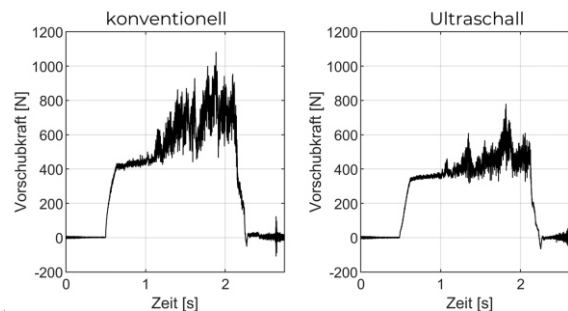
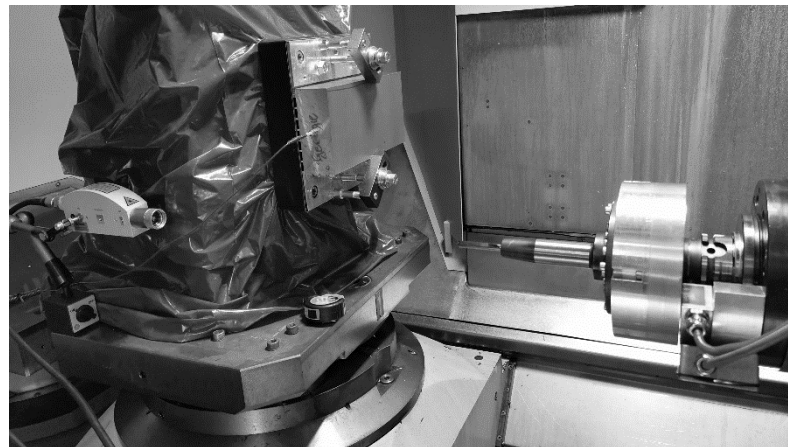
Verbesserte Prozesssicherheit



Produktivitäts- und
Vorschubsteigerung > 50%



Steigerung der Bauteilqualität
(Mittenverlauf)



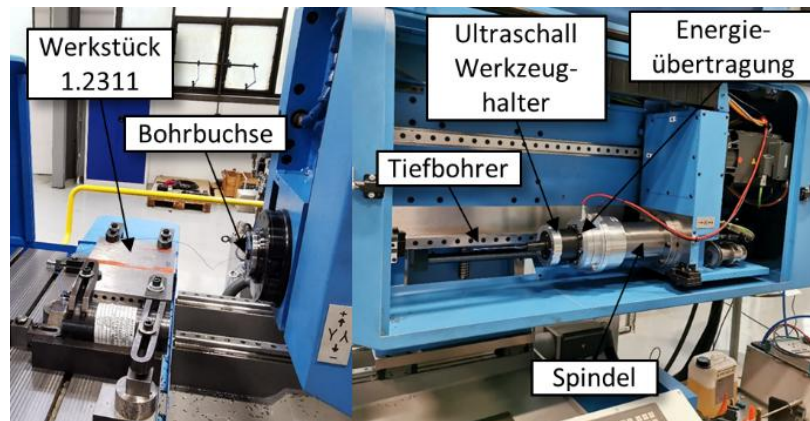
Anwendung beim Tiefbohren von Werkzeugstahl (Formen für den Werkzeugbau)

- Material: Werkzeugstahl 1.2311 (40CrMnMo7)
- Bohrer / -tiefe: ELB Ø 6 mm / 160 mm
- Schnittwerte: $f = 0,06 \text{ mm}$; $v_c = 51 \text{ m/min}$
- Ultraschallparameter: $f_{US} = 19,5 \text{ kHz}$; $\hat{A} = 5,7 \text{ }\mu\text{m}$

➤ **Problemstellung:** Instabilitäten durch Spanabfuhr

Kundennutzen

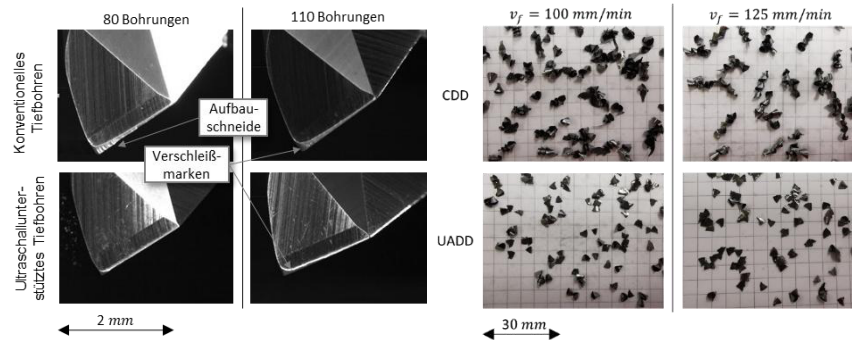
- ✓ Stabilerer Prozess durch bessere Spanform und -abfuhr
- ✓ Reduzierung des Werkzeugverschleiß



Verbesserte Prozesssicherheit



Höhere Werkzeugstandzeit



Anwendung beim Tiefbohren von Werkzeugstahl (Formen für den Werkzeugbau)

- Material: Werkzeugstahl 1.2311 (40CrMnMo7)
- Bohrer / -tiefe: ELB Ø 6 mm / 160 mm
- Schnittwerte: $f = 0,06 \text{ mm}$; $v_c = 51 \text{ m/min}$
- Ultraschallparameter: $f_{US} = 19,5 \text{ kHz}$; $\hat{A} = 5,7 \text{ }\mu\text{m}$

➤ **Problemstellung:** Instabilitäten durch Spanabfuhr

Kundennutzen

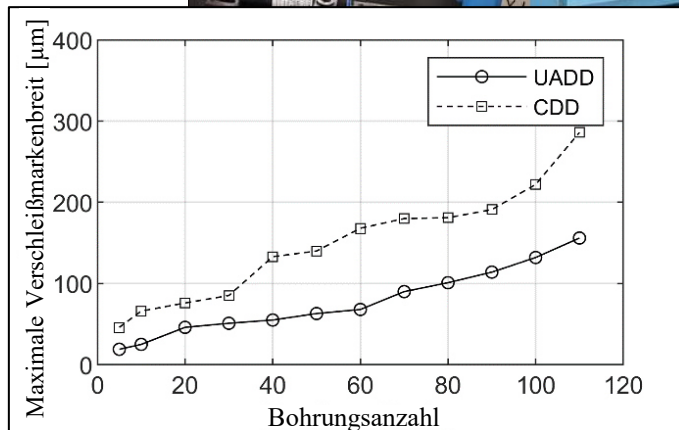
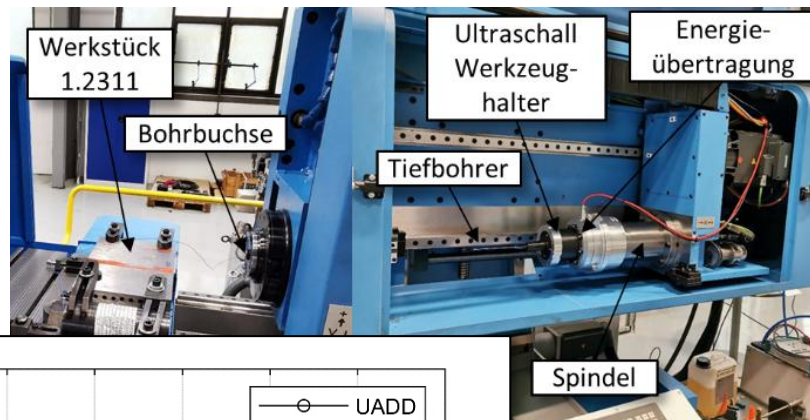
- ✓ Stabilerer Prozess durch bessere Spanform und -abfuhr
- ✓ Reduzierung des Werkzeugverschleiß



Verbesserte Prozesssicherheit



Höhere Werkzeugstandzeit



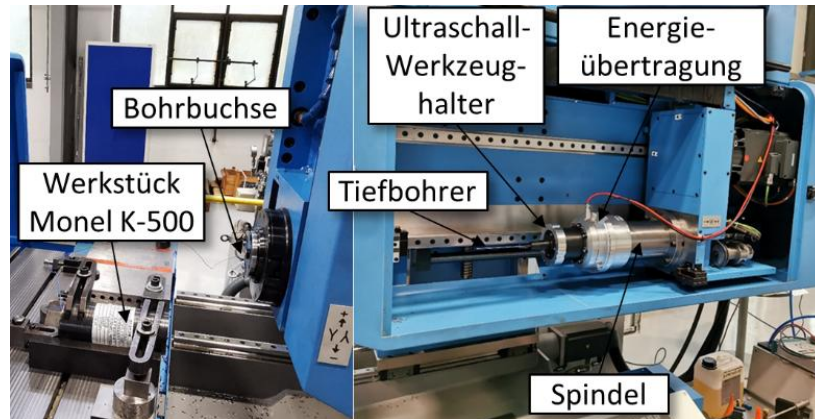
Anwendung beim Tiefbohren von Nickelbasislegierungen (Bohrköpfe, Triebwerkskomponenten etc.)

- Material: Monel k-500 2.4375
- Bohrer / - tiefe: ELB Ø 6 mm / 145 mm
- Schnittwerte: $f = 0,011\text{mm}$; $v_c = 30\text{ m/min}$
- Ultraschallparameter: $f_{us} = 19,5\text{ kHz}$; $\hat{A} = 4,5\text{ }\mu\text{m}$

➤ **Problemstellung:** Instabiler Prozess / hoher Verschleiß

Kundennutzen

- ✓ Realisierung stabiler Tiefbohrprozesses
- ✓ Reduzierung des Werkzeugverschleiß



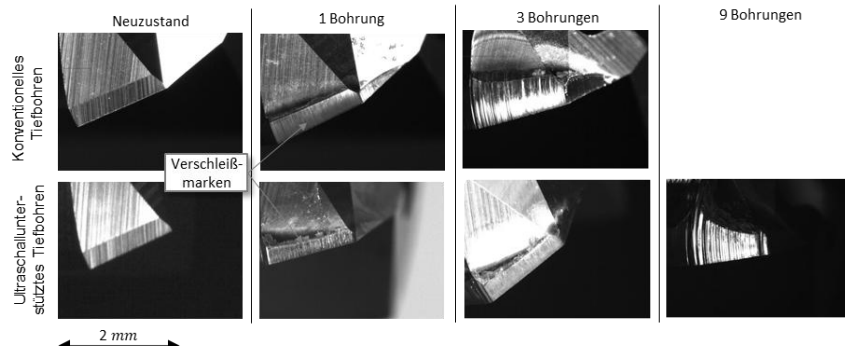
Verbesserte Prozesssicherheit
(Stabiler Tiefbohrprozess)



Produktivitäts- und
Vorschubsteigerung



Höhere Werkzeugstandzeit
(durch Ultraschall 300%)



Anwendung beim Tiefbohren von Nickelbasislegierungen (Bohrköpfe, Triebwerkskomponenten etc.)

- Material: Monel k-500 2.4375
- Bohrer / - tiefe: ELB Ø 6 mm / 145 mm
- Schnittwerte: $f = 0,011\text{mm}$; $v_c = 30\text{ m/min}$
- Ultraschallparameter: $f_{US} = 19,5\text{ kHz}$; $\hat{A} = 4,5\text{ }\mu\text{m}$

➤ **Problemstellung:** Instabiler Prozess / hoher Verschleiß

Kundennutzen

- ✓ Realisierung stabiler Tiefbohrprozesses
- ✓ Reduzierung des Werkzeugverschleiß



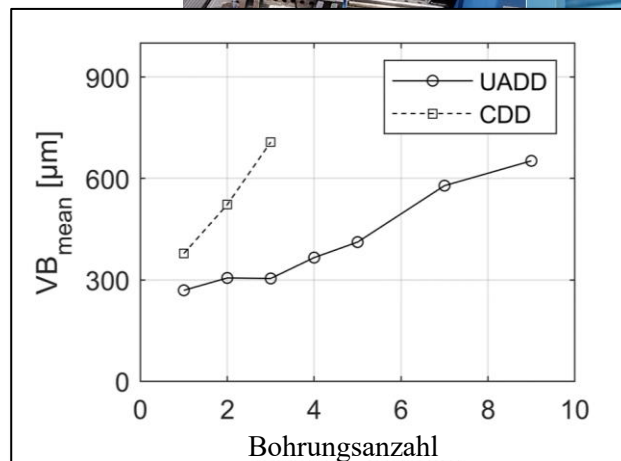
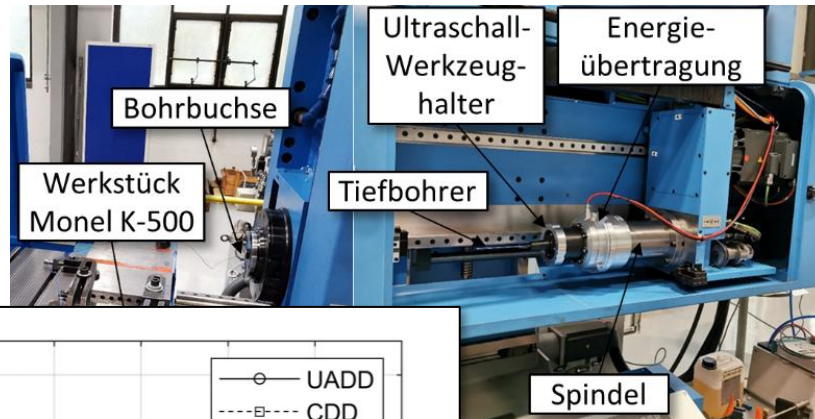
Verbesserte Prozesssicherheit
(Stabiler Tiefbohrprozess)



Produktivitäts- und
Vorschubsteigerung



Höhere Werkzeugstandzeit
(durch Ultraschall 300%)



Vorteile beim Einsatz von VibroCut *ultrasonic* beim Bohren und Tiefbohren



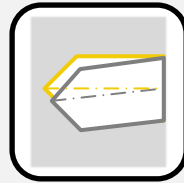
Erhöhung der Schnittwerte und Produktivität



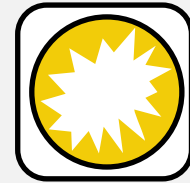
Erhöhung der Prozesssicherheit



Erhöhung der Werkzeug-
standzeit



Verbesserung des Mitten-
verlaufs



Reduzierung der Grat-
bildung

ROI < 1 Jahr

ROI Kalkulator: <https://vibrocut.de/kosteneinsparung-mit-vibrocut-ultrasonic-test/>

ROI < 1 Jahr



Steigerung Produktivität



Erhöhung Werkzeugstandzeit



Erhöhung TCO und OEE



Verbesserung Prozesssicherheit



Reduzierung Gratbildung



Verbesserung Mittenverlaufs

Berechnungsbeispiel Vorschuberrhöhung



Maschinenstundensatz: 75 €/h



Planbelegungszeit: 6000 h/Jahr
750 Schichten/Jahr



Anteil Hauptzeit Bohren an Taktzeit 45%
Steigerung des Bohrvorschubs
25...100%

ROI < 1 Jahr

Vorschub- erhöhung	Produktivitäts- steigerung	Einsparung pro Maschine
25%	9,0%	40.500 €
50%	15,0%	67.500 €
100%	22,5%	101.250 €

<https://vibrocut.de/kosteneinsparung-mit-vibrocut-ultrasonic-test/>

Kontaktdaten



Dr.-Ing. Oliver Georgi

✉ oliver.georgi@vibrocut.de

☎ +49 371 335656-0



VibroCut GmbH

📍 Annaberger Str. 240
09125 Chemnitz
Germany

💻 www.vibrocut.de



*„VibroCut combines
technique and technology
for hybrid machining“*

