

## Effizientes Doppel

Zwei Bettfräsmaschinen von MTE erhöhen bei BBG mannlose Laufzeiten. | 26

## NCF-Check

Was bringt 2021? So schätzen VDW und VDMA die Aussichten ein. | 12

## Werkzeuge

Im Sonderteil viel Neues von Arno, Mapal, Walter, Horn, Saazor, Gühring | 41

# Die besseren Sägezähne

Nie mehr nachschleifen: Die SawTec-2.0-Sägeblätter bestückt Boehlerit mit Wendeschneidplatten. | 14



## Titan richtig zerspanen

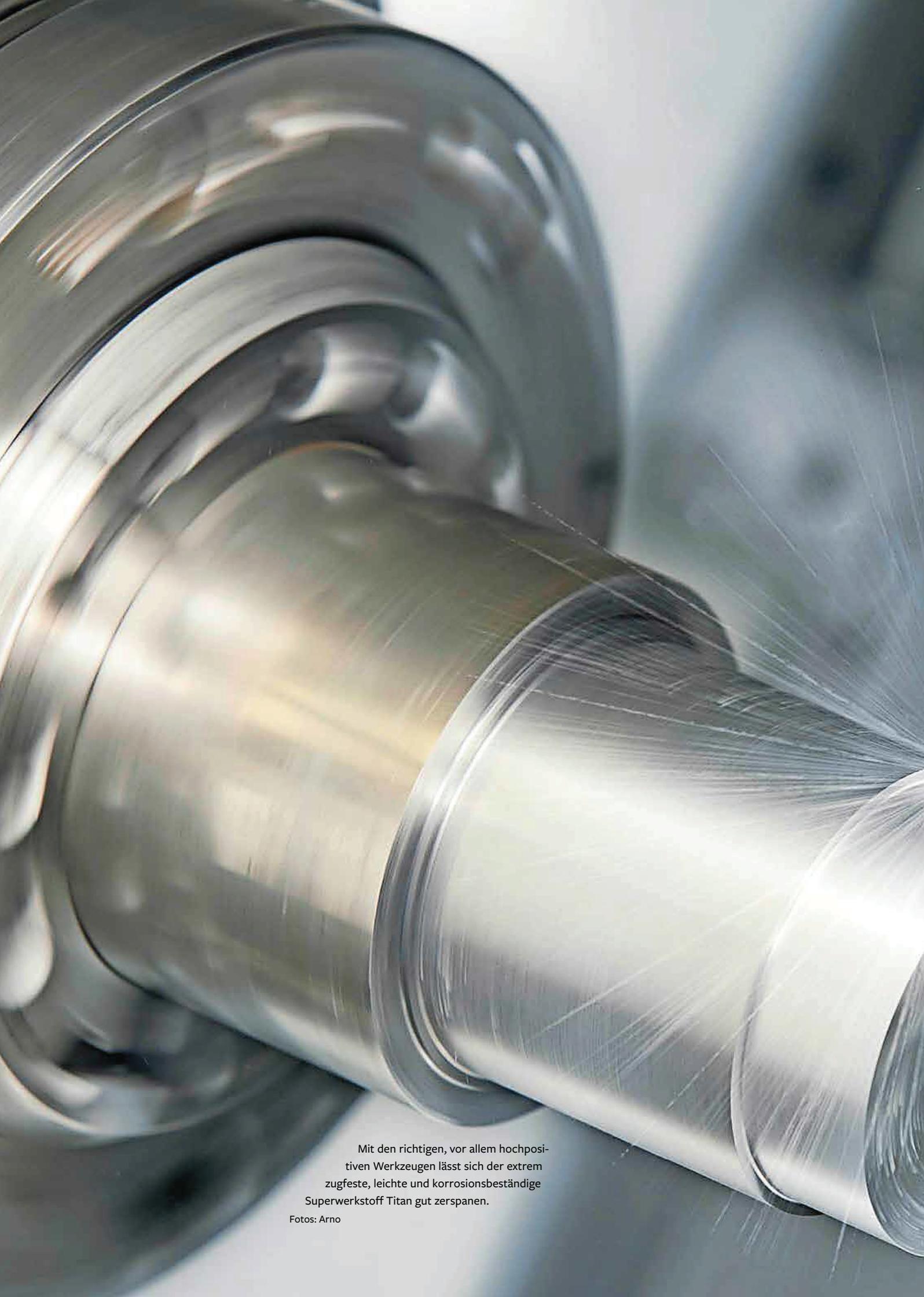
Arno hat die passenden Werkzeuge zum Zerspanen der ‚Werkstoff-Diva‘ | 42

## Besser IT7 in einem Schuss

Der dreischneidige Drill-Reamer bohrt und reibt in einem Arbeitsgang | 46

## Die Zukunft

Neue Wege und Chancen der Zerspanung skizziert Matthias Rommel | 52



Mit den richtigen, vor allem hochpositiven Werkzeugen lässt sich der extrem zugfeste, leichte und korrosionsbeständige Superwerkstoff Titan gut zerspanen.

Fotos: Arno



# Die ‚Werkstoff-Diva‘ richtig zerspanen

Titan ist ein echter Superwerkstoff – aber mit Allüren. Wer Titan wirtschaftlich zerspanen will, muss die Besonderheiten des Werkstoffs genau kennen und berücksichtigen – vor allem bei der Auswahl der Werkzeuge.

JÜRGEN FÜRST

**W**er den Superwerkstoff Titan schon einmal zerspannt hat, weiß auch, dass er wie eine Diva zickt, wenn man ihn nicht richtig behandelt.

Ob der Chemiker Heinrich Klapproth das Element Titan wegen göttlicher Eigenschaften nach dem Göttergeschlecht der griechischen Mythologie benannt hat, ist nicht verbürgt. Fakt ist, dass ihn seine Eigenschaften zum Superwerkstoff machen. Extrem zugfest, sehr leicht und überragend korrosionsbeständig vereint Titan, was bei anderen Werkstoffen oder Legierungen Zielkonflikte auslöst. Weil Titan darüber hinaus auch antimagnetisch und biokompatibel ist und selbst aggressivste Medien ihm nichts anhaben können, ist der teure Werkstoff in immer mehr Branchen und Anwendungen beliebt. Titan kostet etwa drei bis fünf Mal mehr als Werkzeugstahl. Logisch, dass man da Ausschuss vermeiden will. Für die Herstellung von Präzisionsdrehteilen für die Luft- und Raumfahrt, chemische Industrie, Fahrzeugbau oder Medizintechnik sind deshalb abgestimmte Werkzeuge erforderlich. Nur so können auch widerspenstige Titanlegierungen in die gewünschte Form gebracht werden.

## Titanschrauben für den 1.500-PS-Bugatti

Mit diesen Allüren quält die Titan-Diva die Werkzeuge: extrem schlechte Wärmeleitfähigkeit (Grafik), Späne brechen nicht, eine ausgeprägte Neigung zum Kleben, ein niedriges Elastizitätsmodul ( $Ti6Al4V = 110 \text{ kN/mm}^2$ ,  $Stahl Ck45 = 210 \text{ kN/mm}^2$ ). Weil nur ganz wenige in die Verlegenheit kommen dürften, Titanschrauben für den 1.500 PS starken Über-Sportwagen Bugatti Chiron zu fertigen, betrachten wir einmal beispielhaft die Fertigung einer Welle mit Gewinde und Einstich aus der gängigen Titanlegierung  $Ti6Al4V$  Grade 5/23, wie sie in der Medizintechnik gebraucht wird. Mit einer Zugfestigkeit von  $R_m = 990 \text{ N/mm}^2$ , einer Streckgrenze  $R_e = 880 \text{ N/mm}^2$ , einer Härte HV zwischen 330 und 380 sowie einem Dehnungsfaktor  $A_5D$  von etwa 18% wird sie für Implantate in der Medizintechnik genauso eingesetzt wie für Luftfahrtanwendungen (3.7164) oder für industrielle Anwendungen (3.7165). Mit den 6% Aluminium und den 4% Vanadium sowie als ELI (extra low Interstitials) mit extra kleinen Zwischenräumen weist die Legierung eine sehr gute Biokompatibilität auf, von der praktisch keine allergischen Reaktionen bekannt sind.

## Die Wärme muss raus aus der Schneidzone

Gefordert wird eine hohe Oberflächengüte, wieder-



Für die Herstellung von Präzisionsdrehteilen aus Titan sind für dessen Bearbeitung abgestimmte Werkzeuge erforderlich. Weil die Späne beim Zerspanen von Titan nicht brechen, ist die richtige Werkzeugauswahl gerade zum Gewindedrehen besonders wichtig.

Durch den Einsatz geschliffener, hochpositiver Wendeschneidplatten reduziert sich der Schnittdruck.

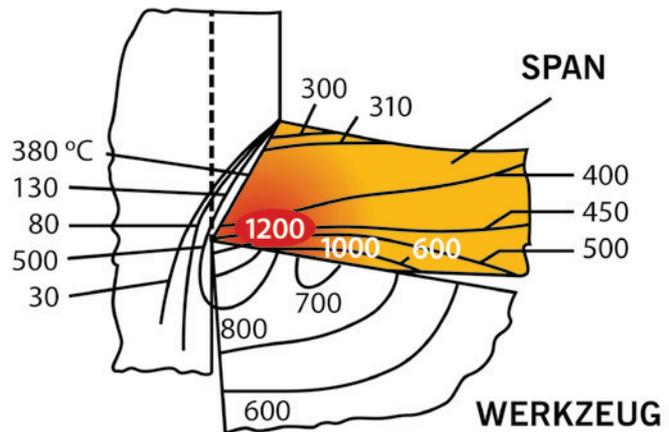
holgenaue Prozesssicherheit und ein kontrollierter Spanabfluss und das ganze bei kurzen Prozesszeiten und eventuell einem hohen Zeitspannvolumen. Wer nun davon ausgeht, dass beim Drehen der Großteil der Wärme normalerweise über den Span abgeleitet wird, erlebt gleich die erste Überraschung: Weil Titan Wärme sehr schlecht leitet wird sie nicht über den Span aus der Schneidzone abgeführt. Und bei den  $1.200 \text{ }^\circ\text{C}$  und mehr, die in der Schnittzone herrschen, ‚verbrennt‘ das Schneidwerkzeug schnell. Folgende Maßnahmen helfen vordergründig: Kühlmittel direkt in die Schneidzone führen, die Schnittkraft durch eine scharfe Schneide reduzieren und Schnittgeschwindigkeit an den Prozess anpassen.

## Die richtigen Werkzeuge bringen längere Standzeiten

Echter Fortschritt ergibt sich jedoch mit der Auswahl des richtigen Werkzeugs. Weil die Wärme über die Schneide sowie den Kühlschmierstoff abgeführt werden muss und nicht wie bei Stahl über die Späne, muss ein kleiner Teil des Schneidkeils extrem hohe thermische und mechanische Beanspruchungen aushalten. Durch den Einsatz geschliffener, hochpositiver Wendeschneidplatten reduziert sich der Schnittdruck. Polierte Spankammern, bei Bedarf mit der passenden Beschichtung, minimieren darüber hinaus die Reibung beim Spanabfluss. Diese drei Parameter verringern die Wärmeentwicklung beim Zerspanen. Wenn nur weniger Wärme entsteht, und diese durch optimale Kühlmittelzufuhr weiter reduziert wird, erhöht sich die Standzeit des Werkzeugs oder es kann im Umkehrschluss die Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  wieder erhöht werden.

So weit, so gut. Weil die Späne der Diva jedoch nicht brechen wollen, drohen weitere Schwierigkeiten. Ein endloser Span wickelt sich um Werkstück, Werkzeug oder Spannfutter und wird so zur Gefahr für Mensch und Maschine. Abhilfe schafft eine Änderung der Drehrichtung mit Umkehrung der Schneidenlage,

## WERKSTÜCK



Weil Titan Wärme sehr schlecht leitet wird sie nicht über den Span aus der Schneidzone abgeführt. Und bei den 1.200 °C und mehr, die dort herrschen, kann das Schneidwerkzeug schnell ‚verbrennen‘.



Der Werkzeughersteller Arno Werkzeuge verfügt über eines der größten Sortimente an hochpositiven Wendeschneidplatten samt passenden Werkzeughaltern.

wenn der Aufbau der Maschine das erlaubt. Zeigt die Schneide nach unten, fällt der Span frei nach unten und ist aus der Gefahrenzone. Allerdings muss bei schwerer Schruppbearbeitung und nicht ganz stabiler Maschine vorher geprüft werden, ob sich die Schnittkraft in das Maschinenbett ableiten lässt. Ist der Span aus der Bearbeitungszone, kann er auch den Prozess nicht störend beeinflussen.

### Werkzeughersteller, die auch beraten, unterstützen Prozesse

Wer bei der richtigen Werkzeugauswahl für die Titanzerspannung auf Nummer sicher gehen will, schaut sich am besten bei einem Hersteller um. Manche bieten nicht nur die geeigneten Werkzeuge, sondern helfen auch, indem sie ihre Anwendungserfahrungen beratend einbringen. So verfügt beispielsweise der 1941 gegründete Werkzeughersteller Arno Werkzeuge nicht nur über eines der größten Sortimente an hochpositiven Wendeschneidplatten, sondern hat auch die erfahrenen Anwendungsberater, die ihr Wissen gerne bei Kunden in die Fertigungsprozesse einbringen.

Die hochpositiven Wendeschneidplatten sind



Große Platten-Auswahl: Arno Werkzeuge führt kostengünstige und zuverlässige Problemlöser für die leichtere Zerspannung bis zu den Spezialgeometrien für hervorragende Spankontrolle und absolute Prozesssicherheit.

scharf genug, um die Schnittkraft gering zu halten und bieten bei Bedarf dank Verrundung eine ausgezeichnete Kantenstabilität. Gegen die schlechte Wärmeleitfähigkeit des exotischen Werkstoffs sind sie durch passende Hightech-Beschichtungen bestens gewappnet. Kostengünstige und zuverlässige Problemlöser für die leichtere Zerspannung bis zum Schruppen sind die negativen Wendeschneidplatten mit den Geometrien EX, NFT, NMT und NMT1. Zusätzlich eignen sich die positiven Wendeschneidplatten mit den Geometrien PSF und PMT1 optimal für die mittlere Bearbeitung von Superlegierungen. Gemeinsam ist allen, dass sie bei zähem Material durch hohe Kerbverschleißfestigkeit und Hitzebeständigkeit überzeugen.

Spezielle Geometrien sorgen für eine hervorragende Spankontrolle und damit für absolute Prozesssicherheit. Am Ende des Tages sind engagierte Titanzerspanner und Arno-Kunden immer gut vorbereitet. Denn schließlich weiß man ja nie, ob nicht ein Bugatti-Ingenieur anruft. ■

» Web-Wegweiser: [arno.de](http://arno.de)

## IGUANA DER BRILLANTE

Unsere High-End-Mehrschneider im kleinen Durchmesserbereich mit diamantbeschichteten lasergeschärften Schneidkanten - jetzt auch mit Helix und Schaftkühlung erhältlich.

Die schärfsten ihrer Art.

[www.zecha.de](http://www.zecha.de)

