



1 Mit dem Gewindeformer Punch Tap von Emuge-Franken fertigt die Audi AG in ihrem ungarischen Werk Győr die Gewinde zweier V6-Motor-Komponenten bis zu 75 Prozent schneller als bisher

© Emuge-Franken

Gewindewerkzeuge

## Ausgereifte Serienlösung

Seit 1993 produziert und seit 2001 entwickelt Audi Hungaria in Győr Antriebe für die Audi AG und weitere VW-Gesellschaften. Heute deckt man den kompletten Automobil-Fertigungsprozess ab. Ein Lieferant von Gewindewerkzeugen für die Produktion ist Emuge-Franken.

Michael Hobohm

**R**und zwei Millionen Antriebe und fast 165 000 Autos hat die Audi Hungaria Zrt. 2019 im ungarischen Győr produziert. 70 Prozent der Motoren waren Drei- und Vierzylinder- und rund 20 Prozent Sechszylinder-Otto- und -Dieselmotoren. Auf Fünf-, Acht- und Zehnzylindermotoren entfielen etwa zwei Prozent, auf elektrische Achsantriebe schon etwa acht Prozent.

Gefertigt werden fünf Otto- und drei Dieselmotorvarianten sowie eine E-Antriebs-Familie mit 63 bis 470 kW Leistung. Aktuell werden in Győr der Audi TT Coupé, der Audi TT Roadster sowie der Audi Q3 und der Audi Q3 Sportback gefertigt. 2019 kamen die Modelle Q3 mit elektrifiziertem Antriebstrang hinzu (Hybrid-Technologie).

Teil der Produktpalette ist ein 3,0-Liter-V6-Benzinmotor, der zuerst im Audi S5 und im RS5 verbaut wurde, nun aber auch im Porsche Macan, im VW Touareg und in diversen S- und RS-Modellen von Audi. Die Produktion dieses TFSI-Motors startete 2016 auf einer komplett neuen Fertigungslinie.

### Innovatives Punch-Tap-Gewinden wurde von Beginn an integriert

Als ein Bearbeitungsschritt in dieser Linie wurde dort von Beginn an das Gewindeformen mit dem Verfahren Punch Tap von Emuge-Franken integriert. Dem waren detaillierte Untersuchungen zum Verfahren vorausgegangen. Nachweise zur Qualität sowie zur statischen, dynamischen und



2 In der Fertigung dieses 3,0-Liter-Sechszylinder-TFSI-Motors spielt die Gewindeformer Innovation ihre Stärken aus © Audi AG



3 Prozesssicherheit geht vor: Christian Beer, Entwicklungsingenieur bei Emuge-Franken, prüft den Verschleißzustand eines Punch-Tap-Werkzeugs © Emuge-Franken

Dauerfestigkeit gehörten ebenso dazu, wie Untersuchungen zur Montierbarkeit und zur Montagefestigkeit bis hin zu den Laufeigenschaften und zur Freigabe des kompletten Motors.

Dass Gewinde heute in Győr bevorzugt geformt werden, gehört zu den grundsätzlichen Strategien der Audi Hungaria Zrt. Außerdem wird zunehmend mit Minimalmengenschmierung (MMS) gearbeitet. Hauptgründe dafür, dass Audi die Punch-Tap-Technologie in die Linie integrierte, waren die Spannfreiheit des Verfahrens und die mögliche Zeit- und Energieeinsparung. Speziell beim Punch Tap kommt hinzu, dass der Werkzeugweg im Vergleich zum klassischen Gewindeformen oder -schneiden deutlich kürzer ist und so massiv Zeit eingespart wird. Aufgrund

des kurzen Werkzeugwegs werden zudem im Gewindezyklus maximal 90 Prozent Energieeinsparung erzielt.

**Bei jedem der 200 Gewinde wird 0,7 s Fertigungszeit eingespart**

Mit dem Punch-Tap-Tool werden die beiden Zylinderköpfe sowie das Zylinderkurbelgehäuse des V6 bearbeitet. Beide Bauteilgruppen bestehen aus Aluminiumguss unterschiedlicher Legierung. So bestehen die Zylinderköpfe aus AlSi7Cu0,5Mg, die Kurbelgehäuse jedoch aus AlSi8Cu3. Zu formen sind an beiden Komponenten überwiegend M6-Gewinde. Am kompletten Motor sind es fast 200. Es gibt jeweils eine separate Fertigungslinie, in die das Gewinden auf G320- und G520-Bearbeitungszentren der Firma

Grob mit Siemens-Steuerung eingetaktet ist. Wie allgemein beim Gewinden, ist auch hier eine Flankentoleranz von 6H sicherzustellen; der Gewindekern ist in 7H zu realisieren. Beide Vorgaben werden mit dem Punch Tap sicher eingehalten, und das gilt auch für die Anforderungen an die Oberflächenqualität. Dabei steht für das Formen der unterschiedlich tiefen Gewinde eine nutzbare Gewindetiefe bis  $3 \times D$  zur Verfügung. Weil das Werkzeug stabil gespannt werden muss, hat Emuge-Franken für den Punch Tap den Werkzeughalter PT-Synchro entwickelt.

## INFORMATION & SERVICE



### ANWENDER

**Audi Hungaria Zrt.**  
H-9027 Győr  
Tel. +36 96 66 1000  
[www.audi.hu/de/](http://www.audi.hu/de/)

### HERSTELLER

**Emuge-Werk Richard Glimpel GmbH & Co. KG**  
91207 Lauf  
Tel. +49 9123 186-0  
[www.emuge-franken.com](http://www.emuge-franken.com)

### AUTOR

**Dr.-Ing. Michael Hobohm** ist freier Fachjournalist in Bad Endorf  
[info@hobohm-tt.de](mailto:info@hobohm-tt.de)

Ein Plus an Performance:

Gehäuselose Motoren revolutioniert.

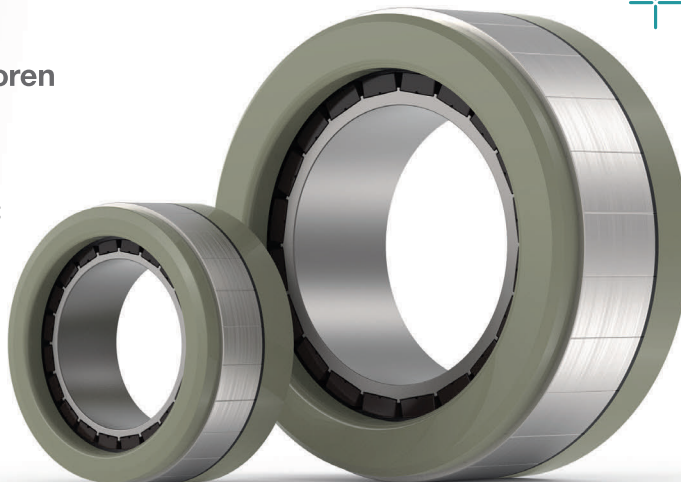
Hohes Drehmoment

Integrierbarkeit

Dynamik

Flexibilität

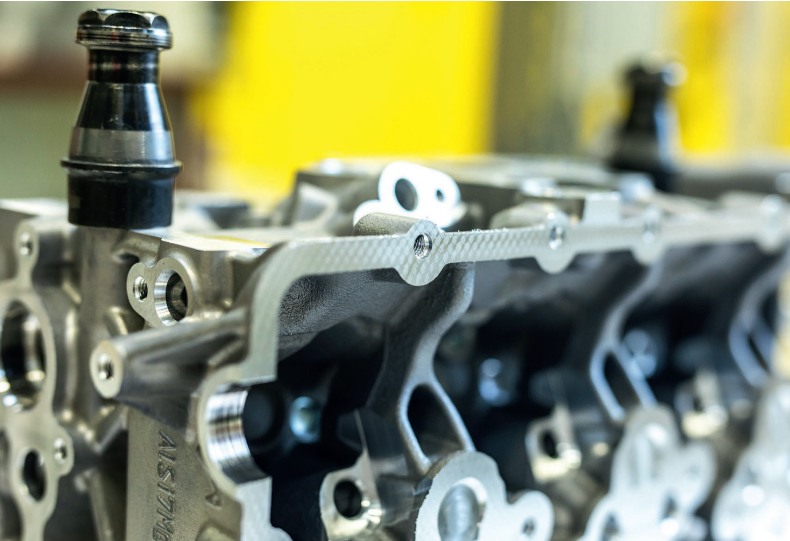
Konnektivität



Unsere cyber® kit line eröffnet Ihnen neue Freiheiten bei der Maschinenkonzeption:

- + 3 Baulängen je Baugröße
- + 60V & 600V Design
- + 2 massenträgereoptimierte Hohlwellenvarianten
- + Integrierte Temperatursensoren
- + Optionale Hall-Sensoren





Die Punch-Tap-Technologie stellt neben dem klassischen Gewindebohren, -formen und -fräsen eine weitere originäre Technologie zur Herstellung von Innengewinden dar. Vergleicht man den Werkzeugweg des Punch Tap mit dem herkömmlicher Gewindebohrer oder -former, fällt er bei einem M6-Gewinde mit 15 mm nutzbarer Gewindetiefe rund 15-mal kürzer aus. Daraus resultiert eine Zeiteinsparung im Gewindezyklus von bis zu 75 Prozent.

Der Punch Tap fährt im ersten Schritt helikal in das Werkstück ein und erzeugt vor dem eigentlichen Gewinden eine Helikalnute bei simultaner Einführung des Werkzeugs auf Gewindetiefe. Im zweiten Schritt wird dann durch die spezielle Zahngeometrie über eine halbe Drehung in einem Schritt das Gewinde geformt, bevor das Werkzeug im dritten Schritt wieder herausfährt. So ergibt sich im Vergleich zu konventionellen Verfahren eine Verkürzung des Werkzeugwegs um 90 Prozent. Die letztlich realisierte Zeitersparnis hängt vom konkreten Gewinde ab.

»Bei Audi haben wir pro Gewinde 0,7 Sekunden im Vergleich zum konventionellen Gewindeformen eingespart«, berichtet Attila Bugár, im Bereich Technologieentwicklung tätig sowie mit der Entwicklung der Punch-Tap-Technologie und der Standzeitoptimierung in den Fertigungslinien befasst. »Je nach Gewindetiefe wurde die Prozessdauer von 1,3 auf 0,6 oder von 1,2 auf 0,5 Sekunden reduziert.«

2016 hatte Audi auf der AMB verkündet, dass man die Fertigung des V6 mit dem Punch Tap startet. Seither wurden Werkzeug und Prozessführung systematisch optimiert. Zum Beispiel die Warmbehandlung des Schnellschneidstahls, um so die Härte und die

Zähigkeit zu harmonisieren. »Optimiert wurden aber auch die Geometrie, die Beschichtung und das Finishing«, sagt Christian Beer, Entwicklungsingenieur bei Emuge-Franken. »Beschichtungstests etwa hatten belegt, dass die AlSi8Cu3- und AlSi7Cu0,5Mg-Legierungen ein abweichendes Verschleißverhalten zeigen. Für die Zylinderkopfbearbeitung wurde daher in der Folge eine TiN-Beschichtung zum Einsatz gebracht, für das Kurbelgehäuse eine TiAlN-Schicht mit speziellem Finish.«

#### **Auch ohne Kühlschmierstoff wird prozesssicher gefertigt**

Mit der Implementierung des Punch Tap machte Emuge-Franken den Prozess auch MMS-sicher. War das Verfahren bis dahin vor allem mit Emulsion praktiziert worden, sollte die junge Technologie nun erstmals mit MMS in Serie aufgesetzt werden. »Für den Punch Tap benötigen wir eine gute Schmierung, weil alle Gewindegänge zugleich im Eingriff sind und folglich ein hohes Drehmoment auftritt«, nennt Audi-Experte Peter Kopton, Erfinder

4 Ungefähr 200 M6-Gewinde werden in die zwei Zylinderköpfe und das Kurbelgehäuse eines jeden Motors mit Punch Tap prozesssicher eingebracht, und das mit einer Toleranz 6H beim Flanken- und 7H beim Kerndurchmesser

© Emuge-Franken

von Punch Tap, den Knackpunkt.

»Schnell stellte sich jedoch heraus, dass der Punch Tap auch unter diesen Bedingungen prozesssicher arbeitet. Das Fazit: Der Punch Tap funktioniert mit MMS sehr robust in der Serie und bringt hohe Standmengen.« Die Erklärung dafür sei, dass das Werkzeug einen sehr kurzen Arbeitsweg zurücklegt. Bei dieser halben Gewindedrehung würden keine Aufschweißungen an den Gewindegängen entstehen. Zugleich sei der Druck auf den Einzelzahn hoch, sodass sich eine große Umformzone ausbildet; das wirkt Aufschweißungen entgegen.

#### **Spitzenstandmengen erreicht von bis zu 250 000 Gewinden**

Seit vier Jahren wird nun in Győr der V6-Motor in Serie gefertigt, von Beginn an mit Punch Tap – prozesssicher und mit ausgereifter Standzeit. Aktuell werden mit einem Werkzeug im Zylinderkopf 200 000 Gewinde geformt; beim Zylinderkurbelgehäuse sind es 90 000. »Und das mit einem HSS-Werkzeug«, so Nándor Nárai, technischer Berater bei Emuge-Franken Hungaria.

Das Ende der Entwicklung sei das allerdings nicht. So erwäge man für das Gehäuse eine Anhebung der Gewindegänge auf 120 000. Die Tests dazu wurden schon abgeschlossen, und es ist sicher, dass sich 120 000 Gewindegänge formen lassen. »Die Diskussion ist momentan, ob die Linie dafür umgestellt wird«, berichtet Zsolt Hulik, der für die Optimierung der Toolstandzeit an der Fertigungslinie Zylinderkurbelgehäuse V6 Otto EA839 zuständig ist. Dazu Csaba Bittmann: »Im Zylinderkopf sind Spitzenstandzeiten von 250 000 Gewindegängen keine Ausnahme.« Csaba Bittmann



5 Dietmar Hechtle (rechts), Emuge-Franken: »Vom Schneidstoff über die Geometrie und die Beschichtung bis hin zur Finishbearbeitung haben wir den Punch Tap in mehreren Stufen für die Serienfertigung optimiert«

© Emuge-Franken



6 Das Team in Győr (von links): Csaba Bittman und Zsolt Hulik (Audi Hungaria Zrt.), Nándor Nári (Emuge-Franken), Attila Bugár (Audi Hungaria Zrt.) und Peter Kopton (Audi AG)

© Emuge-Franken

begleitet die Absicherung der Werkzeugstandzeit an der parallelen Zylinderkopf-Fertigungslinie.

Als neues Verfahren eingeführt, hat sich Punch Tap als hocheffiziente Technologie für die Massenproduktion erwiesen, die in anspruchsvollem Umfeld

prozesssicher läuft und lange Standzeiten bringt. »Das Verfahren ermöglicht die genannten Zeit- und damit Investitionseinsparungen, und der laufende Betrieb verursacht keine höheren Kosten als ein konventionelles Werkzeug«, schätzt Kopton ein. Nach vier

Jahren in der Serie präsentiert sich das Punch-Tap-Verfahren aktuell mit einem deutlich höheren Technologiestatus.

Den Weg dorthin hat Emuge-Franken von Beginn an begleitet. Bis heute steht ein Techniker in Győr als Ansprechpartner zur Verfügung. Peter Kopton: »Die enge Zusammenarbeit zeigt sich auch in einer Entwicklungspartnerschaft, bei der wir neue Bohr- und Gewindevverfahren entwickeln. Aktuelles Beispiel ist Taptor, eine neue Gewindetechnologie, die einen Spiralmit einem Gewindebohrer vereint und so eine massive Einsparung an Bearbeitungszeit ermöglicht.«

Dietmar Hechtle, Leiter Technisches Büro bei Emuge-Franken, stimmt zu: »Die enge Partnerschaft und Offenheit hat diese Entwicklung überhaupt erst ermöglicht. Der Kunde ist unsere Inspiration. Er zeigt uns, welche Bauteile in den nächsten fünf bis zehn Jahren bearbeitet und welche Werkzeuge dafür benötigt werden. Bei Audi führte diese Zusammenarbeit zu einer innovativen Technologieentwicklung. ■

HANSER



## Wer wagt gewinnt!

- Bietet konkrete Einstiegshilfen mit Dos and Don'ts
- Enthält Interviews mit erfahrenen Führungskräften aus verschiedenen Branchen und Bereichen
- Mit Selbstlerntools, Entscheidungs- und Kommunikationshilfen, die speziell auf die Bedürfnisse von neuen Führungskräften abgestimmt sind



Holl | Führung wagen

Entscheidungs- und Kommunikationshilfen für angehende Führungskräfte

ISBN 978-3-446-46341-7. 216 Seiten. € 29,99

Mehr Informationen und online bestellen unter [www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)





10 Werkzeugmaschinen

## 5-Achs-BAZ fertigen Medizinteile automatisiert rund um die Uhr



28 Präzisionswerkzeuge

## Punch-Tap-Gewinden bringt Schwung in die Fahrzeugbranche

### STANDPUNKT

3 Schluss jetzt mit 2020

### BRANCHE

6 News

### TECHNOLOGIE

#### Werkzeugmaschinen

- 10 Potenziale nutzen  
(Udo Hipp)
- 14 Die Zukunft ist digital
- 16 Tausendstel, die heilen helfen  
(Claudio Tacchella)

#### Präzisionswerkzeuge

- 18 Aktiv den Wandel meistern
- 22 Nur das Ganze zählt
- 25 Tief und schnell gebohrt

#### Verfahren

- 26 Drehprozessregelung in der Radsatzbearbeitung  
(Berend Denkena, Benjamin Bergmann und Heiko Blech)
- 26 Servoventile finishen

### SPECIAL

## 27 Bohren-Reiben-Gewinden

Bohrungen und Gewinde zählen neben der Geometrie zu den wichtigsten Funktionselementen nahezu jeden Bauteils.

- 28 Ausgereifte Serienlösung  
(Michael Hobohm)
- 32 Vielkünstler bewährt sich
- 34 Optimale Kontakte
- 36 Präzision im Handumdrehen

