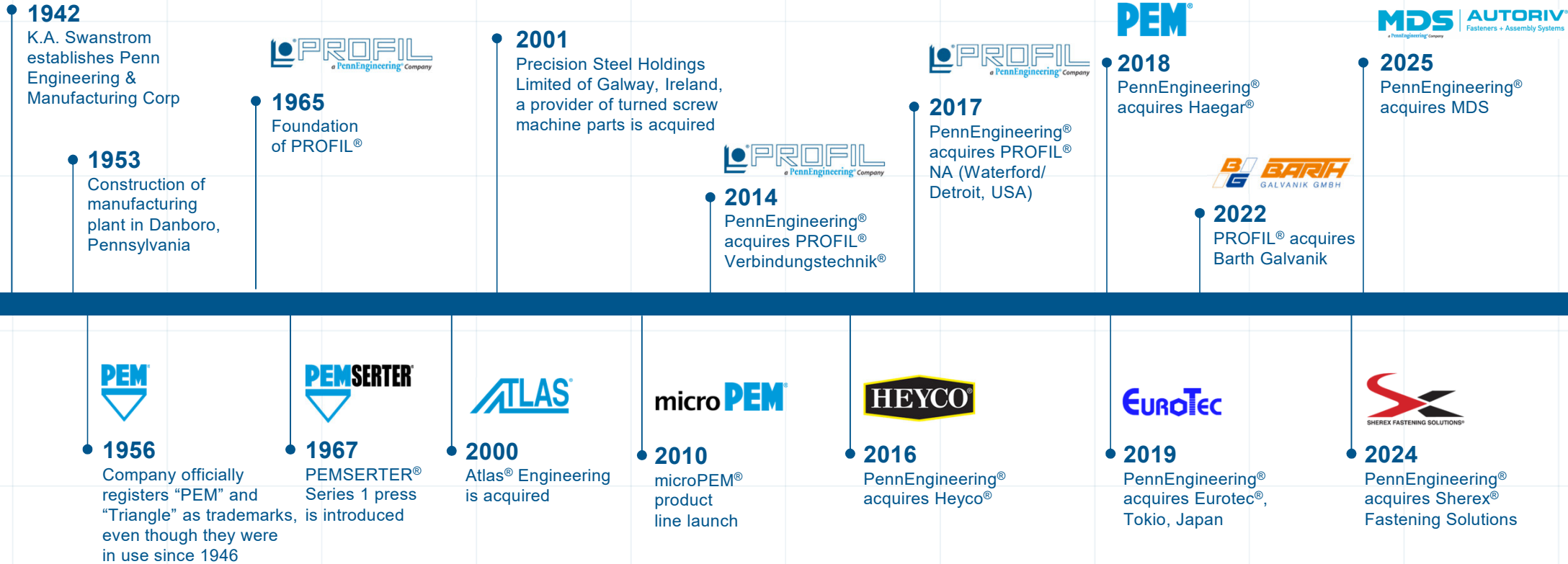


- THETA[®] i - Motivation und Prozess

PROFIL, TOX, Dr. Ewald Nelken



PennEngineering® Group



System Supplier PROFIL – Head Quarter / Manufacturing Sites / Sales & Customer Service

PROFIL Global:

1.8bn

Fasteners p.a.

6.9m

Per day

50+

Years expertise

490

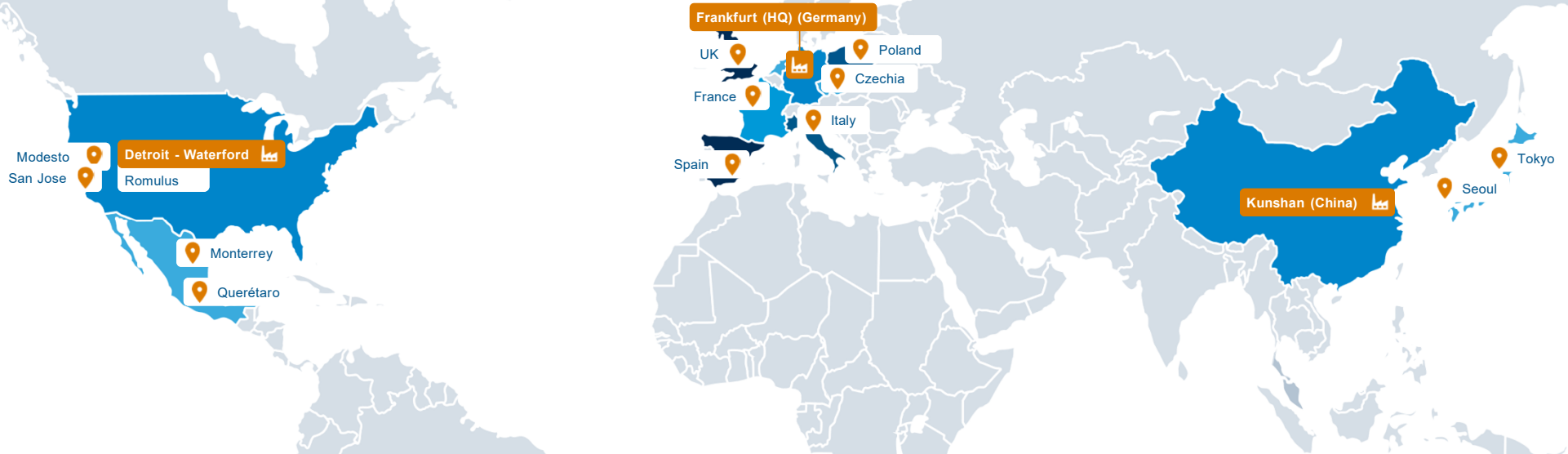
Employees

77

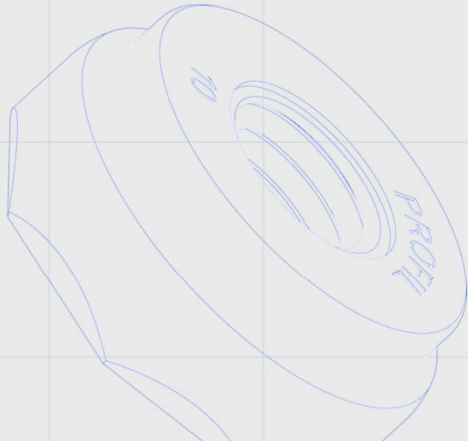
Engineers

3

Production plants: Fulda (GER), Waterford (US), Kunshan (CN)

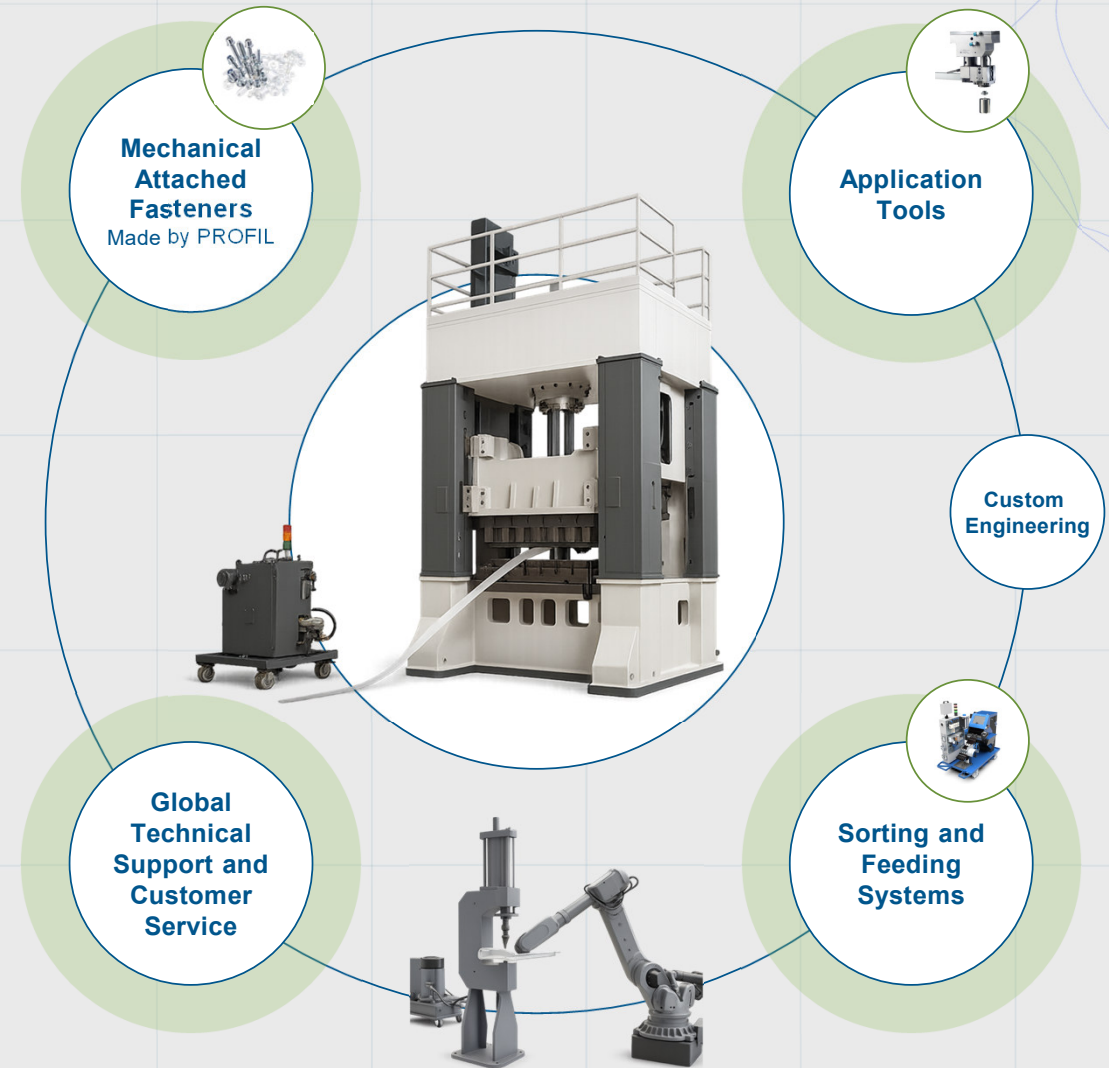


Total Solutions out of One Hand - Closed Loop System

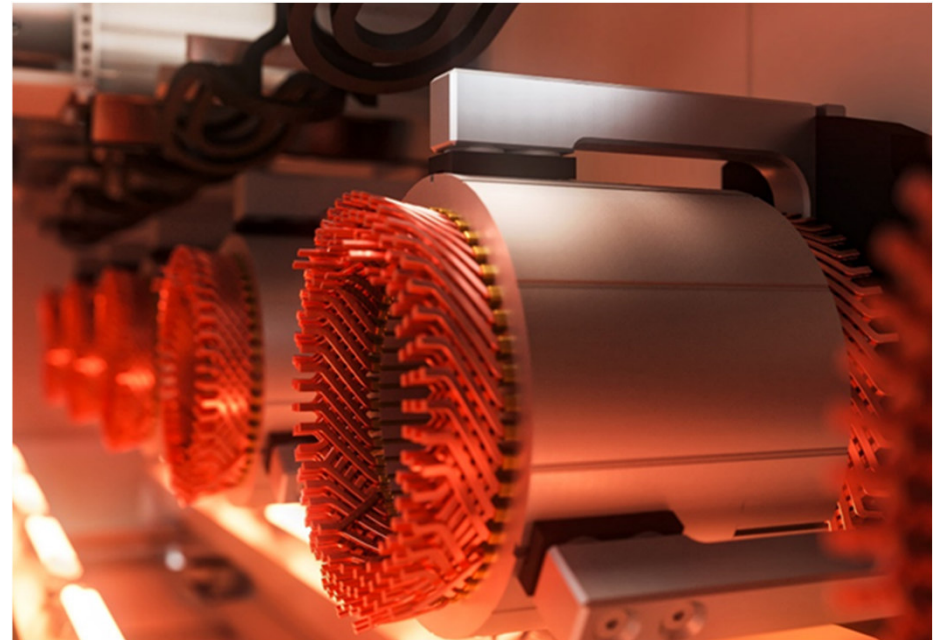


Perfect process knowledge allows only PROFIL to design, deliver and support the fastener and application equipment suited to your needs.

Thus, **PROFIL** takes the complete system responsibility for your in-die or body-shop applications.



- Familienunternehmen seit 1903
- 66 Jahre in induktiver Erwärmung
- 5 Niederlassungen
- 4.500 m² Produktionsfläche
- Flexible Kapazitätsanpassung
- Spezialisiert auf maßgeschneiderte Sonderlösungen im Automobilsektor





DR. EWALD NELKEN GMBH
IHR PARTNER FÜR DIE INDUKTIVE ERWÄRMUNG

ENGINEERING

INDUKTOREN UND ERSATZTEILE

SCHLÜSSELFERTIGE KOMPLETTANLAGEN

HOCHSTROMTECHNIK

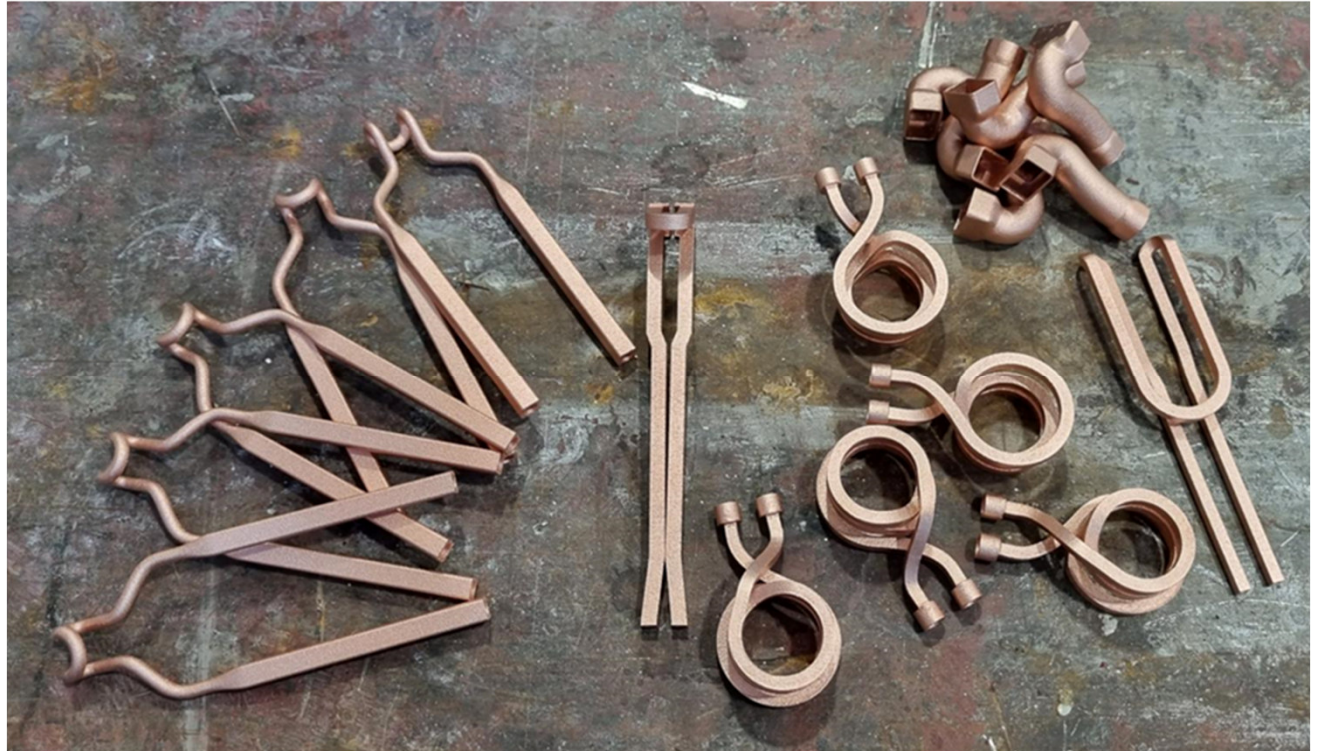
ELEKTROMOBILITÄT

SERVICE

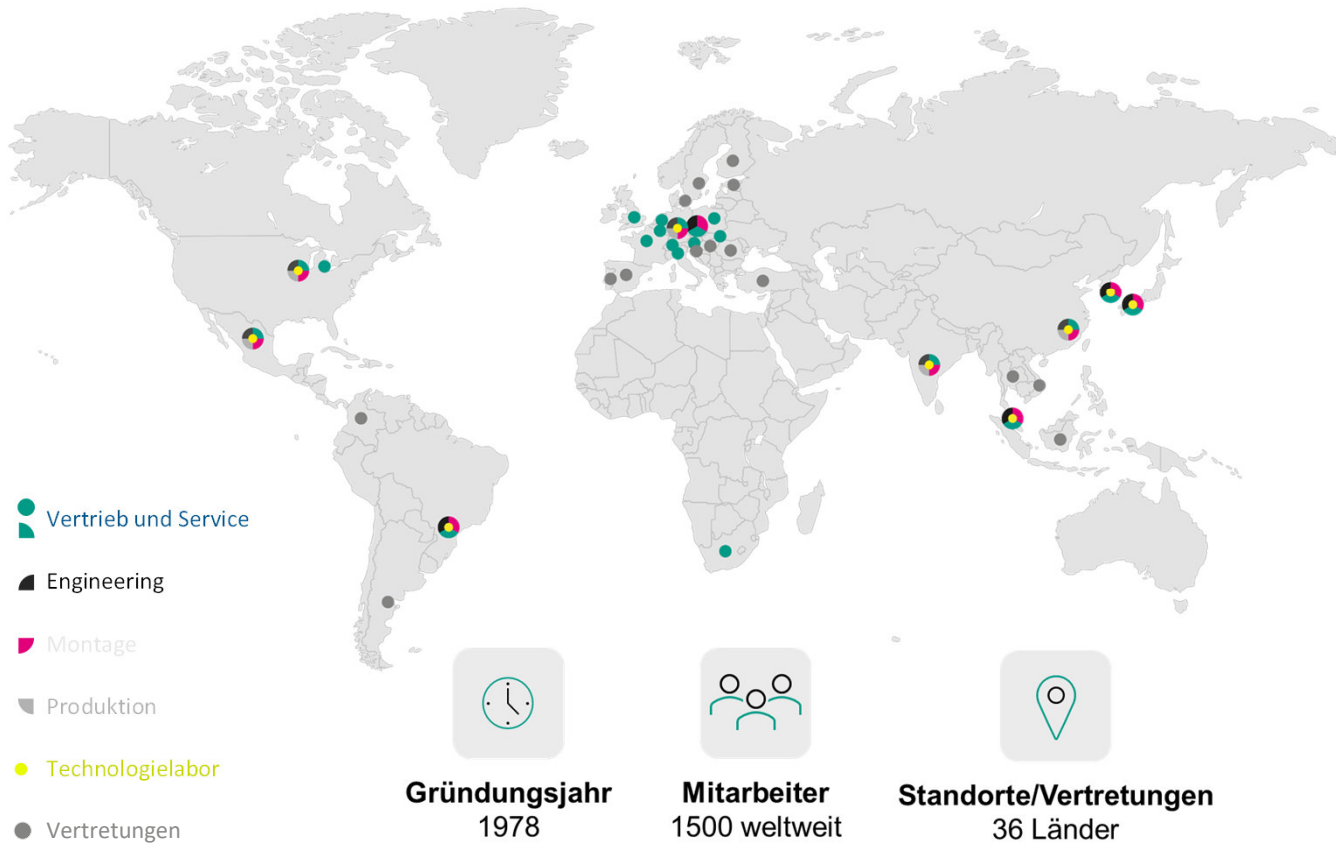
The central graphic features a large gear with two crossed hammers on top. Surrounding this central logo are six distinct icons, each representing a service area: 1. A laptop displaying a technical drawing with a checklist, labeled 'ENGINEERING'. 2. A puzzle piece containing a coil, labeled 'INDUKTOREN UND ERSATZTEILE'. 3. A key and a wrench, labeled 'SCHLÜSSELFERTIGE KOMPLETTANLAGEN'. 4. A circuit board with a gauge, labeled 'HOCHSTROMTECHNIK'. 5. A car with a lightning bolt and a coil, labeled 'ELEKTROMOBILITÄT'. 6. A car with a clock and a wrench, labeled 'SERVICE'.

- Schmieden
- Drahtproduzenten
- Röhrenwerke
- Gießereien
- Automobilindustrie
- Kettenwerke
- Federwerke
- Zahnrad- und Getriebehersteller
- Walzbetriebe
- Elektromotorenhersteller

Dr. Ewald Nelken GmbH – 3D-Druck von Reinkupfer



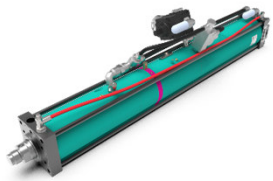
TOX® PRESSOTECHNIK – Weltweite Standorte und Kompetenzen



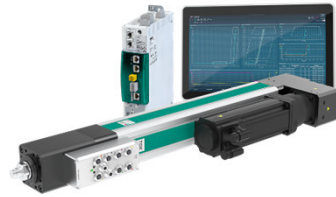
Als hundertprozentiges Familienunternehmen repräsentieren die Gesellschafter Eugen Rapp, Susanne Eberhardt und Stefanie Reich die aktuelle Generation von TOX® PRESSOTECHNIK.



Komponenten



Pneumohydraulische Antriebe
TOX® Kraftpaket



Elektrische Servopresse
TOX® ElectricDrive

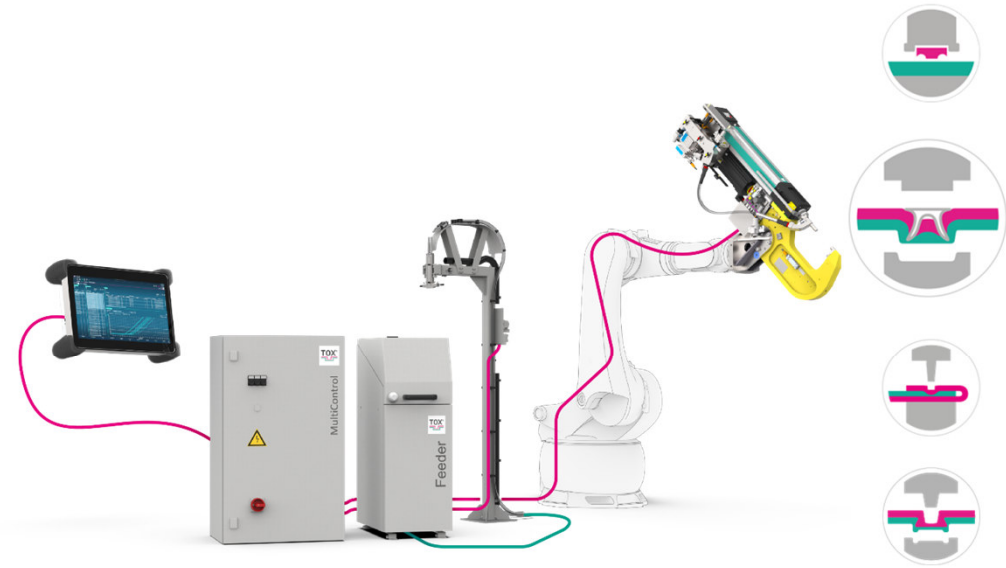


Software &
Prozessüberwachungen



Clinchwerkzeuge

Technologiesysteme

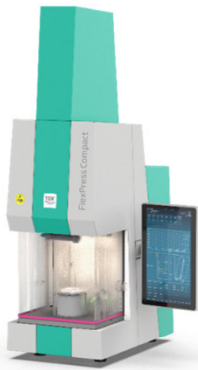


Multi Technology Platform
Systemlösungen für die automatisierte
Verbindungstechnik

Pressen & Maschinen



TOX®
FinePress

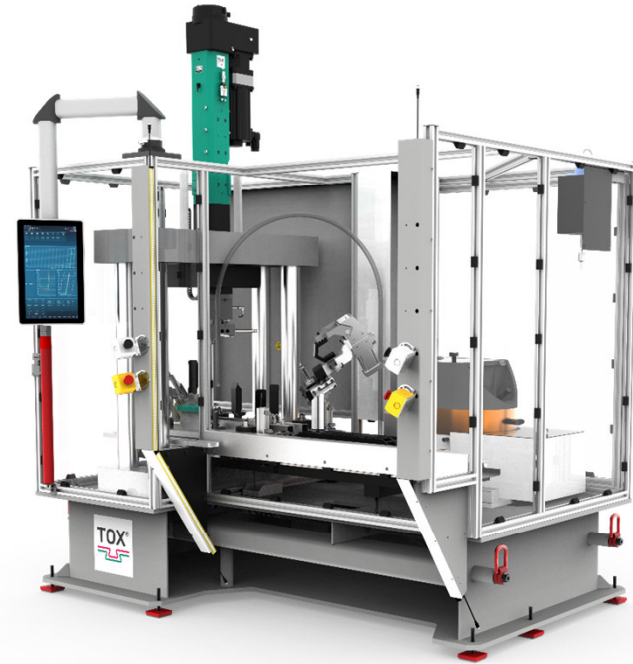


TOX®
FlexPress Compact

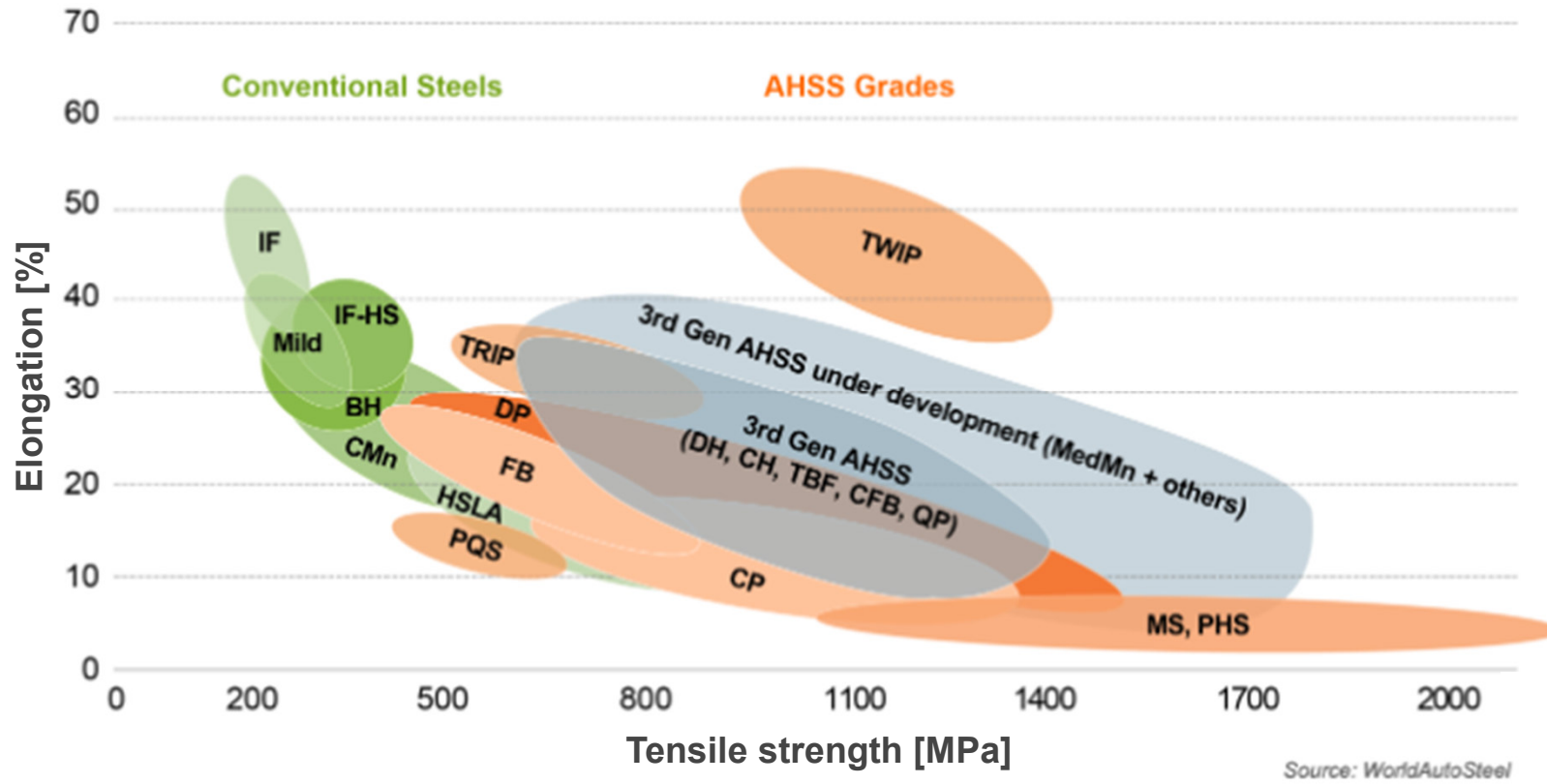


TOX®
FlexPress Station

Sondermaschinen



Individuelle Sondermaschinen nach Kundenanforderungen



Press Hardened Steel (PHS)

- Most common alloy: 22MnB5
- Others: 20MnB4, 34MnB5
- Trade names:
 - ArcelorMittal (Market leader)
USIBOR (1200 / 1500 / 2000)
 - Thyssenkrupp Steel Europe
MBW (1500 / 1900)
 - Voestalpine (BMW)
PHS ultraform
 - SSAB
Docol PHS 1500
 - BENTELER
BTR165
 - ...

Typical surface treatments:

- Without
- Coating
 - Aluminium Silicon (AlSi)
 - Zinc (Zn)

Status quo – Gewindeelemente für Warmformstähle

Schweißelemente



SLV - München

1000 µm

Separater Prozess

Negativer thermischer Einfluss auf die Verbindung (WEZ)

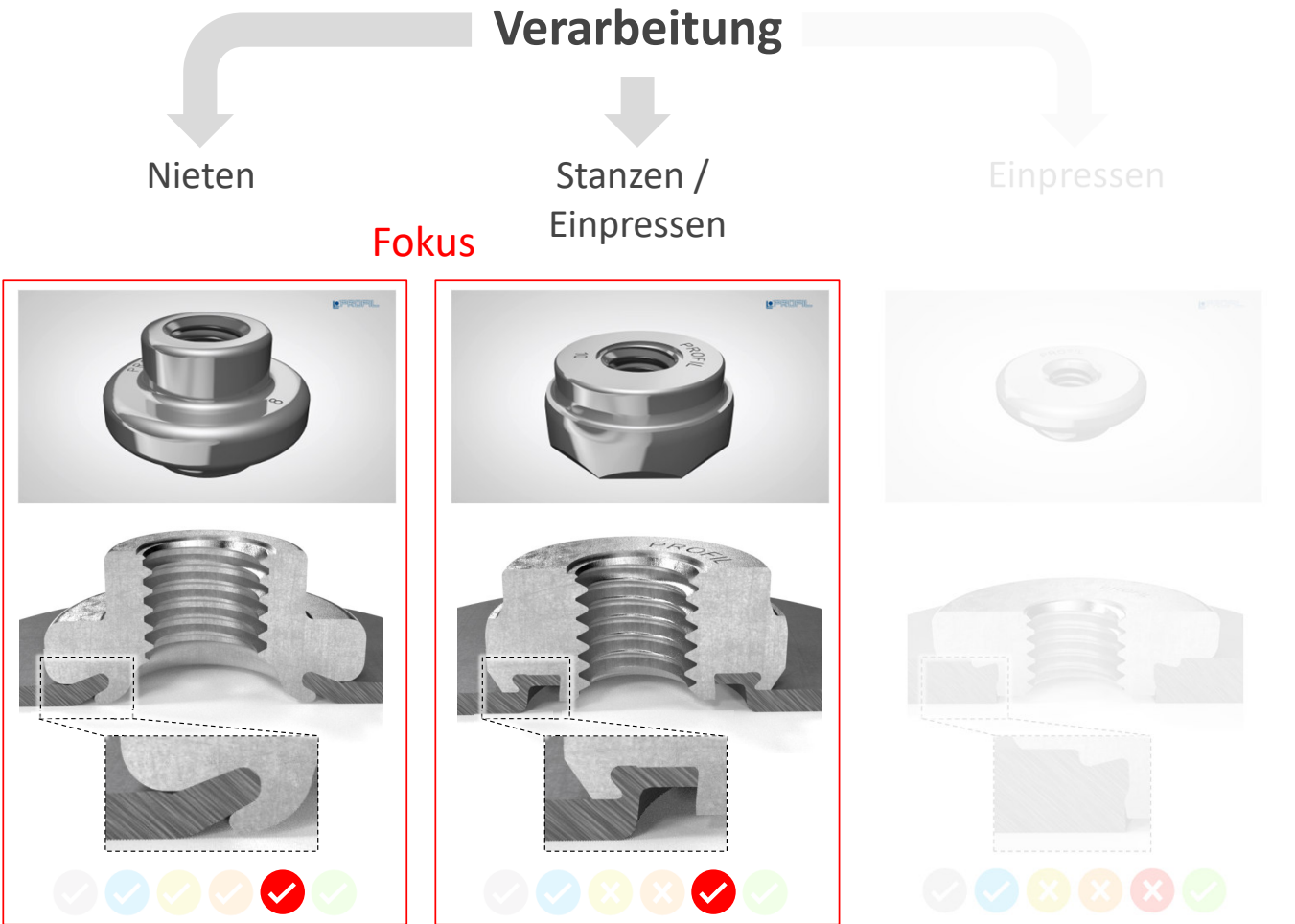
Fügarkeit

Repräsentatives Verbindungsversagen



- Mild steel
- High strength mild steel
- Advanced high strength steel
- Ultra high strength steel
- Hot formed and Press Hardened Steel**
- Aluminum / Aluminum die cast

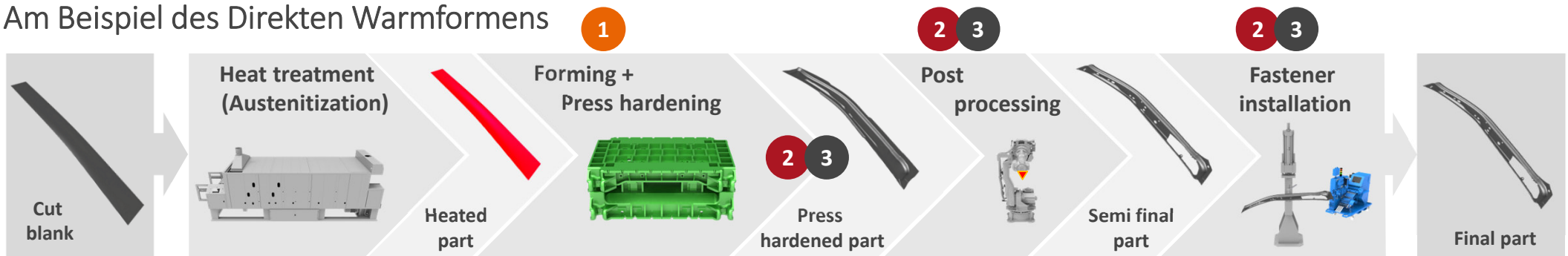
Mechanische Funktionselemente (MAF) für Warmformstähle – Fügekonzepte



- Mild steel
- High strength mild steel
- Advanced high strength steel
- Ultra high strength steel
- Hot formed and Press Hardened Steel**
- Aluminum / Aluminum die cast

PROFIL MAF für Warmformstähle – Fügemöglichkeiten

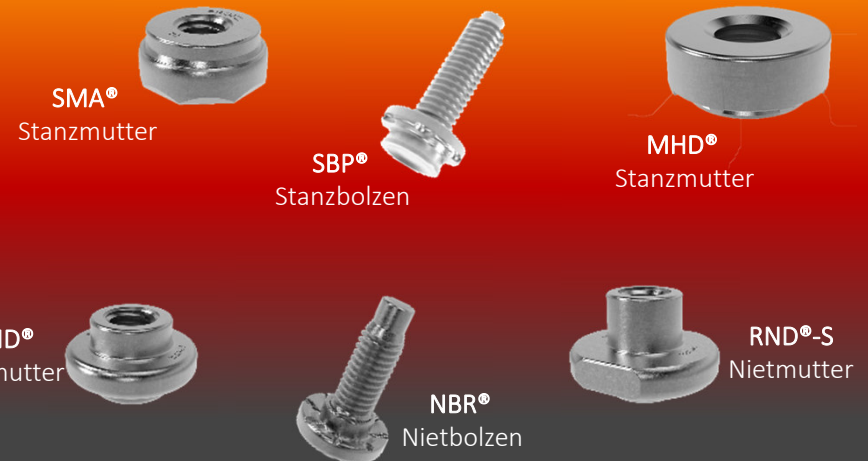
Am Beispiel des Direkten Warmformens



1) **In-die Hot** : Fügen des MAF ohne Vorloch
(im Warmformwerkzeug)

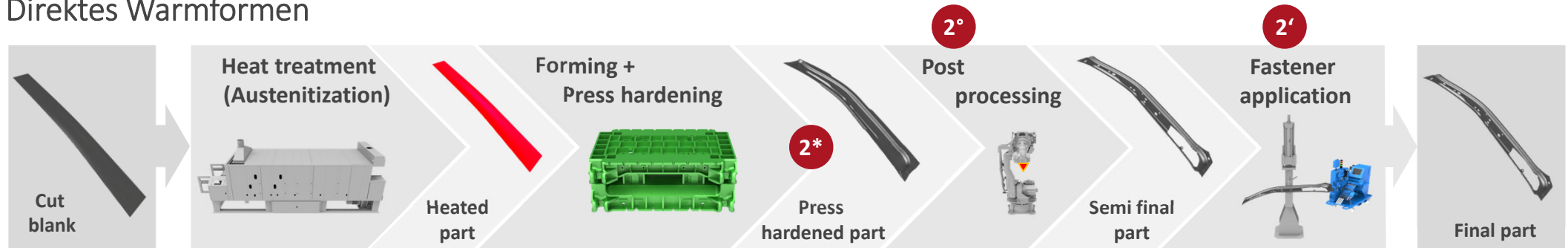
2) **THETA® i**: Fügen des MAF ohne Vorloch
(außerhalb des Warmformwerkzeugs)

3) **Semi In-die Cold**: Fügen des MAF mit Vorloch
(außerhalb des Warmformwerkzeugs)



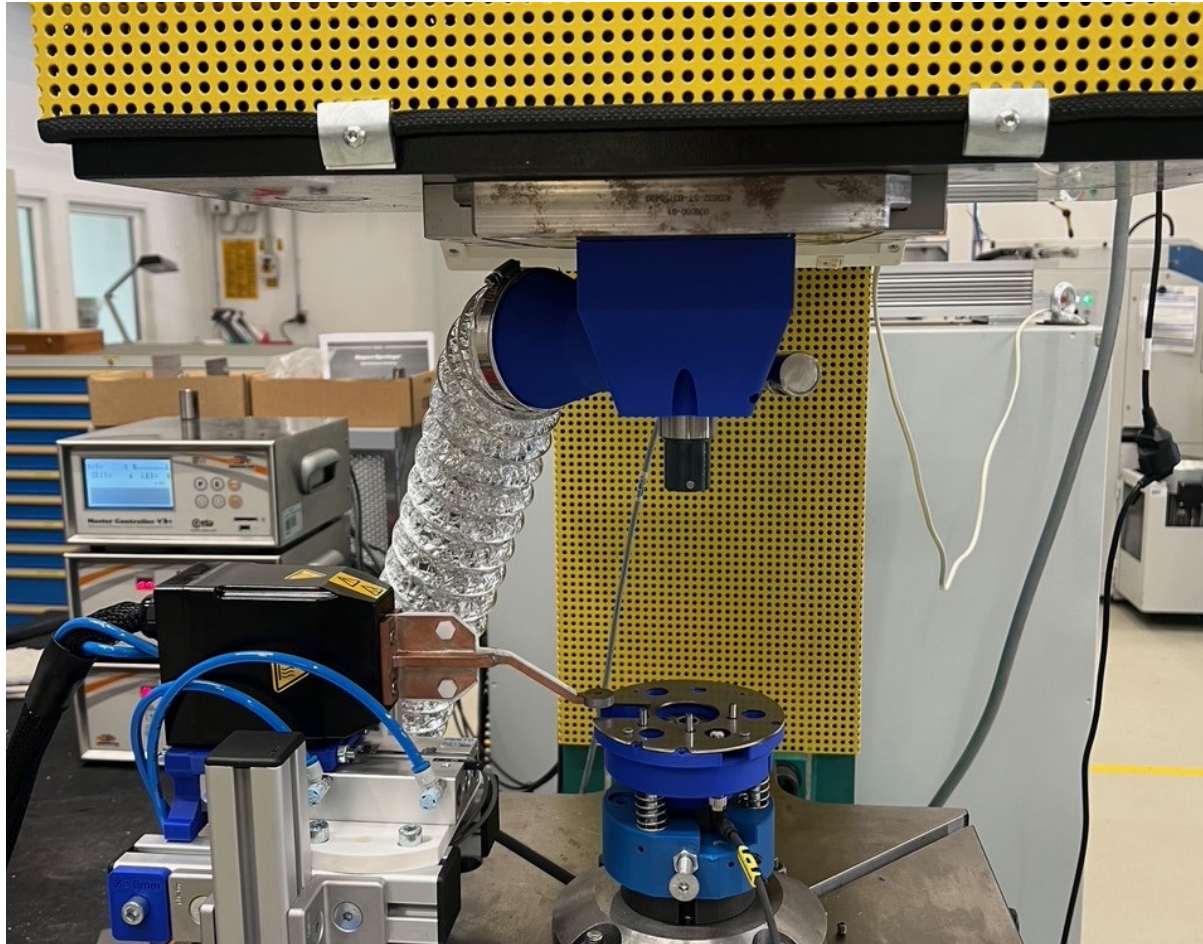
PROFIL MAF für Warmformstähle – Fügen nach der Warmumformung

Direktes Warmformen



- Vorlochfreies Fügen der Funktionselemente
 - 2* → Effektive Nutzung des Entnahmeroboters während der Wartezeit
 - 2° → Parallel zum Laserstrahlschneiden
 - 2' → Rohbauinstallation
- Thermomechanisches Fügen des Funktionselementes mithilfe lokaler induktiver Fügezonenerwärmung
- Ausnutzung der lokal reduzierten Festigkeit und Erhöhung der Verformbarkeit des Warmformstahls
- Restwärme im Bauteil (Position 2*) ermöglicht eine verkürzte Aufwärmzeit

PROFIL Versuchsanlage und Funktionselemente für den THETA® i Prozess



PROFIL SMA-Stanzmutter

M5 bis M8

Bauteildickenbereich

0,6 mm bis 2,4 mm



PROFIL MHD-Stanzmutter

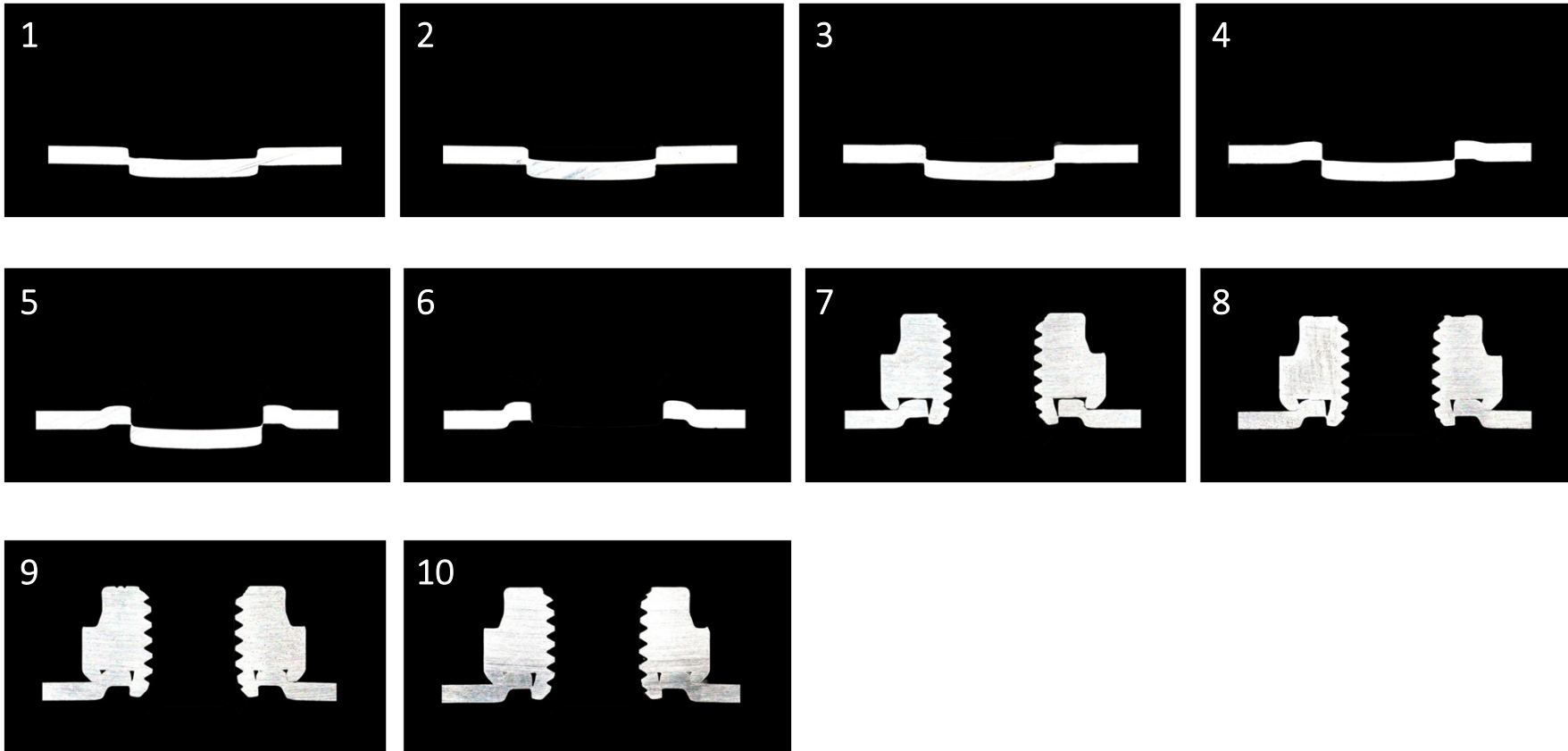
M8 und M10

Bauteildickenbereich

2,0 mm bis 3,5 mm



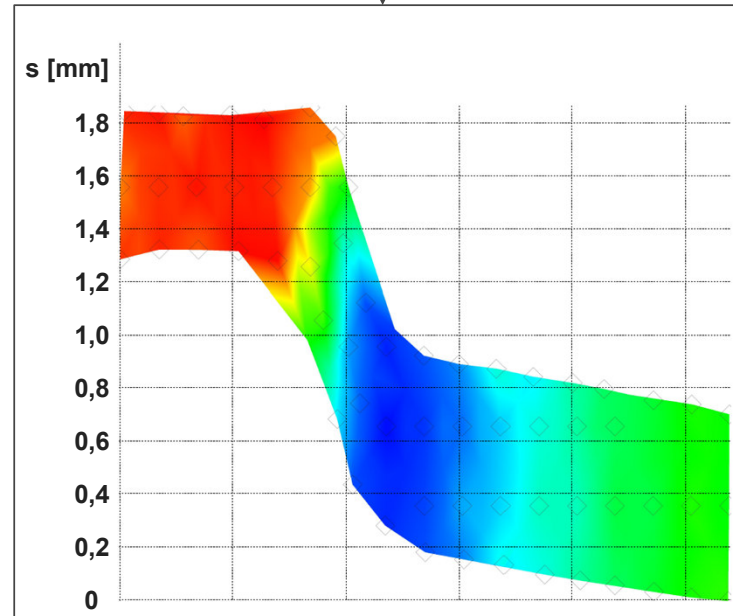
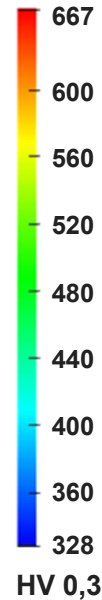
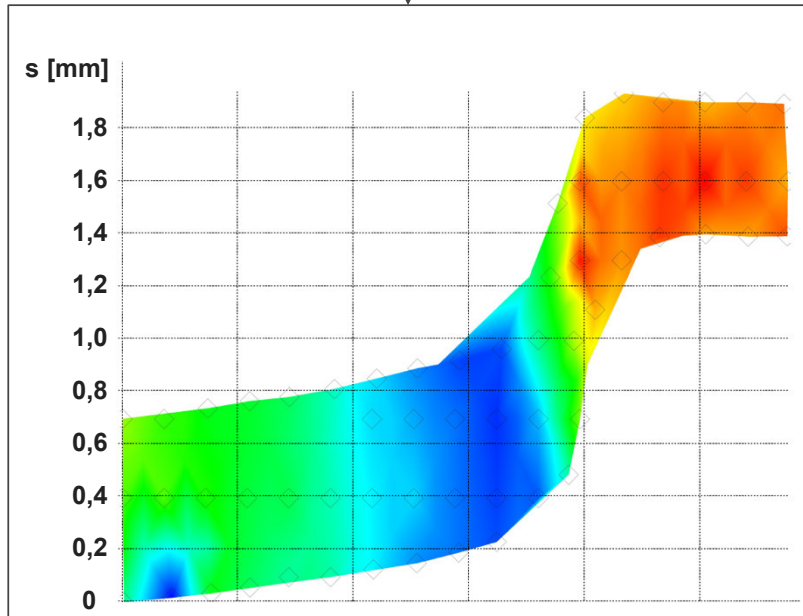
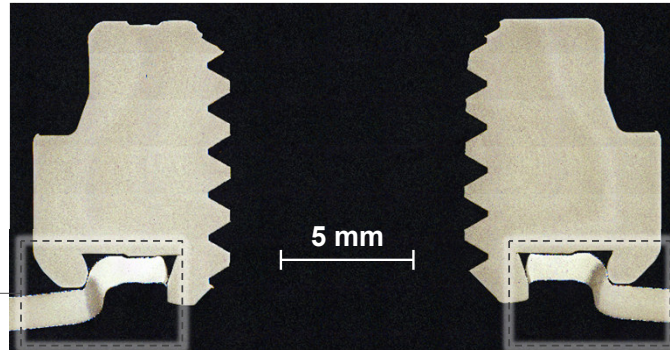
Stufensetzversuch der SMA0824A03A in USIBOR1500; t = 1,5 mm bei 750 °C



Werkstoff	USIBOR 1500
Blechdicke	1,5 mm
Verbindungselement	SMA0824A03A
Matrize	MR131SM0000
Fügetemperatur	≈ 750 °C
Fügekraft	70 kN

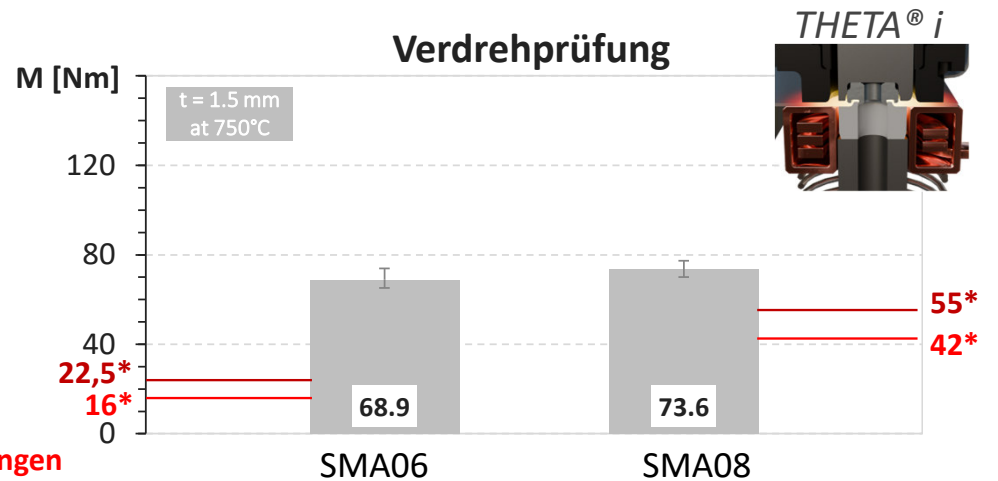
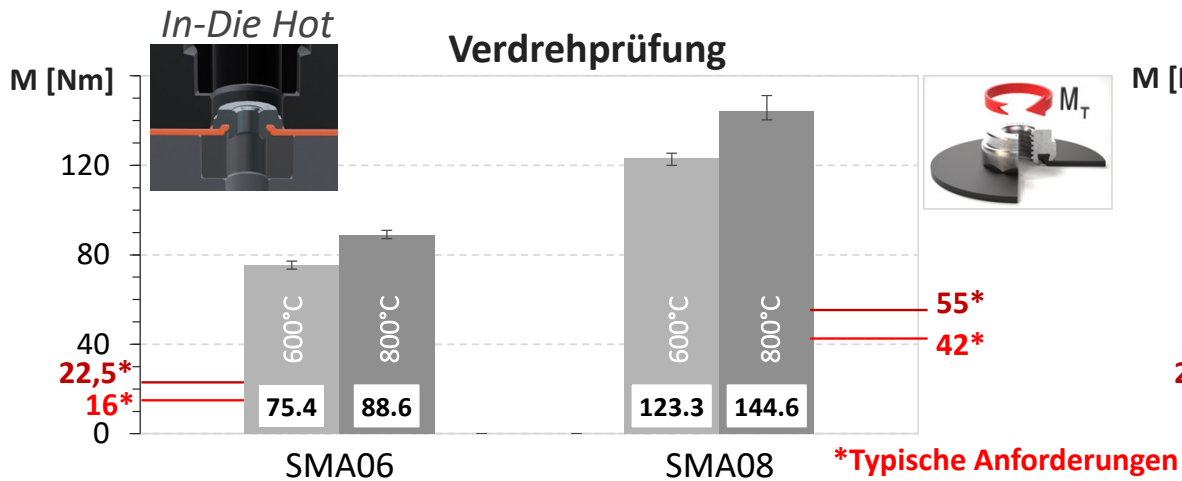
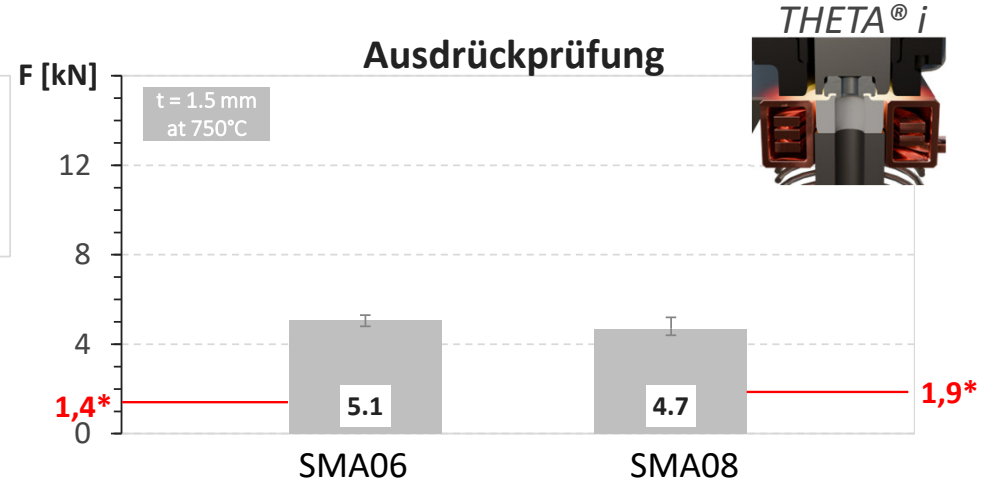
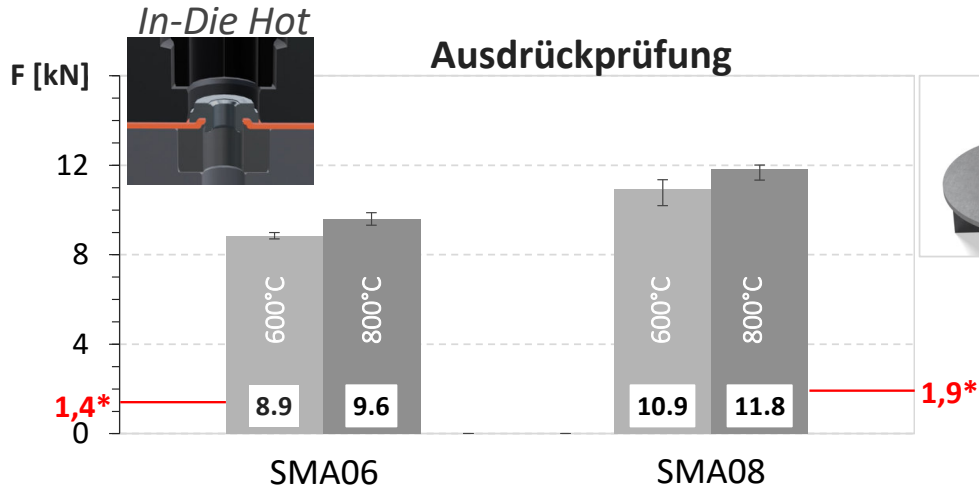
THETA[®] i – Verbindungsanalyse

Lokal reduzierte Bauteilhärte aufgrund des veränderten Gefüges.

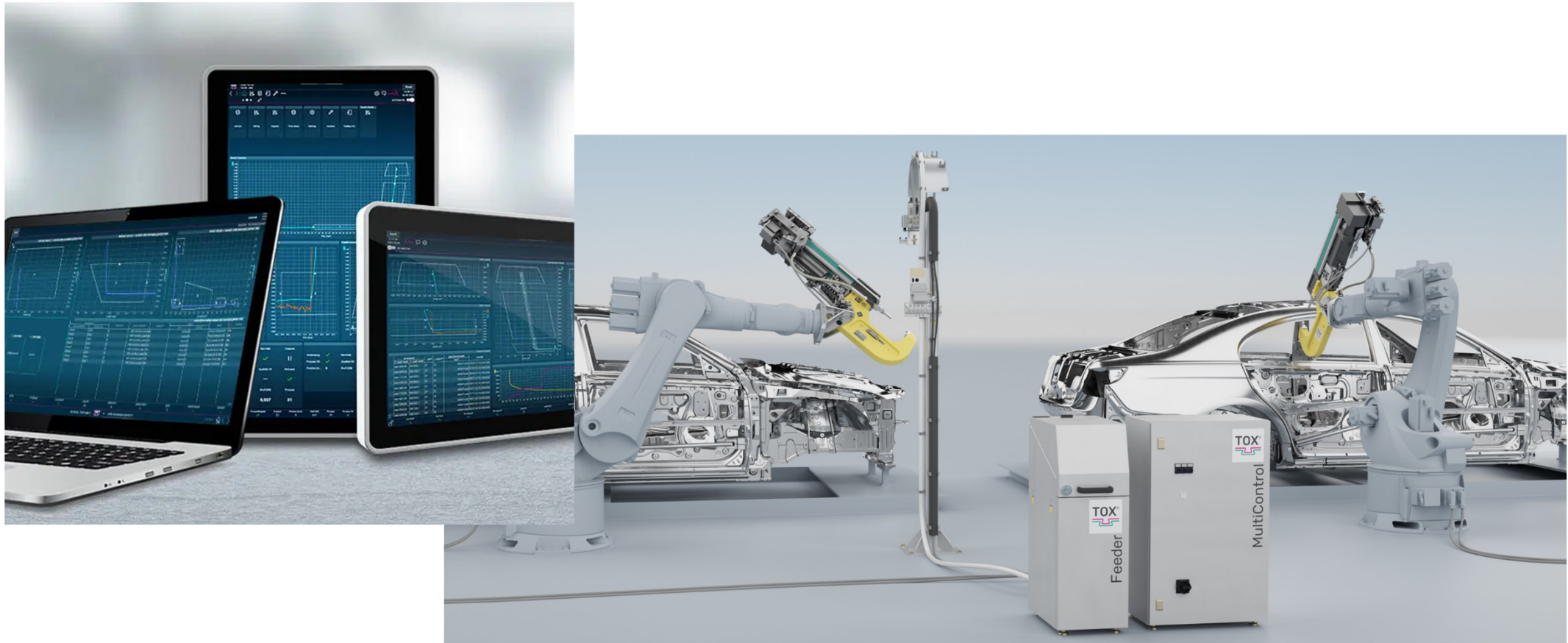


Blechwerkstoff
22MnB5 (AlSi-beschichtet)
Blechdicke
1,0 mm
Funktionselement
SMA0816A03A
Fügetemperatur
≈ 750 °C
Fügegeschwindigkeit
60 mm/s

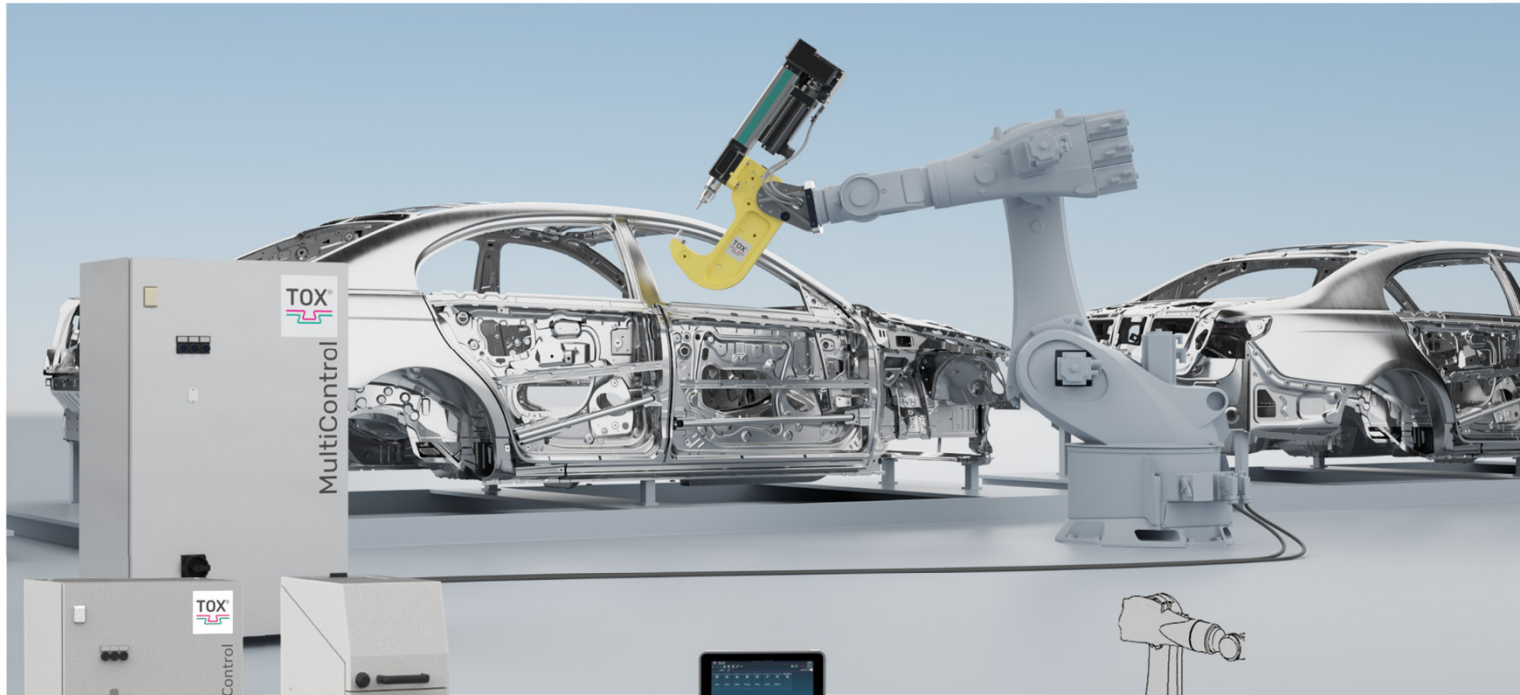
PROFIL MAF für Warmformstähle – Mechanische Verbindungsprüfung



MULTI TECHNOLOGY PLATFORM – TOX® Gen 5.0 – One for All - THETA® i



MULTI TECHNOLOGY PLATFORM – TOX® Gen 5.0



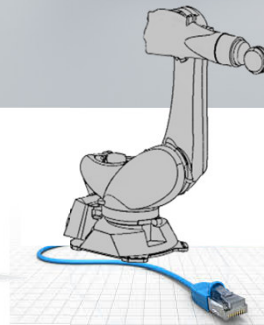
TOX® PLC



TOX® Feeder



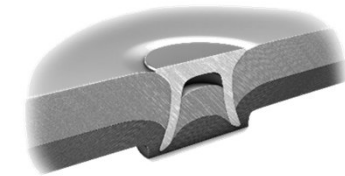
TOX® Monitoring & Control Software



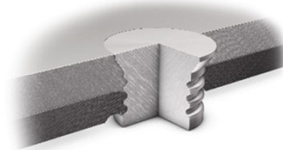
TOX® Robot interface



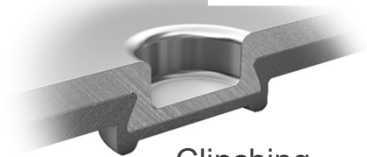
TOX® Data interface



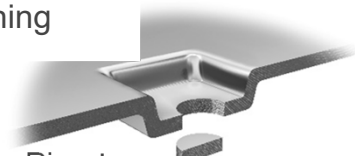
SPR
Self-Pierce



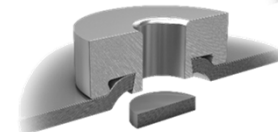
FPR
Full-Pierce Rivet



Clinching



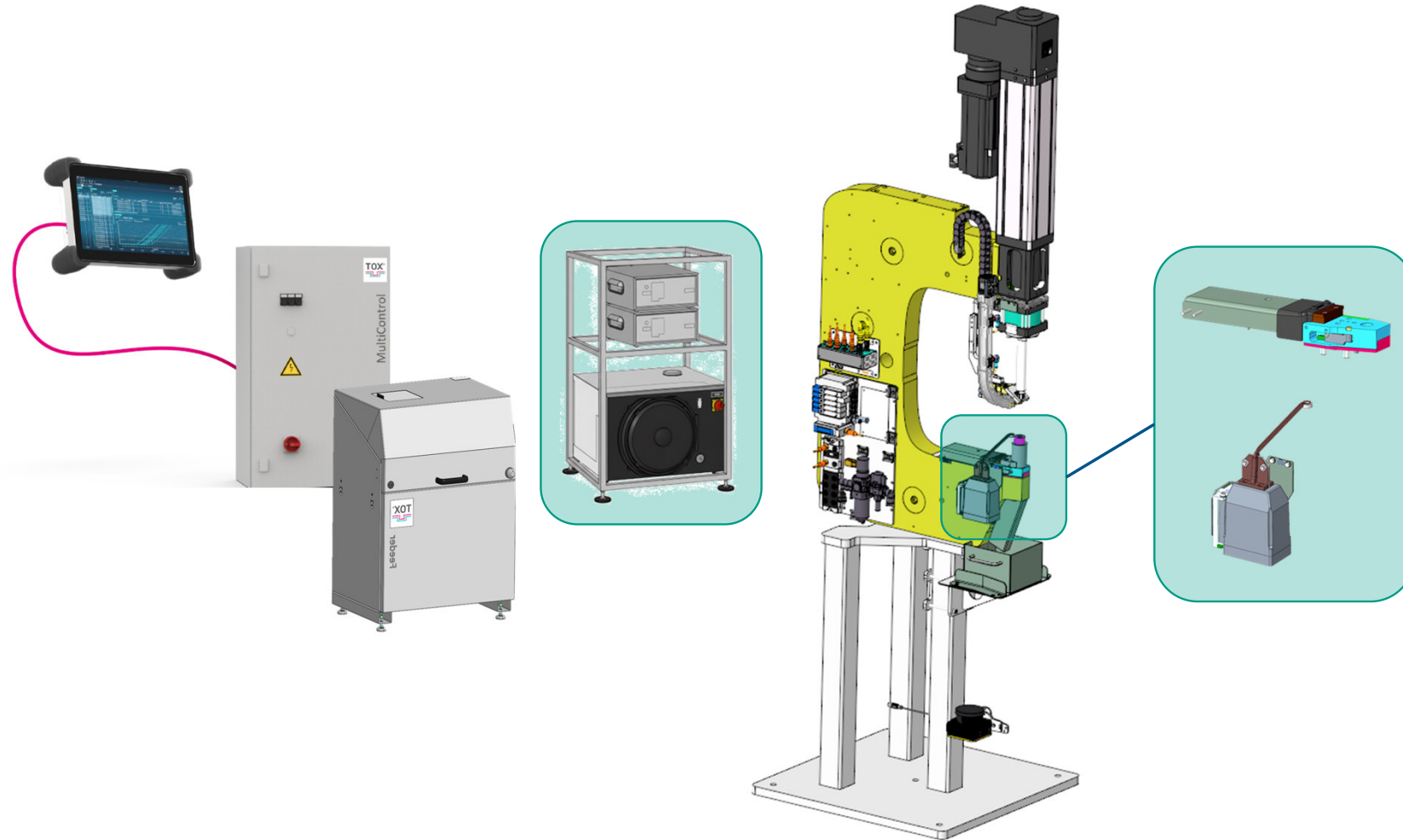
Piercing



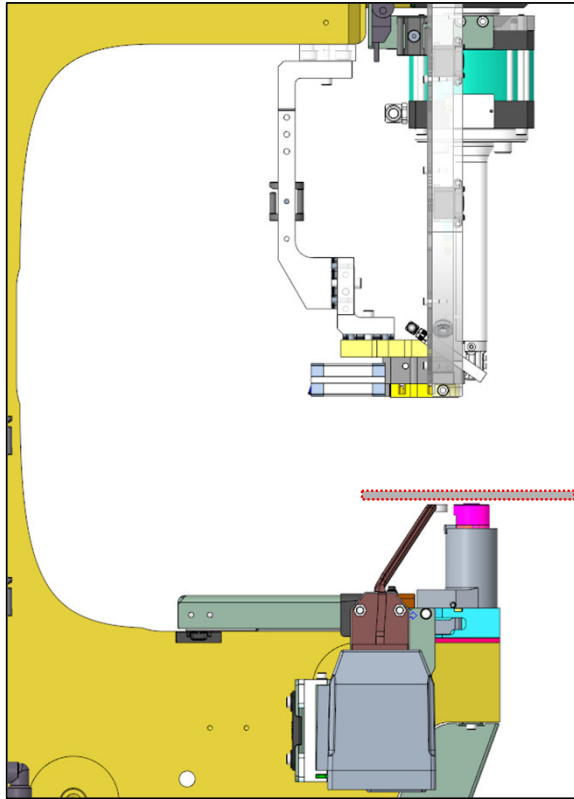
Functional Elements



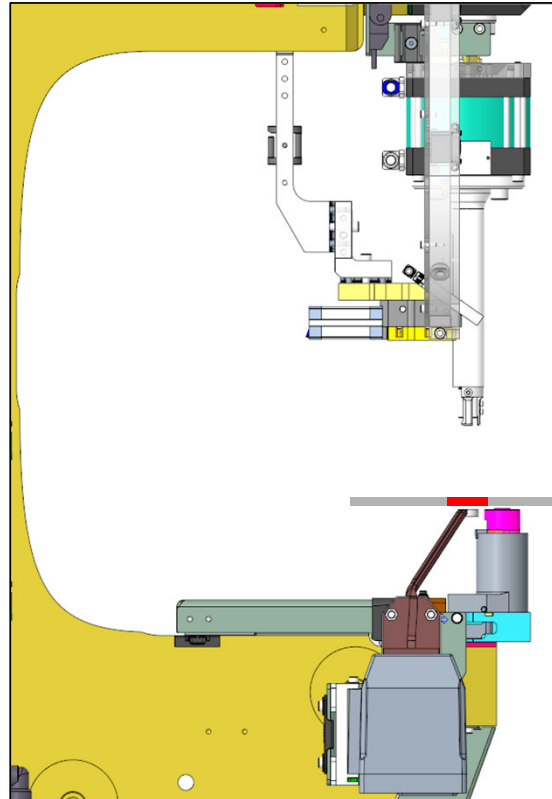
MULTI TECHNOLOGY PLATFORM – TOX[®] Functional Element System – THETA[®] i ²³



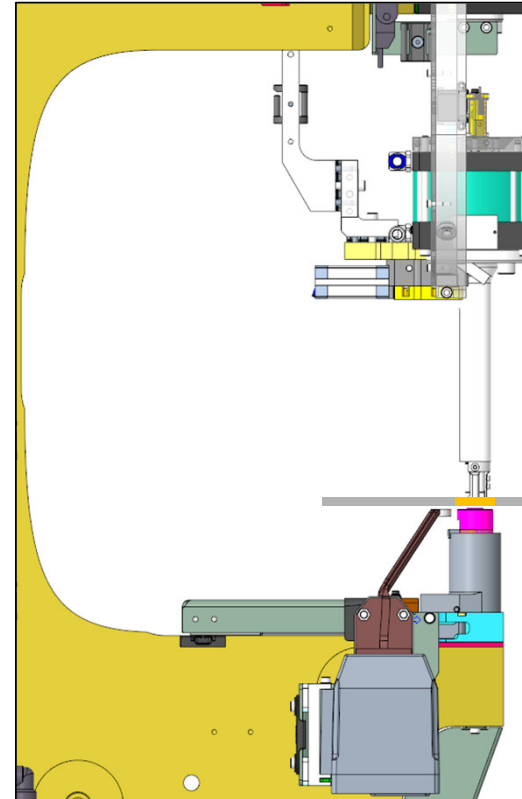
MULTI TECHNOLOGY PLATFORM – TOX[®] Functional Element System – THETA[®] i ²⁴



Grundstellung:
Einlegen Bauteil



Arbeitsstellung 1:
Erhitzen und Vorposition Stempel

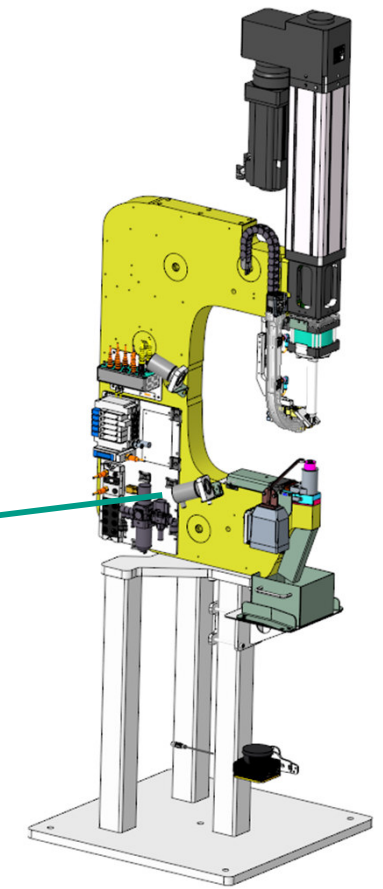
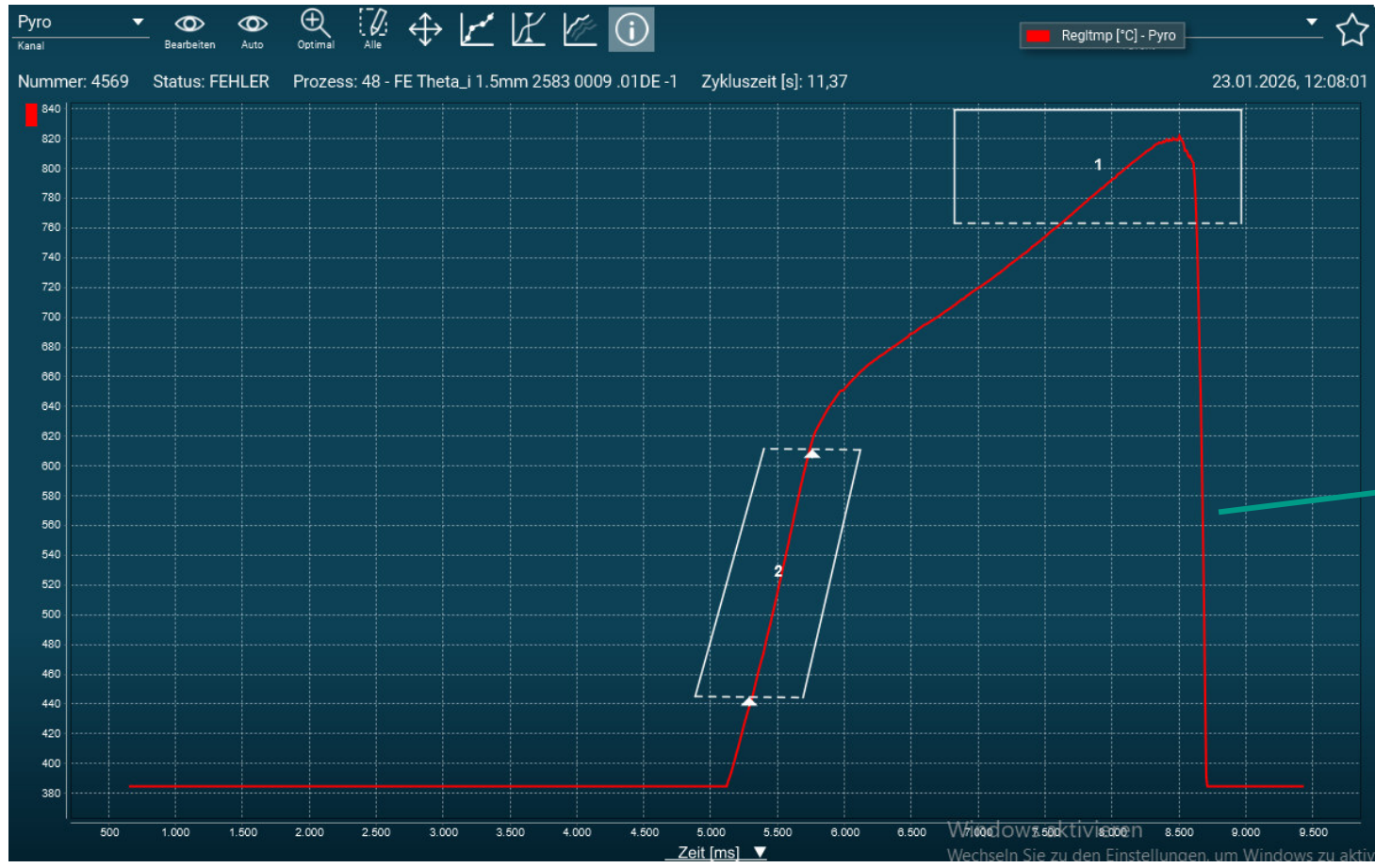


Arbeitsstellung 2:
Prozess und Entnahme Bauteil



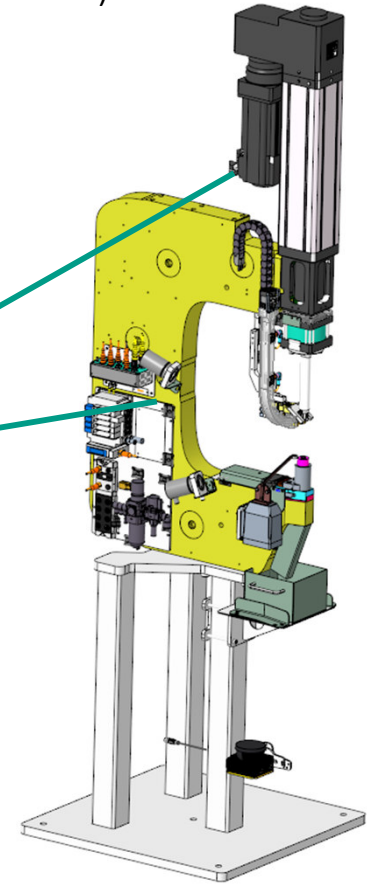
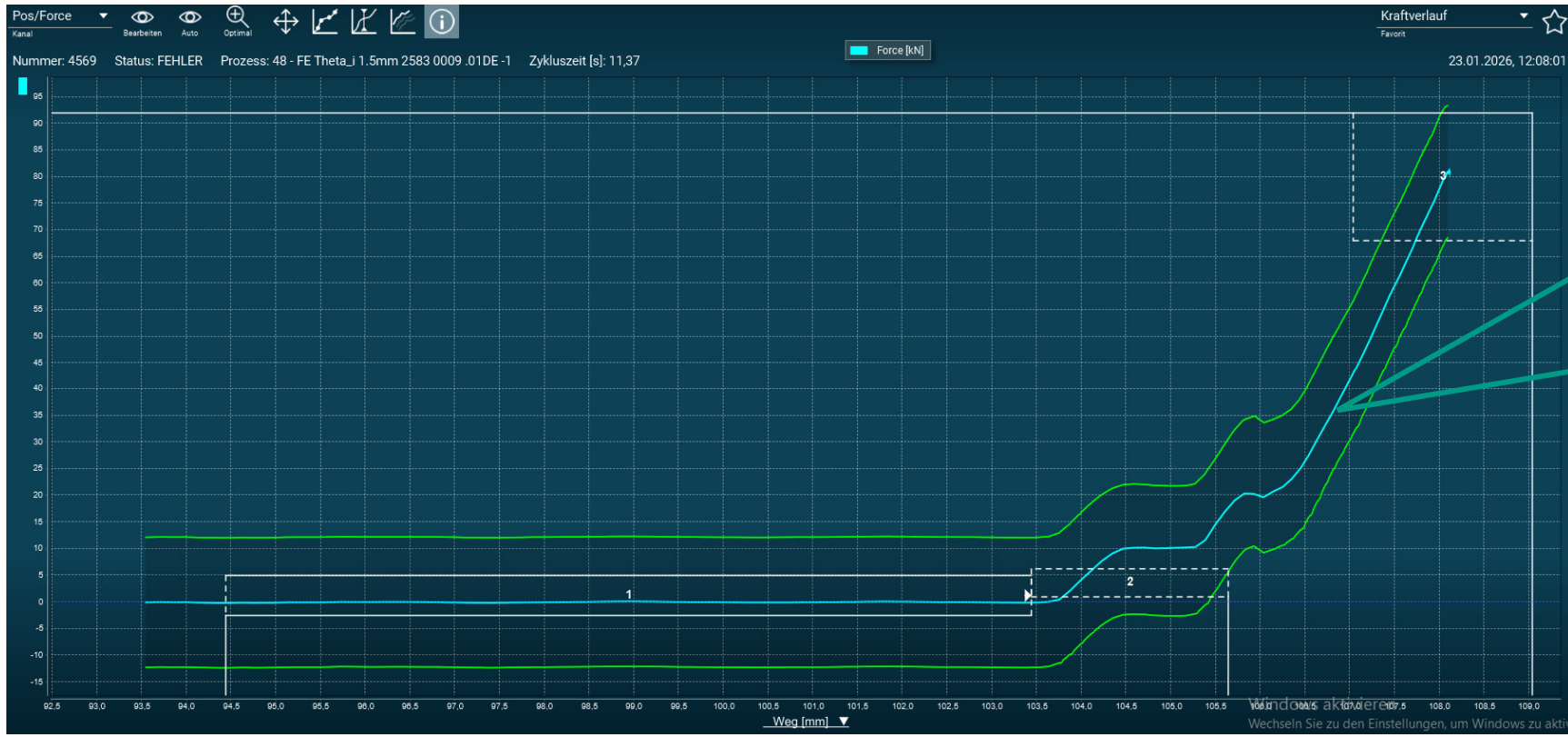
MULTI TECHNOLOGY PLATFORM – Prozessüberwachung – THETA® i

Erwärmung: Temperatur-Zeit-Fenster für Heizgradient und Zieltemperatur

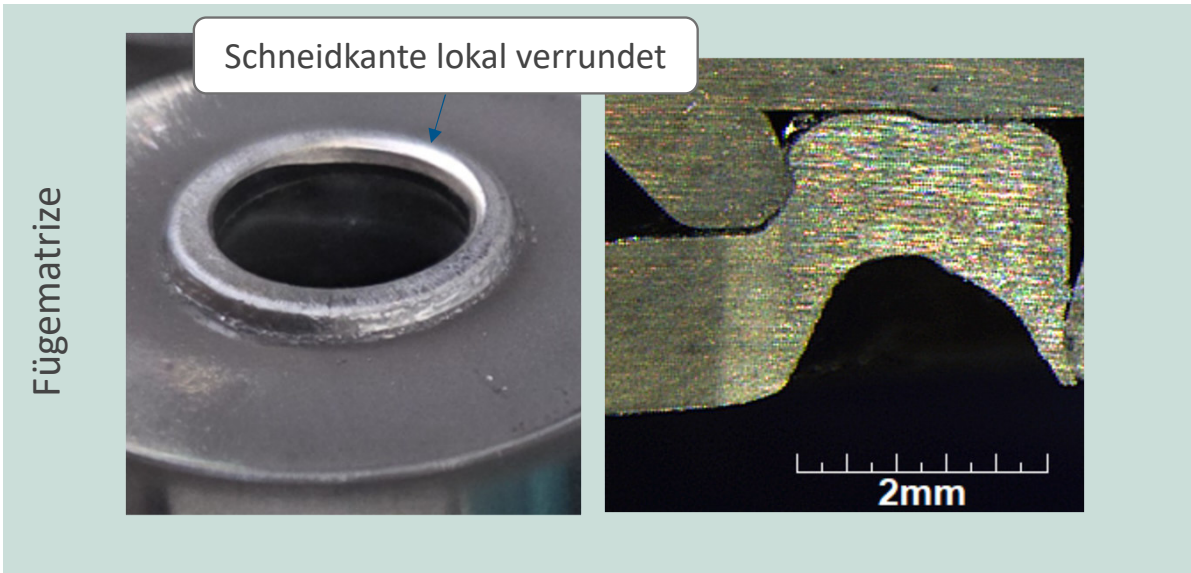
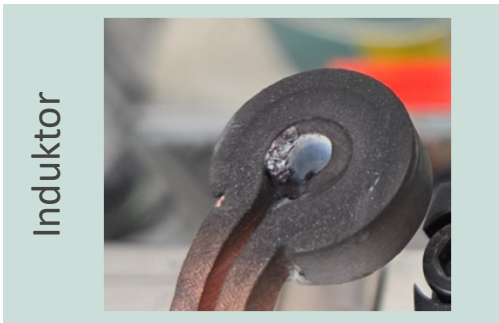


MULTI TECHNOLOGY PLATFORM – Prozessüberwachung – THETA® i

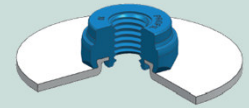
Fügeprozess: Kraft-Weg-Überwachung mit Fenstern und Hüllkurve (Standard für Funktionselemente)



Erkenntnisse aus dem Dauerversuch



Element	PROFIL SMA0824A03A
Blech	1,45 mm Usibor
Presskraft	80 kN
Zieltemperatur	820°C

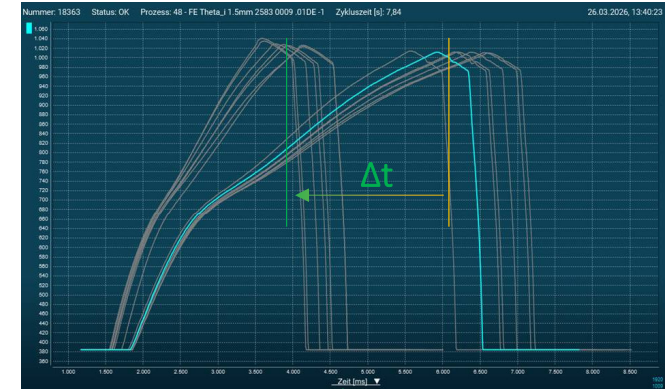


Bewertung

- 10.000 Verbindungen erzeugt
- Keine Ausfälle am Equipment
- Matrizen-Schneidkante zeigt exzentrische Verrundung
- **Butzenabtrennung i.O.**
- **Drehmomentprüfung unauffällig**

Zwischenfazit THETA® i

- Einsatz der THETA® i Technologie als Pendant zur etablierten Schweißtechnologie
 - Reduzierung der Einflussgröße Werkstoff und Beschichtung
 - Steigerung der Verbindungsqualität und -robustheit
 - Entfall der Vorlochoperation am Bauteil
- THETA® i anwendbar für
 - Muttern M5 bis M10
 - Bauteildicke zwischen 0,6 mm und 3,5 mm
 - PHS-Festigkeiten bis 2000 MPa (geprüft) → 2000 MPa+ denkbar
- KVP zur Optimierung der Prozesszeit
- Dauerversuch (Fügen von 10.000 Verbindungen bei TOX) erfolgt → Keine signifikanten Probleme identifiziert



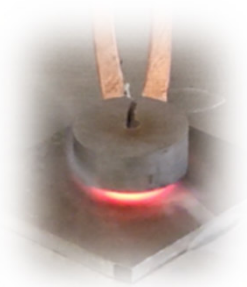
$\Delta t = - 40 \%$

Überblick PROFIL MAF vs. Schweisselemente für Warmformstähle

Merkmale	MAF	Schweisselement
Niedrigste Kosten des Elements	X	✓
Niedrigste Gesamtverbindungskosten	✓	X
Kein Effekt der Oberflächenbeschichtung (AlSi) auf Verbindungsqualität	✓	X
Keine Kaltverschweißungen	✓	X
Vorspannkraft bei der Montage wird immer vollflächig übertragen	✓	X
Technisch dichte Verbindung (>> IPX7)	✓	X
Keine Beeinflussung des Elements durch den Fügeprozess	✓	X
Beschädigungsfreier Korrosionsschutz realisierbar (Elementbeschichtung)	✓	X
Vorlochfreies Fügen (P. + S. Verbindungen) von Verstärkungen (Patch)	✓	X
Bessere optische Anmutungen (keine Spritzer, Kein Schmauch,...)	✓	X
Keine Fügeparameteranpassungen in der laufenden Serie	✓	X
Hohe Fügewerkzeugstandzeiten (AlSi-Anhaftungen an Elektroden,...)	✓	X
Deutlich verbesserte zyklische Tragfähigkeit	3x	1x



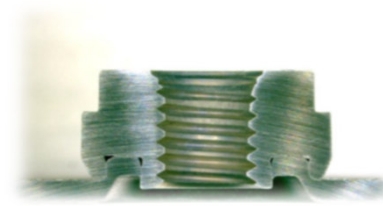
Ihre Ansprechpartner



Dr. Ewald Nelken GmbH

Michael van Amern
Head of Sales

Mobil: +49 1522 2793764
michael.van-amern@nelken-gmbh.de



PROFIL Verbindungstechnik GmbH & Co.KG

Stefan Bosch
Key Account Manager

Mobil: +49 172 6716723
stefan.bosch@profil.eu



TOX[®] PRESSOTECHNIK SE & Co. KG

Tobias Huff
Key Account Manager

Mobil: +49 151 27619678
thuff@tox-de.com

