

Kleben von Schneidkeramik-Sägezähnen auf ein Stahlsägeblatt

Grundlagenuntersuchungen und Potential

Moser F., Vallant R. (IWS TU Graz), Hampel S. (HAGE Sondermaschinenbau GmbH & Co KG)

Einleitung

Durch den Einsatz von mit Schneidkeramik Si_3N_4 bestückten Sägeblättern verspricht man sich Schnittgeschwindigkeiten von bis zu 1000m/min bei Vorschüben von bis zu 0,12mm/Zahn. Da die Sägezähne aus Keramik bestehen, wird hier der Versuch unternommen, anstatt einer Aktivlötung (Wärmeeinfluss auf das Sägeblatt [1]), die Randbedingungen für eine klebtechnische Lösung abzustecken. Das von den Projektpartnern vorgegebene Sägeblatt (Ø350mm) wird mit 120 Sägezähnen bestückt (Abb. 1).

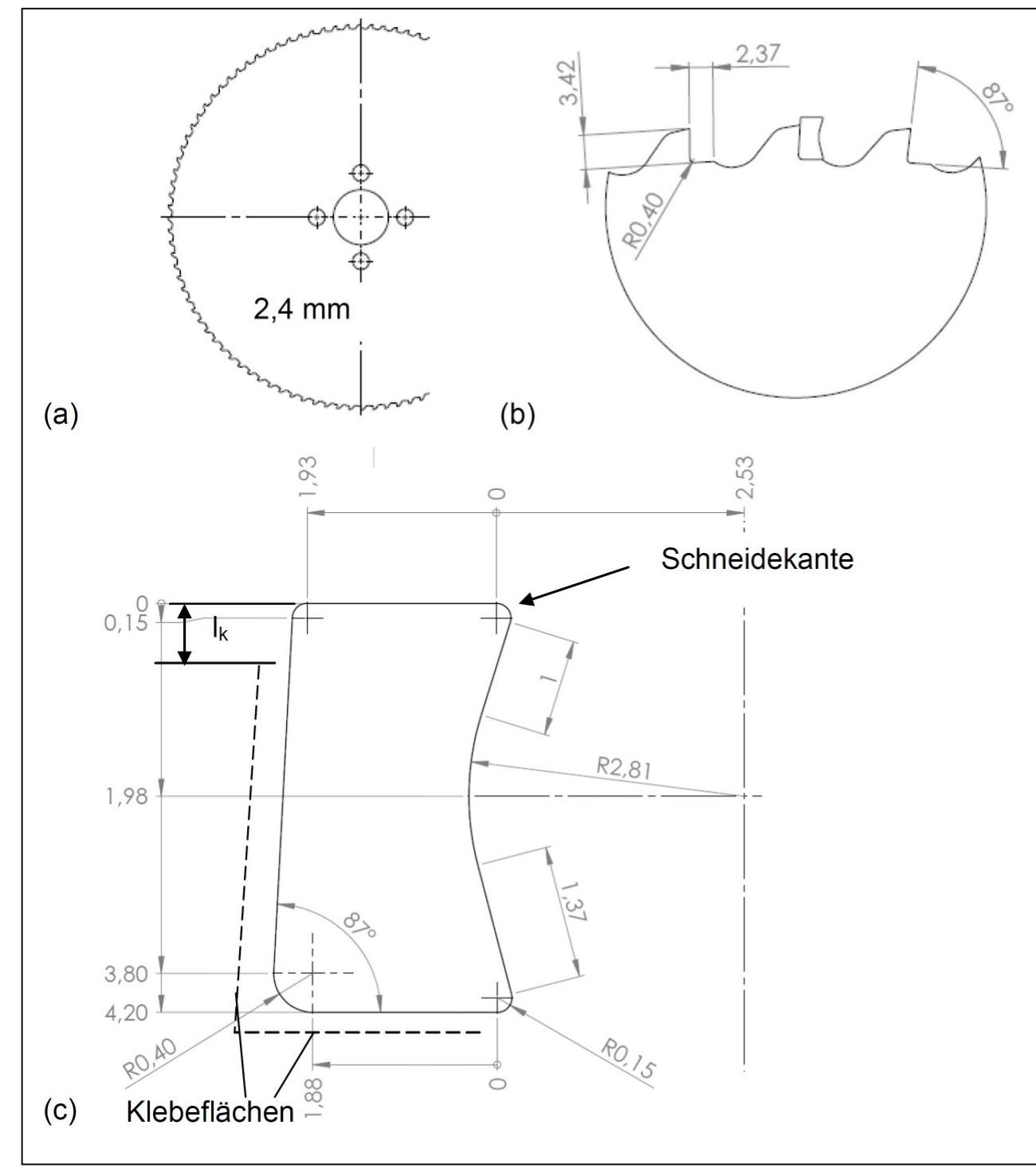


Abb. 1: Entwurf Fa. Kampmann: (a) Stamblatt aus Werkzeugstahl 80CrV2, (b) Detail Stamblatt mit Sägezahn, (c) Zahn [2]

Grundlagenuntersuchungen

Zur Überprüfung der mechanischen Kennwerte der ausgewählten Klebstoffe [2] war es erforderlich, eine Klebevorrichtung sowie Vorrichtungen für folgende genormte Festigkeitsprüfungen zu konstruieren und zu fertigen (Abb. 2 und 3):

- EN 1465: Klebstoffe - Bestimmung der Zugscherfestigkeit von Überlappungsklebung (b)
- EN 14869-2: Strukturklebstoffe - Bestimmung des Scherverhaltens struktureller Klebungen Teil 2: Scherprüfung für dicke Fügeteile (c)
- EN 1464: Klebstoffe - Bestimmung des Schälwiderstandes von Klebungen – Rollenschälversuch (d)
- EN ISO 11339: Klebstoffe - T-Schälprüfung für geklebte Verbindungen aus flexiblen Fügeteilen (e)

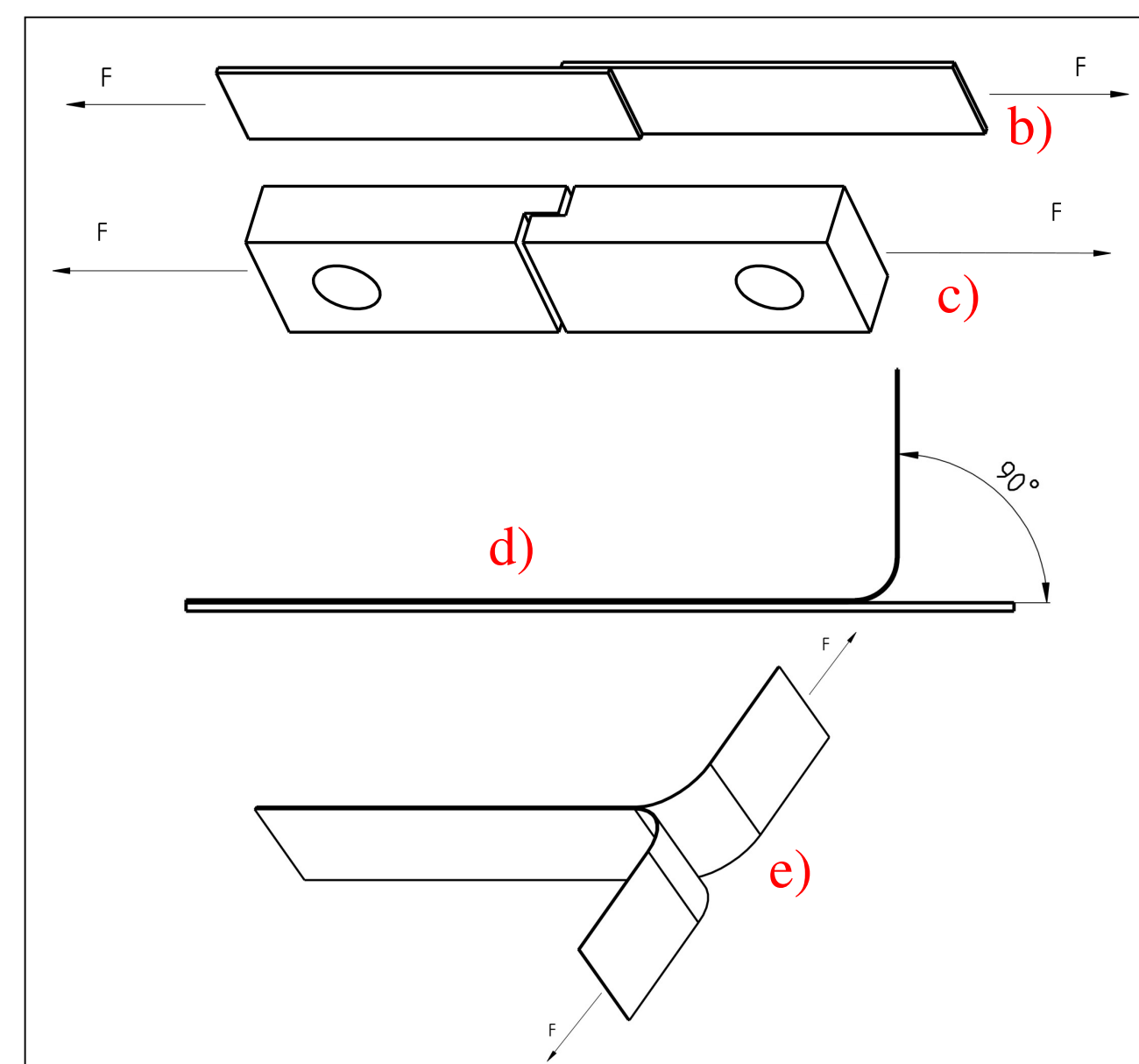


Abb. 2: Probenformen - genormte Versuche

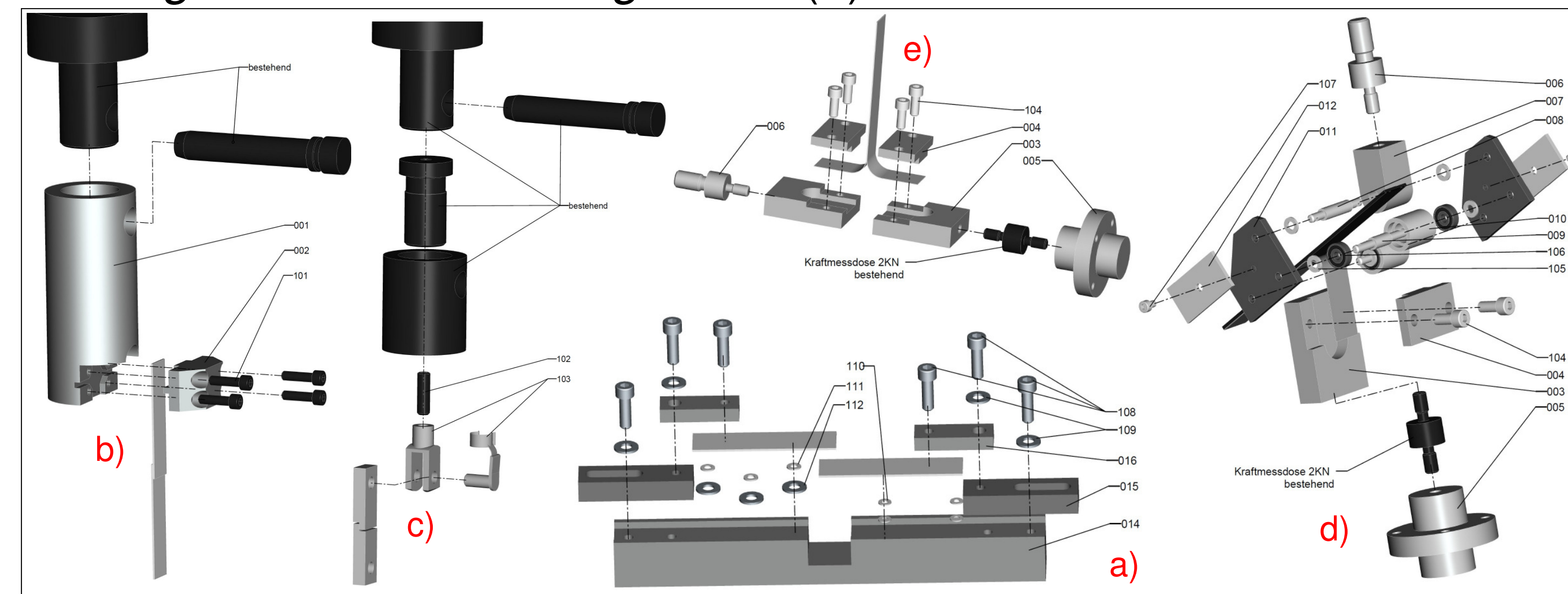


Abb. 3: Konstruktionen für die Klebeversuche: a) Klebevorrichtung; Prüfvorrichtungen: b) EN 1465, c) EN 14869-2, d) EN 1464, e) EN ISO 11339

Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen am IWS TU Graz

Es wurden 55 Zugscherversuche mit 1,6mm Feinblechen und 50 mit 6mm Dickblechen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Klebstoffe DELOMONOPOX® AD295 und 1197 die höchsten Zugscherfestigkeiten bei Überlappungsklebung (Abb. 4) bei Raumtemperatur erreichen: ca. 44 / 53MPa bei Feinblechen und ca. 66 / 82MPa bei Dickblechen (Abb. 5).

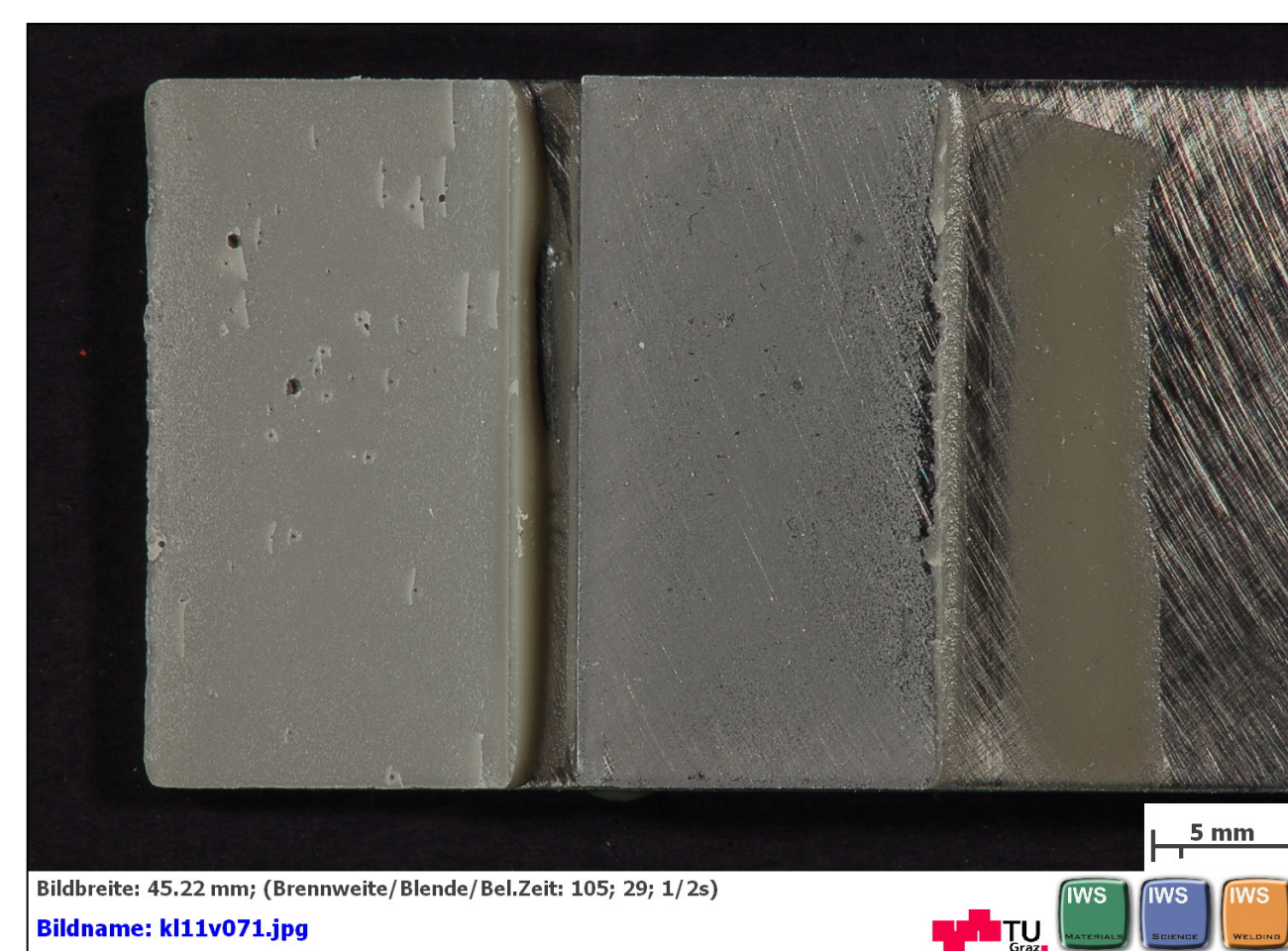


Abb. 4: Zugscherversuch EN 1465 (b) - Kohäsive Bruchflächen

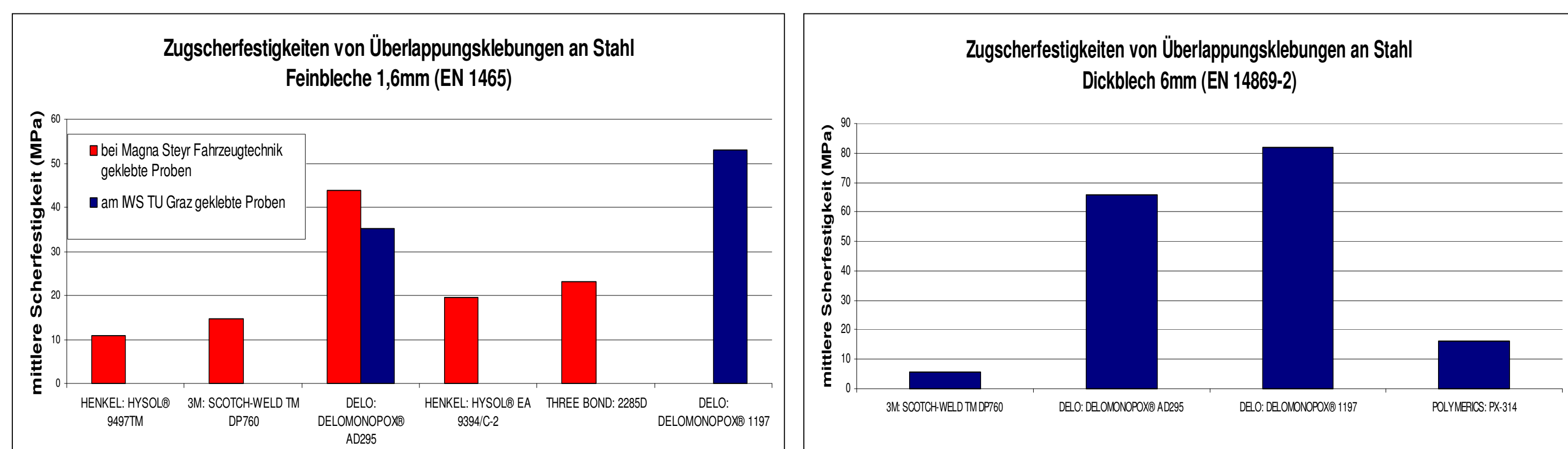


Abb. 5: Ergebnisse der Zugscherprüfungen am IWS TU Graz, links: EN 1465; rechts: EN 14869-2

Manuelle Applikationsversuche einzelner Sägezähne auf ein Sägeblatt

Mit den Erkenntnissen aus den genormten Versuchen und der daraus erfolgten Klebstoffauswahl wurden die ersten Keramikzähne auf ein Sägeblatt geklebt, hierzu wurde der Klebstoff DELOMONOPOX® 1197 verwendet. Bei den ersten Versuchen wurden einige Zähne händisch, ohne Vorrichtung auf das Sägeblatt aufgesetzt, mit dem Ergebnis, dass der Klebstoff während der Warmaushärtung (40min - 150°C) dünnflüssig wurde und die Sägezähne nicht in Position geblieben sind (Abb. 6).

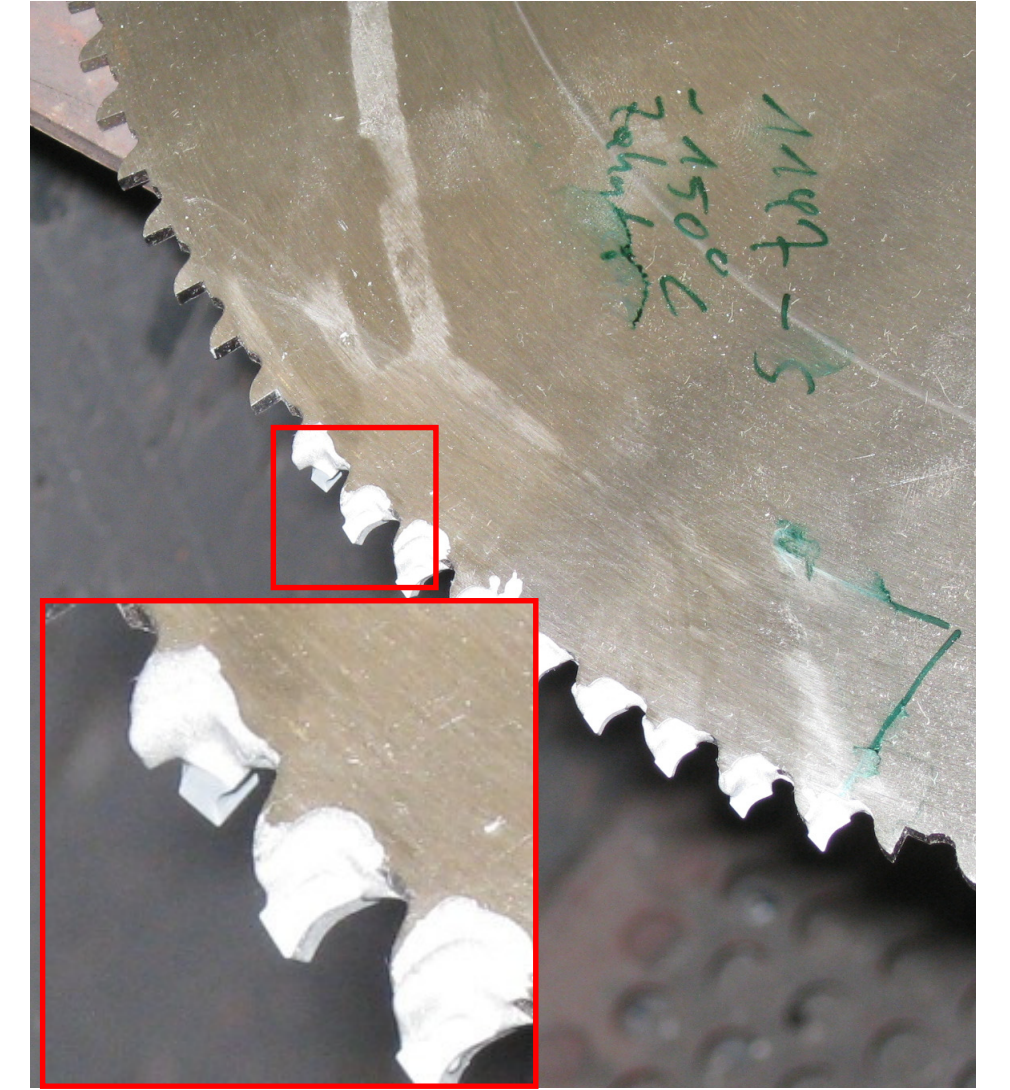


Abb. 6: Klebung ohne Vorrichtung, Sägezähne bleiben beim Aushärten nicht in Position

Applikationsversuche am Sägeblatt mit Klebevorrichtung

Es wurde eine Klebevorrichtung konstruiert und gefertigt, mit der einzelne Sägezähne mit Hilfe von Gewindestiften während des Aushärtevorganges des jeweiligen Klebstoffes in seiner Lage fixiert werden. Somit konnten erste Klebungen mit positionierten Sägezähnen durchgeführt werden. Bei den praktischen Bruchversuchen der Sägezähne auf Biegung kam es zum Bruch der selben, d.h. die Klebungen waren zufriedenstellend (Abb. 7).

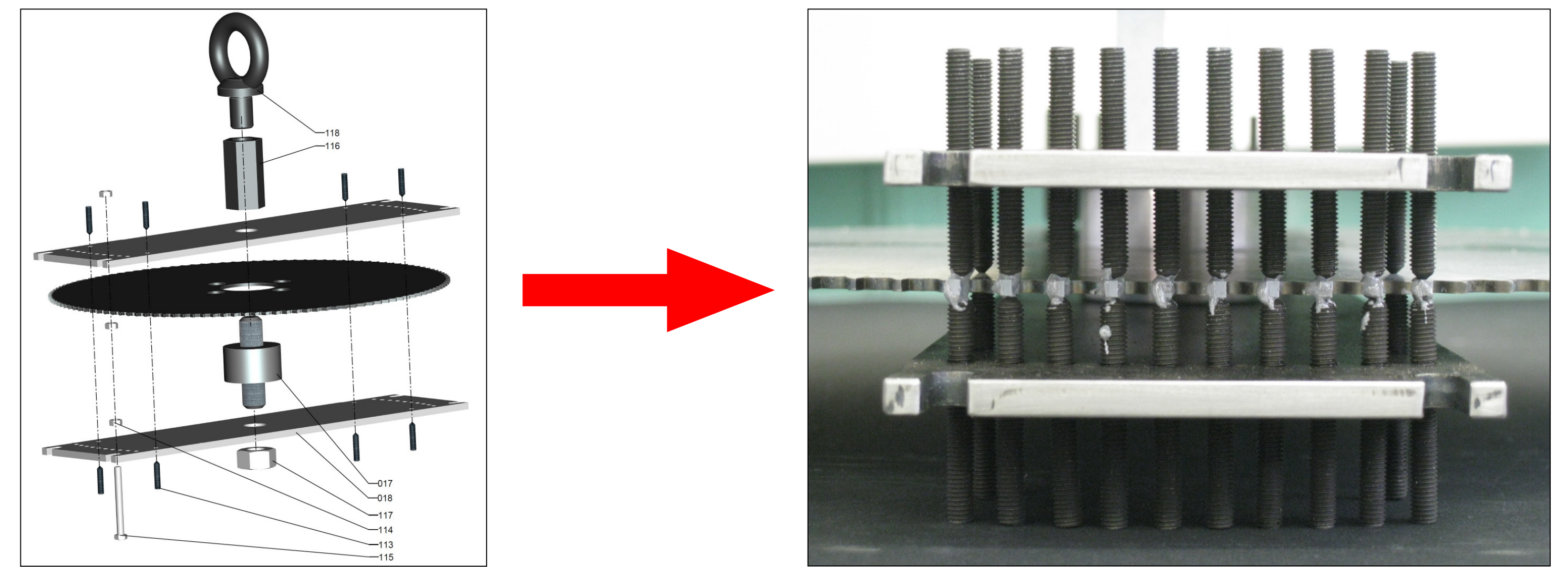


Abb. 7: Vorrichtung zum Kleben einzelner Sägezähne auf ein Sägeblatt, links: Konstruktion der Vorrichtung; rechts: gefertigte Vorrichtung mit eingespannten Sägezähnen

Applikation aller Sägezähne auf ein Sägeblatt

Es wurde eine Klebevorrichtung konstruiert und gefertigt, mit der komplette Sägeblätter mit je 120 Sägezähnen bestückt werden konnten. Auch hier wurden die Zähne mit Gewindestiften positioniert (Abb. 8).

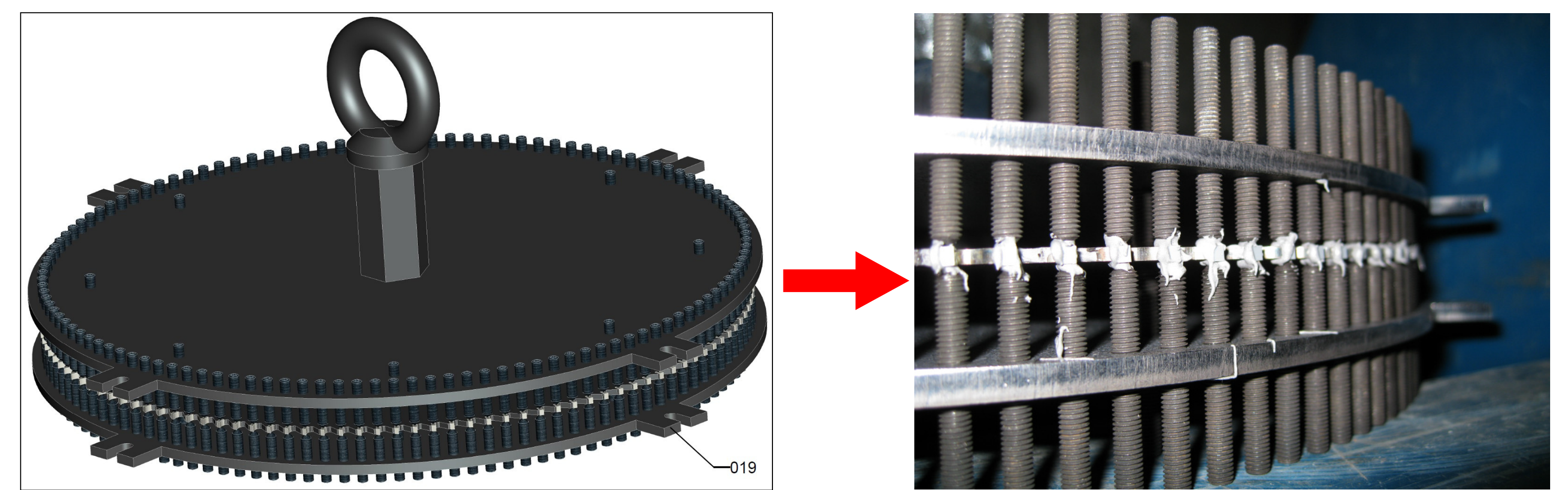


Abb. 8: Vorrichtung zum Kleben aller Sägezähne auf ein Sägeblatt, links: Konstruktion der Vorrichtung; rechts: gefertigte Vorrichtung mit eingespannten Sägezähnen Die geklebten Sägezähne wurden bei Fa. Kampmann einer schlagartigen Belastung ausgesetzt, wobei es zu adhäsiven Brüchen an den Sägezähnen gekommen ist.

Zusammenfassung und Ausblick

Kleben von Keramikzähnen auf ein Sägeblatt ist prinzipiell möglich, jedoch sind für die praktische Anwendbarkeit noch weitere Untersuchungen notwendig. Für eine höher belastbare Verbindung müsste die Sägezahnsitzgeometrie überarbeitet werden - größere Zähne würden die Belastung der Klebeschicht verringern. Zur Festigkeitserhöhung wäre es erforderlich, die Oberflächenvorbehandlung der Stahl-Keramik Klebung zu optimieren (z.B. SACO® Verfahren), sowie eine Klebstoffauswahl hinsichtlich Grundviskosität, Schlagzähigkeit, Warmfestigkeit und Alterungsbeständigkeit vorzunehmen.

DANKE den Herren Neges, Trummer und Kubin / Magna Steyr Fahrzeugtechnik (MSF) für die Klebeversuche in deren Klebelabor.

Literatur

[1] HOLZNER G.; WIPPEL V.: Herstellung und Optimierung der Festigkeitseigenschaften aktivgelöteter Siliziumnitrid/Stahl – Verbunde, Dissertation IWS TU Graz (1994)

[2] SADRAWETZ, F. S.; VALLANT, R.: Kleben von Keramikzähnen, Feasibility Studie (2011)