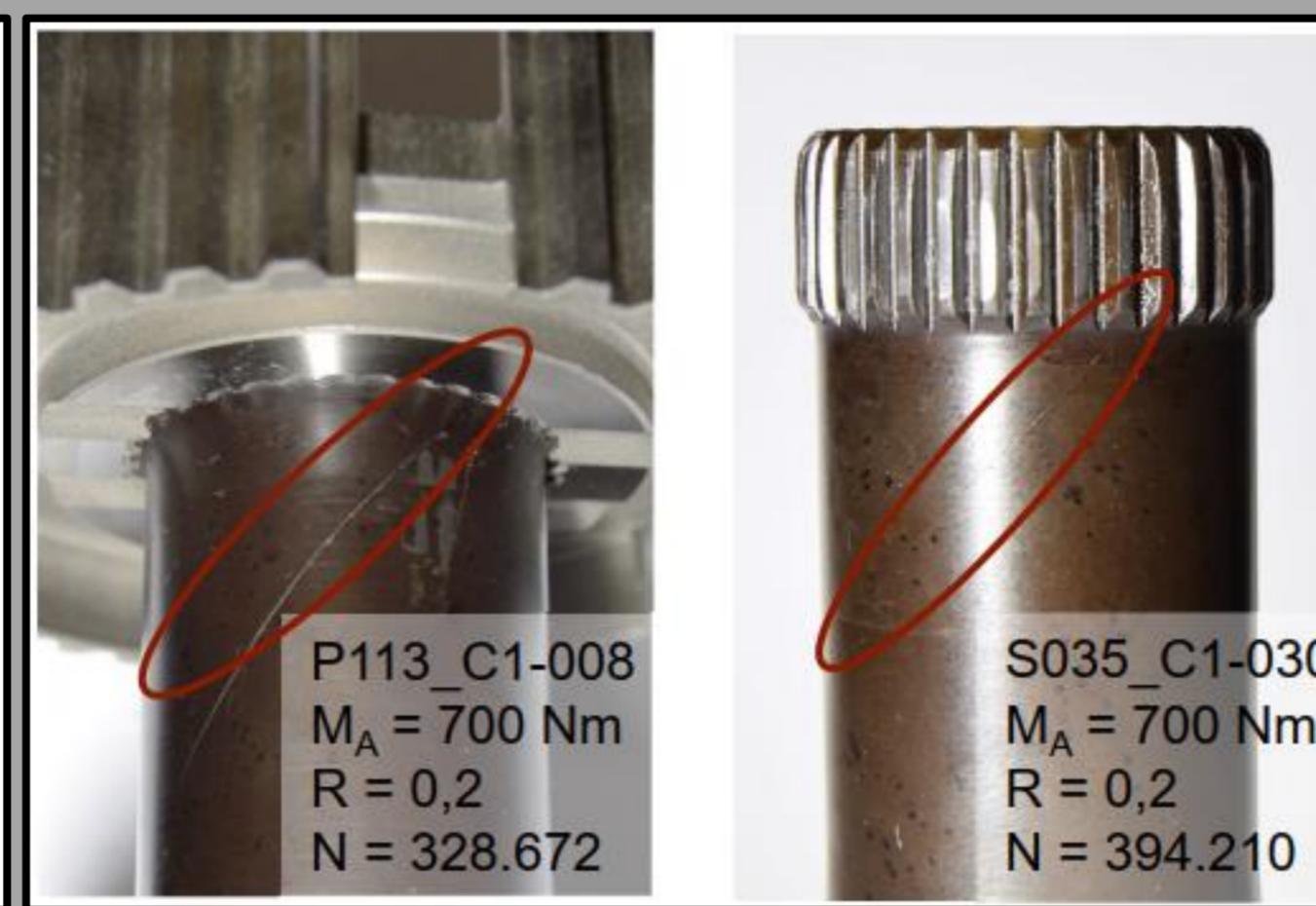
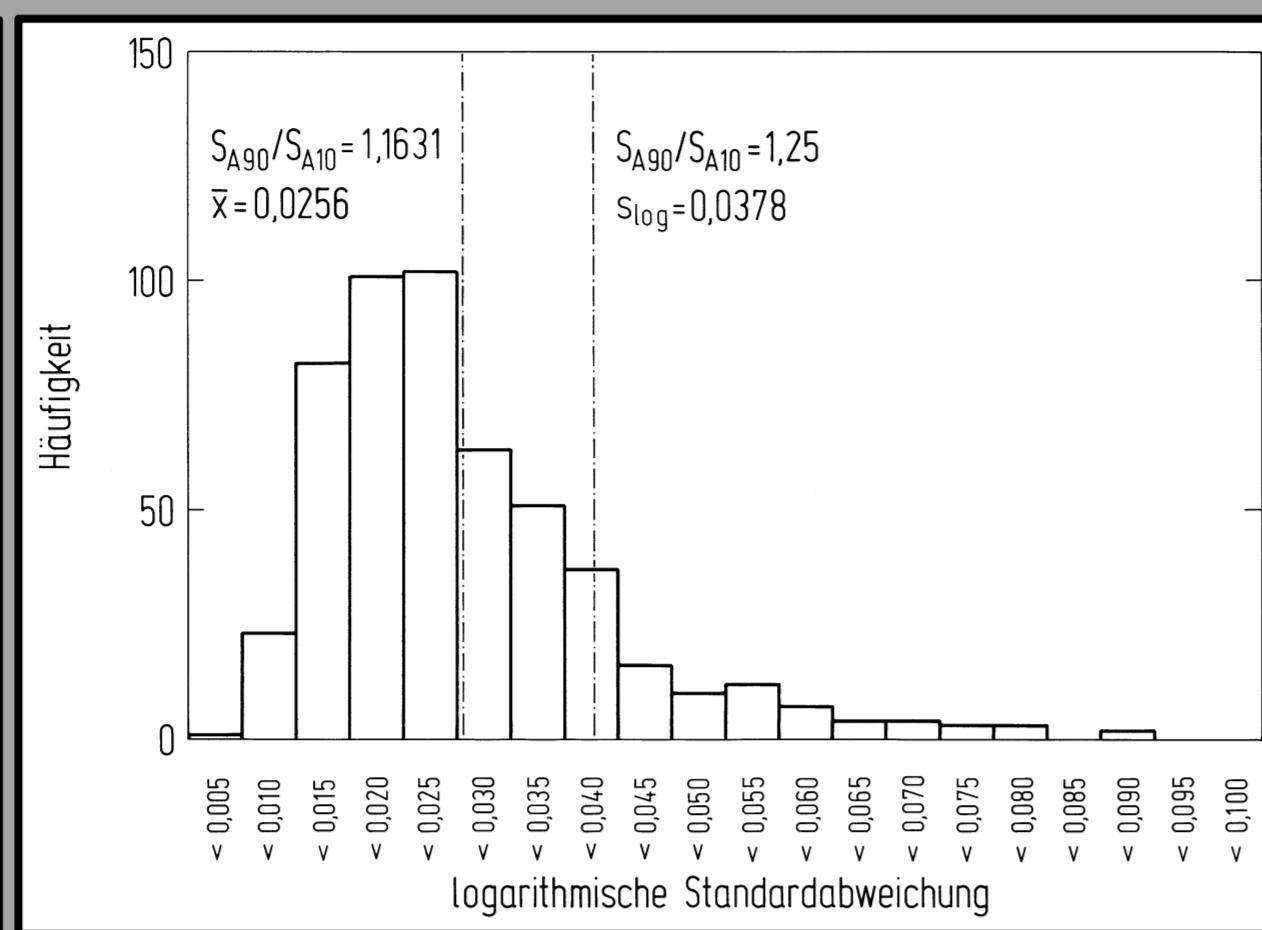
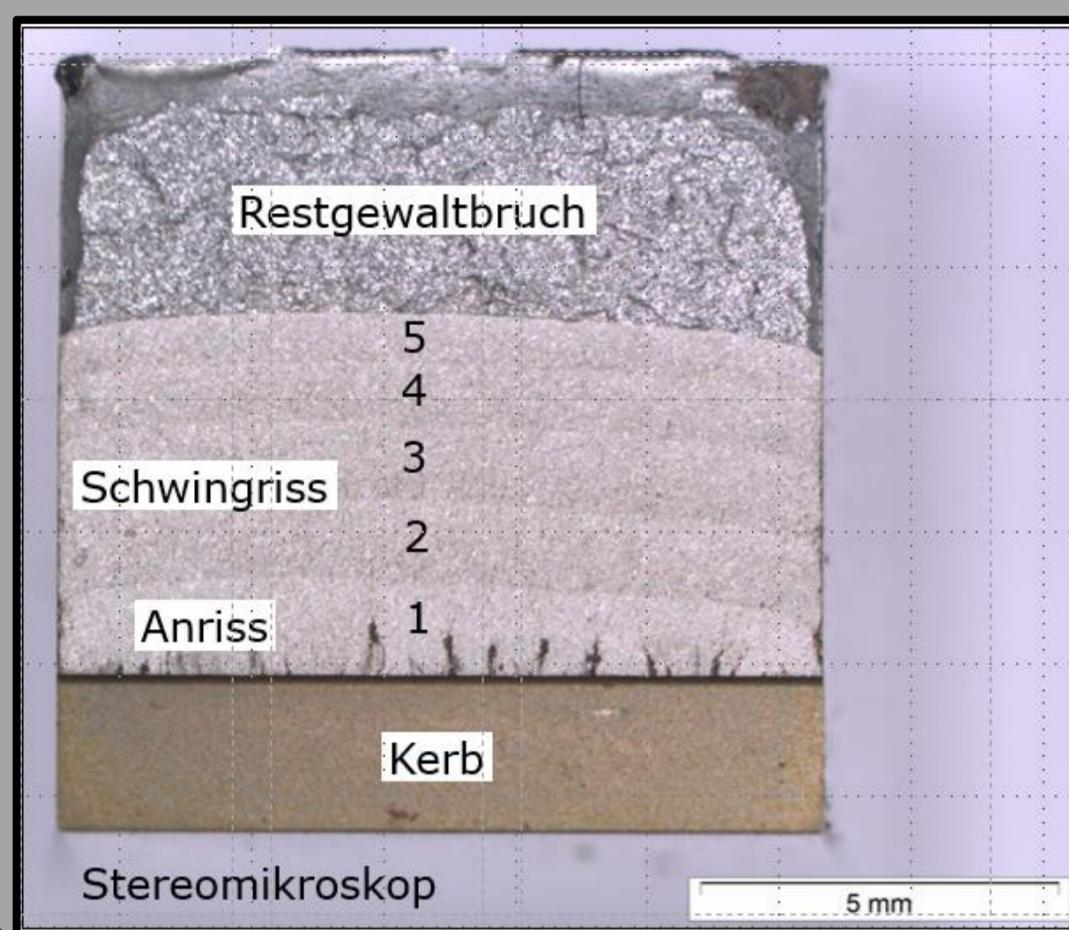
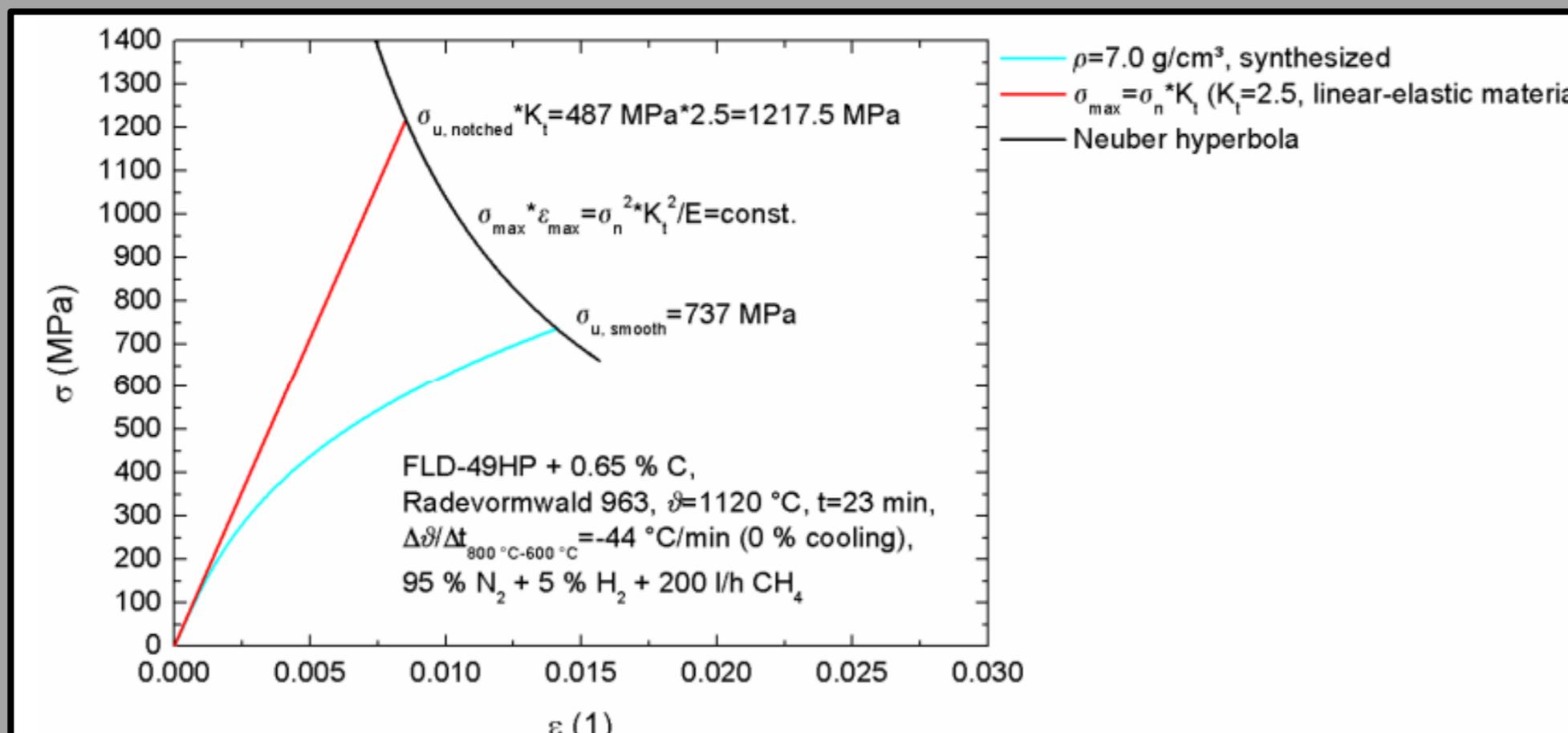
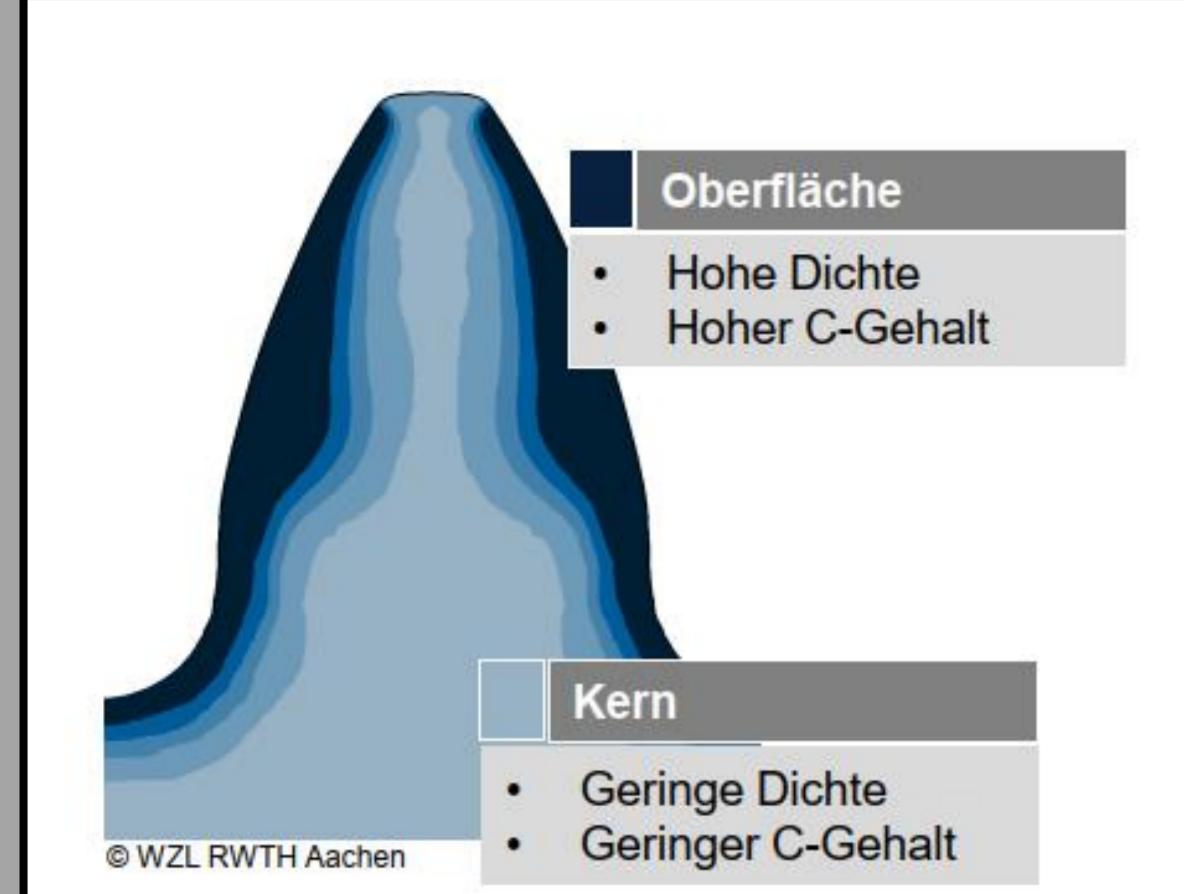


Der Expertenkreis Sinterstähle



Bildquellen von l. o. nach r. u.:
Hajeck et al., Schneider et al.,
Bettge et al., Beiss et al. und
Klügel et al.

Analytical strength assessment of components
made of sintered steel

Draft version
July 19, 2024

Authors:
Karl-Burkard, M.Sc., Tobias Hajeck, M.Sc.
RWTH Aachen, University, Institute for Materials Applications in Mechanical Engineering
Dr.-Ing. Jörg Baumgärtner, Felix Reimann, M.Sc.
Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability
Other:
Dr.-Ing. Markus Schneider
GKN Powder Metallurgy Engineering GmbH

Bildquellen von l. o. nach r. u.:
Burkamp, Baumgärtner et al.,
VDMA

FKM
Forschung im VDMA

RECHNERISCHER
FESTIGKEITSNACHWEIS
für Maschinenteile

FKM-Richtlinie
7. Auflage 2020

VDMA Verlag

Wir stellen uns vor:

Der Expertenkreis Sinterstähle ist der älteste Expertenkreis innerhalb Gemeinschaftsausschusses für Pulvermetallurgie und versteht sich als Wissensspeicher, Empfehlungsgeber und Taktgeber der Branche sowie als Sprachrohr der Unternehmen und der Institute aus dem Bereich "Press und Sinter" (P&S), also der klassischen Formteilhersteller und der in der Forschung involvierten Institute. Formteile aus Sinterstahl machen mengenmäßig den größten Anteil in der pulvermetallurgischen (PM) Industrie aus. Sie zeichnen sich aus mit:

- Sehr hohe mögliche 2D-Komplexität (der werkzeuggebundenen Maße)
- Minimierung oder Wegfall weiterer Zerspanungsoperationen (hohe Materialausnutzung)
- Sehr gute Wirtschaftlichkeit bei größeren Stückzahlen (ab ca. 10000)
- Leichtbaupotential durch die Einstellung der Dichte (typischerweise zwischen 6,0 g/cm³ und 7,4 g/cm³) als weitere Materialvariable
- Sehr geringe Kerbempfindlichkeit der Sinterstähle (insbesondere im Zusammenhang mit der 2D-Komplexität zu beachten)
- Sehr gute Berechenbarkeit der Festigkeitseigenschaften durch eine eigens entwickelte Auslegungsrichtlinie (ab 2025) des Forschungskuratoriums Maschinenbau (FKM-Richtlinie)

Die Ziele des Expertenkreises Sinterstähle liegen im Bereich der vorwettbewerblichen Forschung (AVIF, IGF, AiF, DFG etc.) und der Normung zu Themen wie den Festigkeitseigenschaften oder den Wärmebehandlungsstrategien von Sinterstählen im Spannungsfeld von Preis-Funktion-Gewicht-CO₂-Fußabdruck-Zuverlässigkeit. Dadurch soll die deutschsprachige PM-Industrie gestärkt werden. Dies verpflichtet uns, das generierte Wissen von Generation zu Generation weiterzugeben. Daher sind Jungingenieure/innen jederzeit willkommen.

Die Mitglieder:

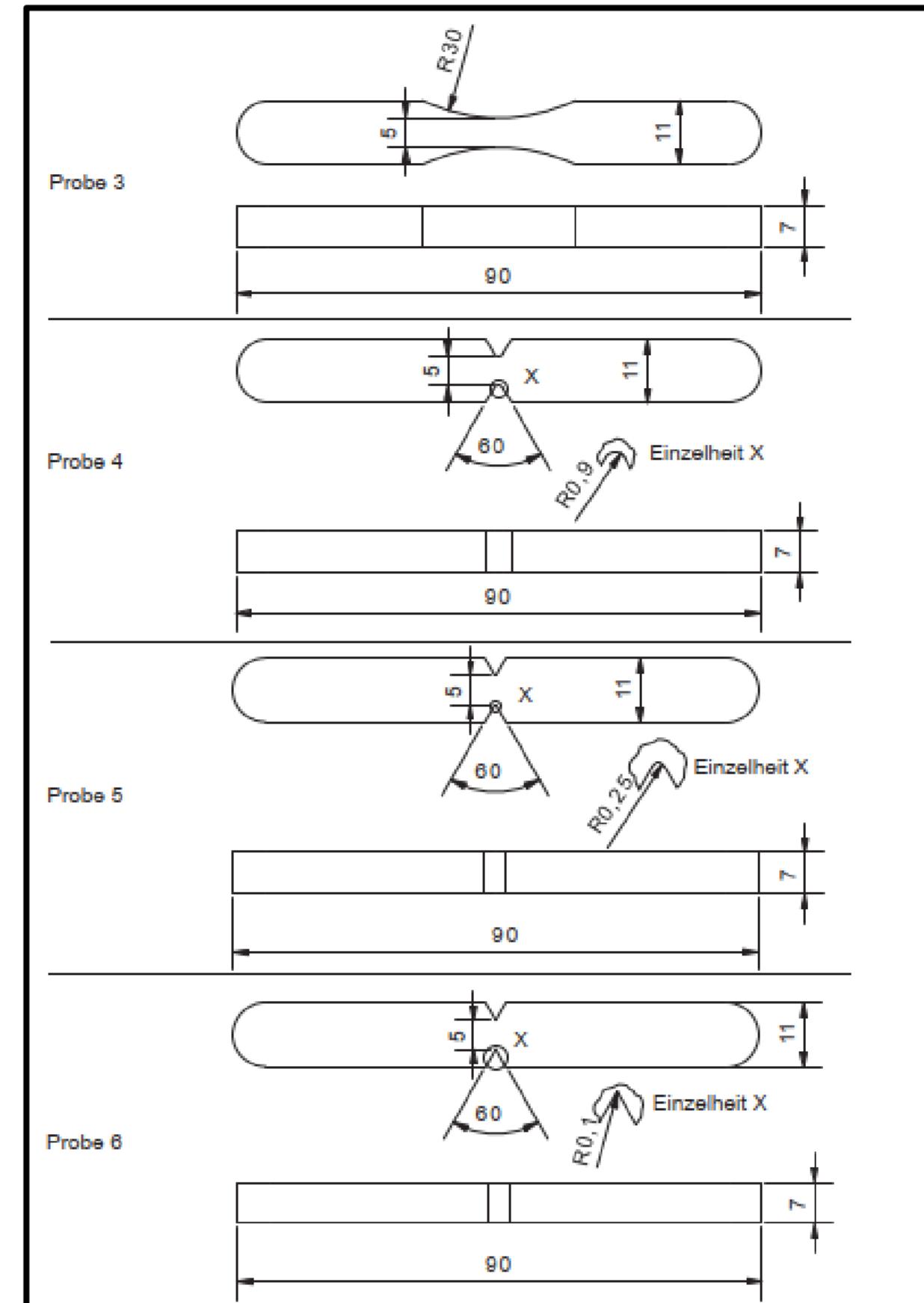
Mittlerweile sind 18 Unternehmen, 12 Institute und ein Verband im Expertenkreis Sinterstähle organisiert. Der Expertenkreis Sinterstahl verfügt über eine einzigartige Mitgliederstruktur bestehend aus OEM, TIER1s, Formteilhersteller, Pulverhersteller, Anlagenhersteller und Institute (in alphabetischer Reihenfolge):

- OEM: VW
- TIER1s: Bosch, BPW, Schaeffler und ZF
- Formteilhersteller: Bleistahl, GKN, Johnson Electric, Miba, PMG, Schunk, SHW
- Pulverhersteller: Hoeganaes Corporation, Höganäs AB, Pometon und Rio Tinto
- Anlagenhersteller: Inductoheat und Siemens
- Institute: IWM Aachen, WZL Aachen, HS Albstadt-Sigmaringen, BAM Berlin, HTW Berlin, IFAM Bremen, IMAB Clausthal, IMW Clausthal, Fraunhofer LBF Darmstadt, IMF Freiberg und IAM-WK Karlsruhe
- Verband: Gemeinschaftsausschuss für Pulvermetallurgie (der 5 Träger)

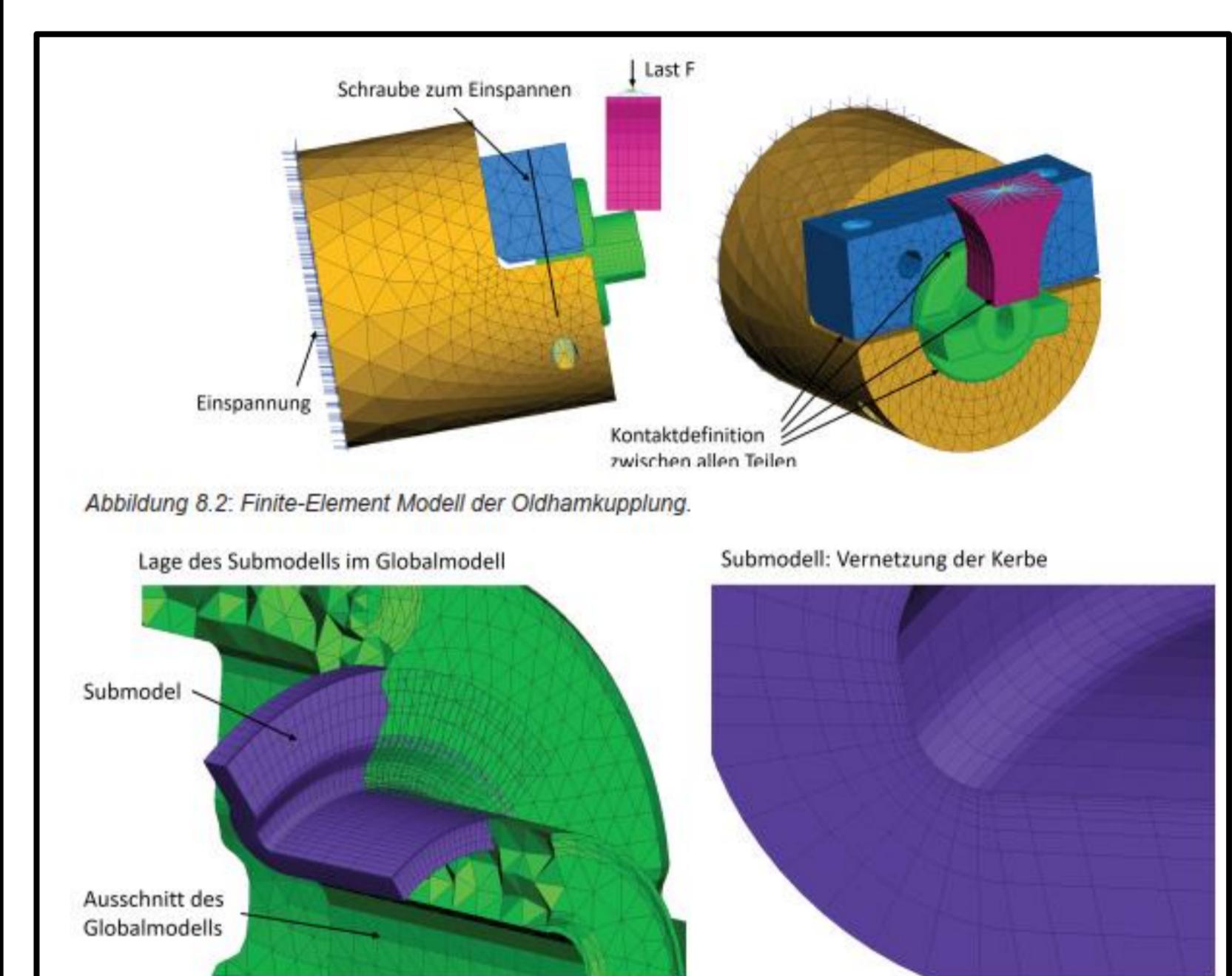
Festigkeitseigenschaften der Sinterstähle und ihre Bewertung:

Lange Zeit galten Sinterstähle als kaum berechenbar, konnte man den materialspezifischen Einfluss der Dichte und des heterogenen Gefüges nicht adäquat beschreiben. Außerdem wurden die Sinterstähle aufgrund ihrer geringen Bruchdehnung und Kerbschlagzähigkeit als „latent bruchgefährdet“ eingestuft. Erst in den letzten Jahren wurde erkannt, welchen positiven Einfluss die geringere Dichte auf die Kerbempfindlichkeit hat:

- Sinterstähle vereinigen sprödbruch- (z. B. fehlende Einschnürung im Zugversuch/Makroebene) und duktilbruchanzeigende (z. B. Grübchen/Mikroebene) Merkmale auf unterschiedlichen Ebenen.
- Sinterstähle sind äußerst kerbunempfindlich (ähnlich wie Grauguß), so dass sie auf Bauteilebene (d. h. im gekerbten Zustand) schmelzmetallurgisch hergestellt – und somit volldichte – Stähle ausstechen können.



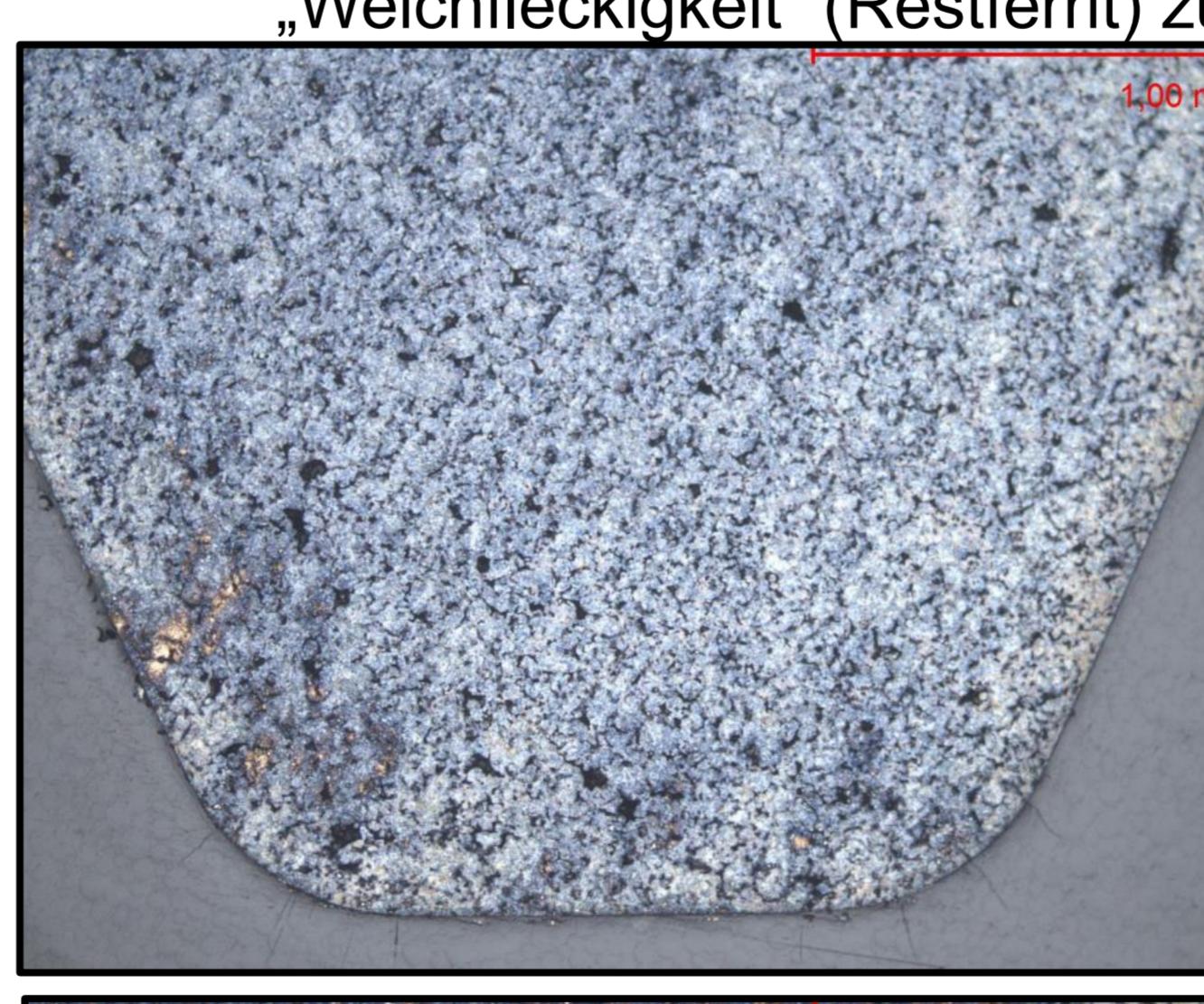
Verwendete Schwingproben zur Charakterisierung der Kerbempfindlichkeit (links), vernetztes Bauteil zur Validierung (rechts), Bildquellen: Burkamp et al.



Wärmebehandlungen an Sinterstählen und ihre Besonderheiten:

Sinterstähle können wärme- bzw. nachbehandelt werden, um die gewünschten Verarbeitungs-, Festigkeits-, Zähigkeits-, Verschleiß- und Korrosionseigenschaften einzustellen oder um die elektromagnetischen und akustischen Eigenschaften zu verbessern. Die Wärme- bzw. Nachbehandlungen von Sinterstählen erfordern Erfahrung, angepasste Prozessparameter und teilweise unterschiedliche Prozesstechnik. Einige Besonderheiten seien an dieser Stelle exemplarisch genannt:

- Einsatzhärten/Carbonitrieren: Sinterstähle sollten aufgrund ihrer geringeren Dichte mit Vakuumverfahren (Niederdruckaufkohlen und Hochdruckgasabschreckung) behandelt werden, um ein „Durchkohlen“ (Versprödung) zu vermeiden.
- Nitrieren/Nitrocarburieren: Sinterstähle sollten aufgrund ihrer geringeren Dichte mit Vakuumverfahren (Plasmanitrieren) behandelt werden, um ein „Durchsticken“ (Versprödung) zu vermeiden.
- Nitrieren/Nitrocarburieren: Sinterstähle sollten aufgrund ihrer „mageren“ Legierungszusammensetzung mit Chrom vorlegtigt werden, um eine entsprechende Sondernitridbildung zu erreichen.
- Induktionshärten: Sinterstähle sollten aufgrund ihres heterogenen Gefüges mit entsprechend geringeren Aufheizraten austenitisiert werden, um „Weichfleckigkeit“ (Restferrit) zu vermeiden.



Kontakt



Dr.-Ing. Markus Schneider
Tel. +49 (0)160-92126961
Markus.Schneider@gknpm.com

GKN Powder Metallurgy
Engineering GmbH
Dahlienstr. 43
42477 Radevormwald
www.gknpm.com

