

Master-Thesis

Last-Verformungs-Verhalten nichtrostender Betonstahlstäbe

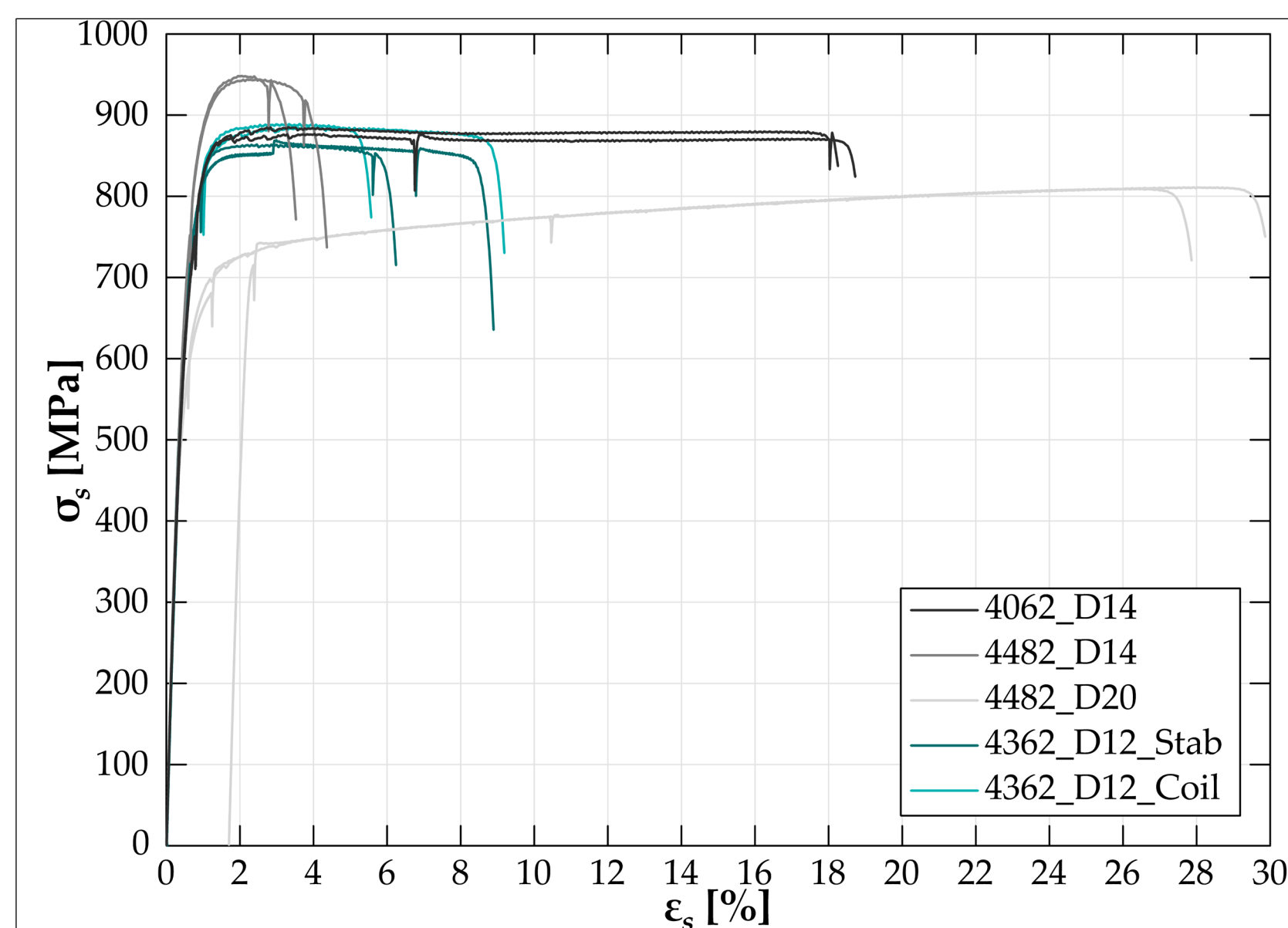


Abb. 1: Spannungs-Dehnungs-Diagramm monotonen Zugversuche verschiedener nichtrostender Bewehrungsstäbe.

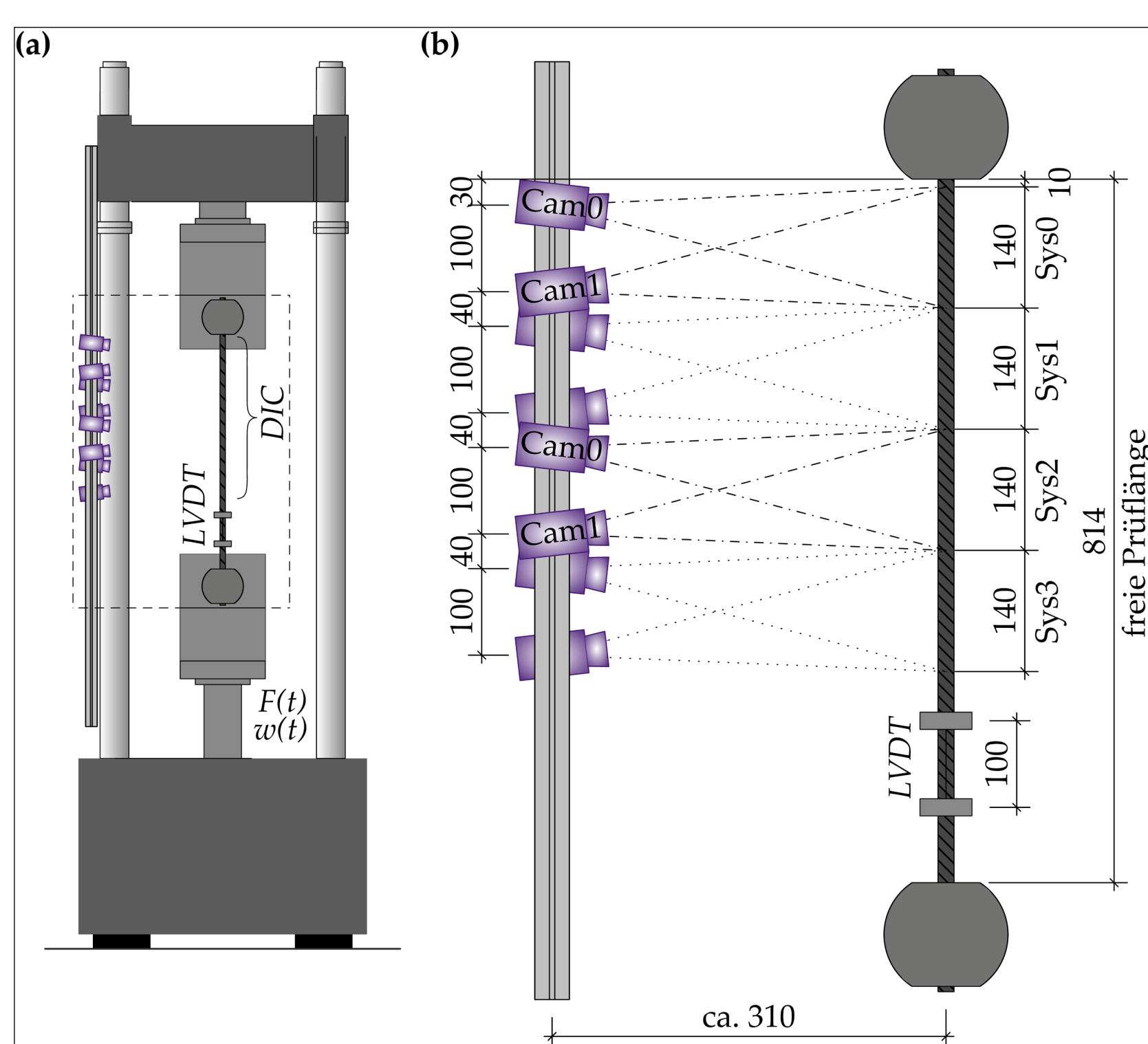


Abb. 2: (a) in Prüfmaschine eingebauter Prüfstab mit den Messgrößen $F(t)$ & $w(t)$, sowie der installierten Messtechnik (DIC und LVDT); (b) Detailausschnitt der Messtechnik mit Vermessung in [mm].

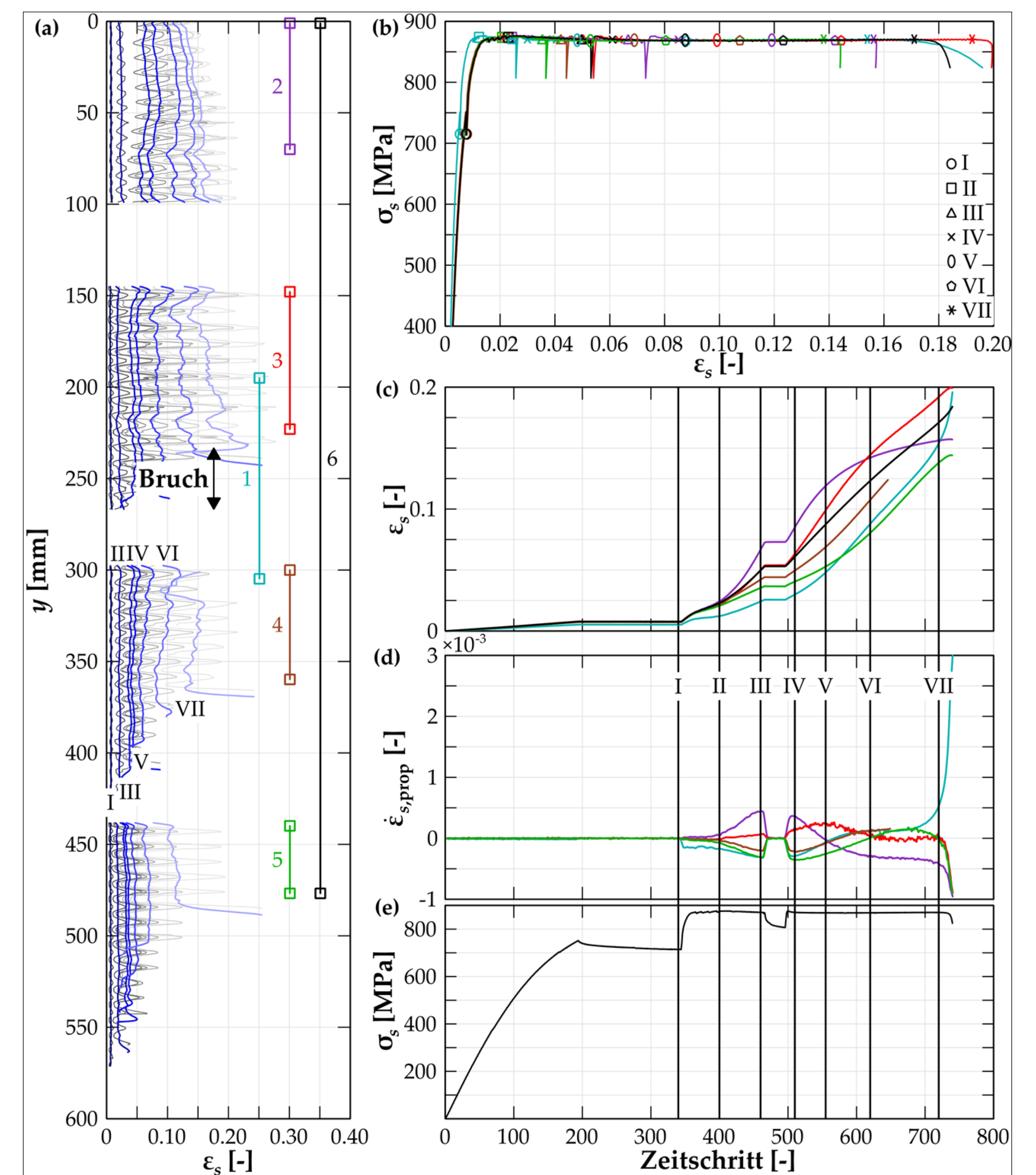
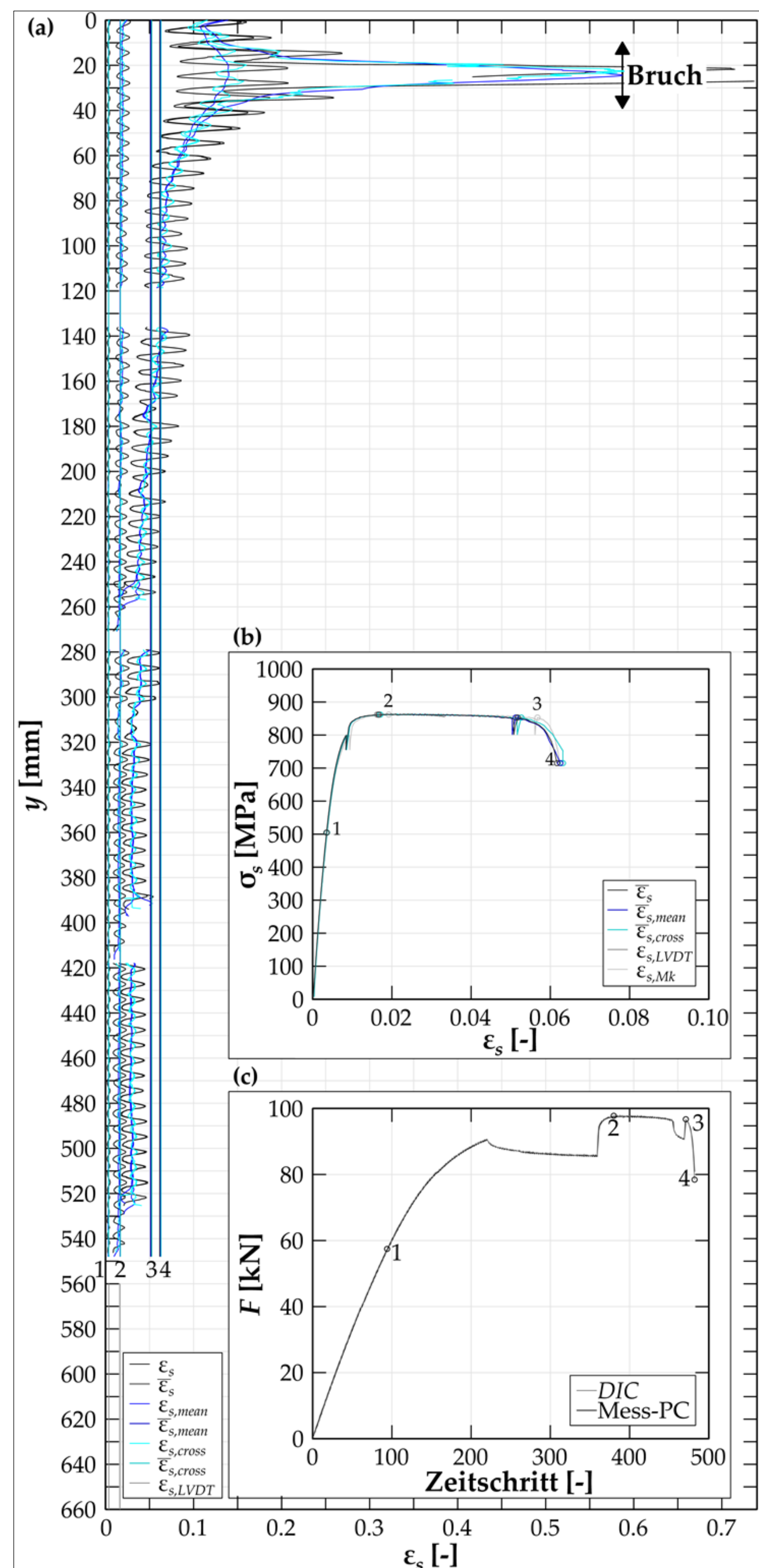


Abb. 4: (a) Dehnungsverläufe der Zeitpunkte I-VII des Versuches 4062_D14 mit den Messstrecken 1-5 und der Referenzmessstrecke 6; (b) Spannungs-Dehnungs-Diagramm, wobei die Markierungen die Zeitpunkte I-VII darstellen; (c) Effektive Dehnungen; (d) Differenz der Dehnungsraten der Messstrecken zur Referenzmessstrecke und (e) Spannungsverlauf.

Abb. 3: (a) Dehnungsverläufe des Versuches 4362_D12 zu verschiedenen Zeitpunkten; (b) zugehöriges Spannungs-Dehnungs-Diagramm und (c) Kraft-Zeit-Diagramm.

Problemstellung

Nichtrostende Bewehrungsstäbe erfüllen häufig, aufgrund ihrer Spannungs-Dehnungs-Beziehung, die Normanforderungen nicht. Vorgelagerte Untersuchungen bestätigten, dass teilweise die Zugfestigkeit bei zu geringer Dehnung erreicht wird, danach jedoch ein entfestigender plastischer Bereich mit grosser Bruchdehnung vorhanden ist. Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung des Last-Verformungs-Verhaltens von nichtrostendem Betonstahl.

Versuchsserie & Messkonzept

Die Durchführung monotonen Zugprüfungen verschiedener nichtrostender Betonstahlstäbe (unterschiedliche Werkstoff-Nr. und Durchmesser, siehe Abb. 1) bildet die Basis der Untersuchung. Die Messung erfolgt mittels Digital Image Correlation (DIC) gemäss dem Messkonzept in Abb. 2. Der Fokus liegt dabei auf dem lokal unterschiedlichen Dehnungsverhalten entlang des Stabes und der Untersuchung des Einflusses verschiedener Basislängen.

Ergebnisse

Die DIC-Daten in Abb. 3 (a) zeigen eine Korrelation zwischen der Längsdehnung und dem Profil der Rippen (schwarze Kurve). Der gleitende Mittelwert über einen Rippenabstand (dunkelblaue Kurve) eliminiert den Einfluss der Rippen. Aus der Versuchsserie sind zwei unterschiedliche Dehnungseigenschaften erkennbar. So weist der Versuch 4362_D12 (Abb. 3) eine deutliche Dehnungsspitze im Bruchbereich und ein gleichmässiges Dehnungsniveau ausserhalb der Bruchzone auf. Der Einfluss der Prüflänge auf die Dehnungswerte ist bei dieser Dehnungslagerung erheblich. Anders ist beim Versuch 4062_D14 (Abb. 4) die Dehnungsspitze im Bruchbereich gering und die Dehnungen ausserhalb weisen deutliche Schwankungen auf. In Abb. 4 (d) ist eine Verlagerung des überproportionalen Dehnungsbereiches erkennbar, was zu einer gleichmässigeren Dehnung über die Stablänge führt und der Einfluss der Prüflänge auf die Dehnungswerte wird wesentlich geringer. Anders als der Versuch 4362_D12 bildet der Versuch

4062_D14 beim Erreichen der Zugfestigkeit keine Einschnürung aus, sondern erfährt vermutlich durch eine Gefügeänderung (Umwandlung von Austenit zu Martensit) eine höhere Verfestigungsrate, wodurch die Querschnittsreduktion zu diesem Zeitpunkt nicht massgebend wird.

Fazit

Die Ursache für das unterschiedliche Last-Verformungs-Verhalten der verschiedenen Stabdurchmesser und Werkstoff-Nr. gilt es weiter zu untersuchen. Dazu könnte eine weitere Versuchsserie mit einer Gefügeanalyse-Begleitkampagne mögliche weitere Erkenntnisse liefern.

Martina Rohrer

Advisor:
Prof. Dr. Albin Kenel

Experten:
Dr. Severin Häfliger
Dr. Karel Thoma