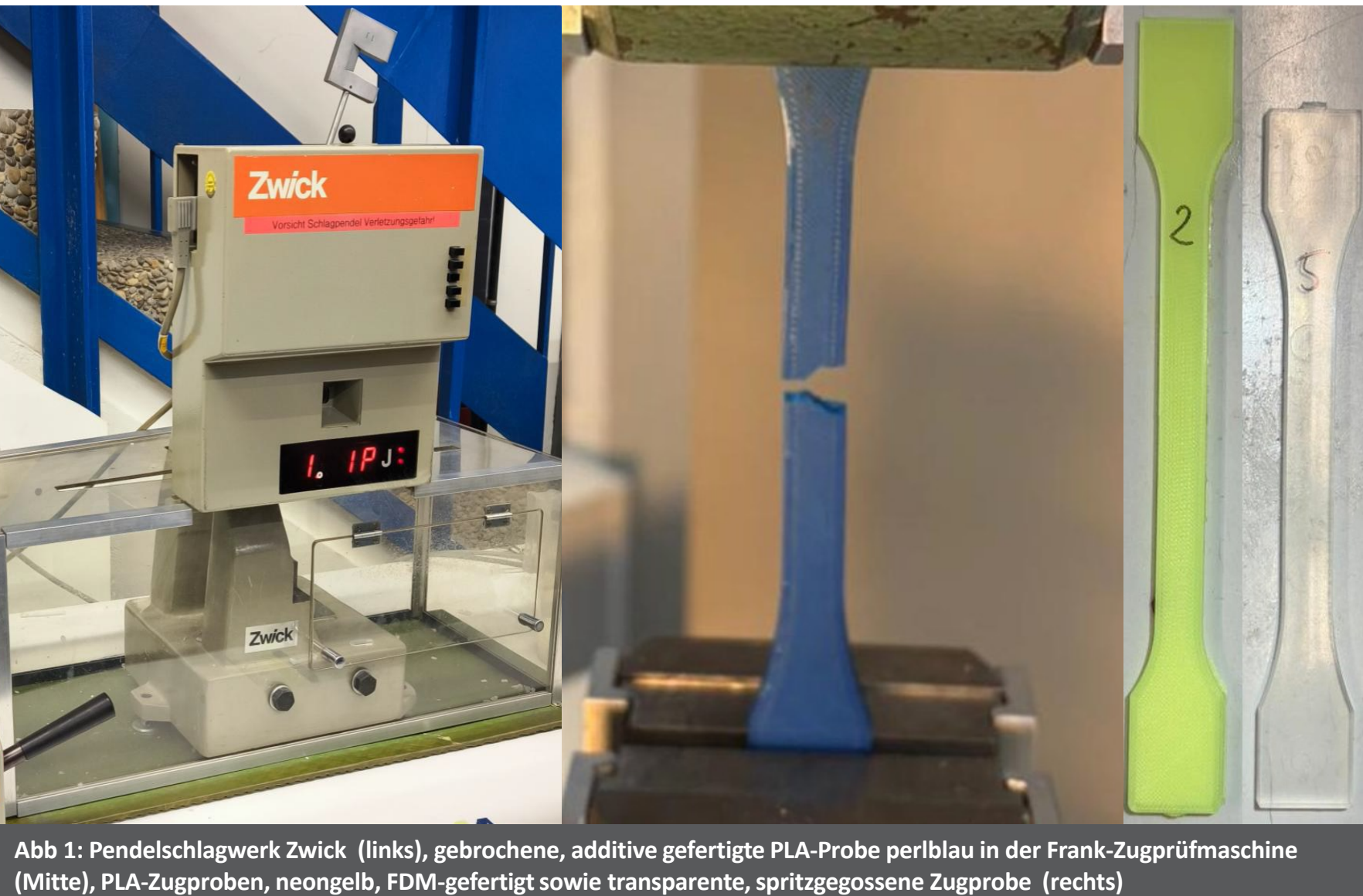


Eigenschaften und Strukturen spritzgegossener und additiv gefertigter Kunststoffteile im Vergleich

Projekt im Fach Leichtbauwerkstoffe – Masterstudiengang Maschinenbau Konstruktionstechnik

Die Projektaufgabe In der Übung Leichtbauwerkstoffe hatten Studenten des Masterstudienganges Maschinenbau Konstruktionstechnik die Gelegenheit, Einflüsse des Materials und des Fertigungsverfahrens auf die inneren Strukturen und deren Auswirkung auf makroskopische Eigenschaften wie Festigkeit, Härte und Zähigkeit zu untersuchen. Dazu wurden Proben aus dem Kunststoff PLA im 3D-Druck (FDM-Verfahren) und im Spritzguss hergestellt, mechanisch getestet und mikroskopisch analysiert. Dabei kamen als Verfahren die Mikrotomie und Mikroskopie zum Einsatz [1]. Betreut wurde das Projekt von Dipl. Geologe Martin Kern. Vier Gruppen haben diese Aufgabe mit jeweils verschiedenen Verfahren bearbeitet.



Methoden: Die 3D-gedruckten oder spritzgegossenen Proben wurde zunächst im Stereomikroskop betrachtet und mit Zugversuch, Charpy-Kerbschlagversuch oder Shore-Härtemessung getestet. Zur mikroskopischen Analyse wurden mit dem Mikrotom 15 µm dünne Schnitte erzeugt, die im Durchlichtmikroskop betrachtet wurden (Abb.2). Polarisiertes Licht macht die vorhandenen Strukturen sichtbar (Abb. 5, 6 und 8).

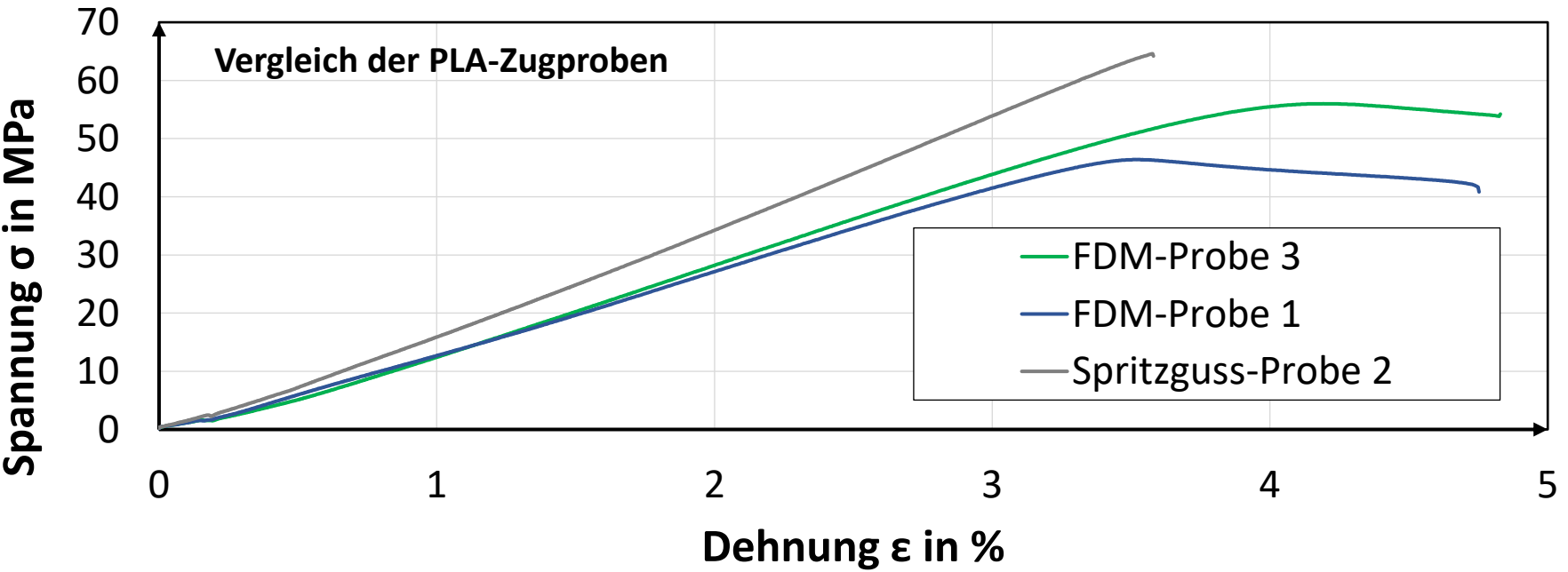
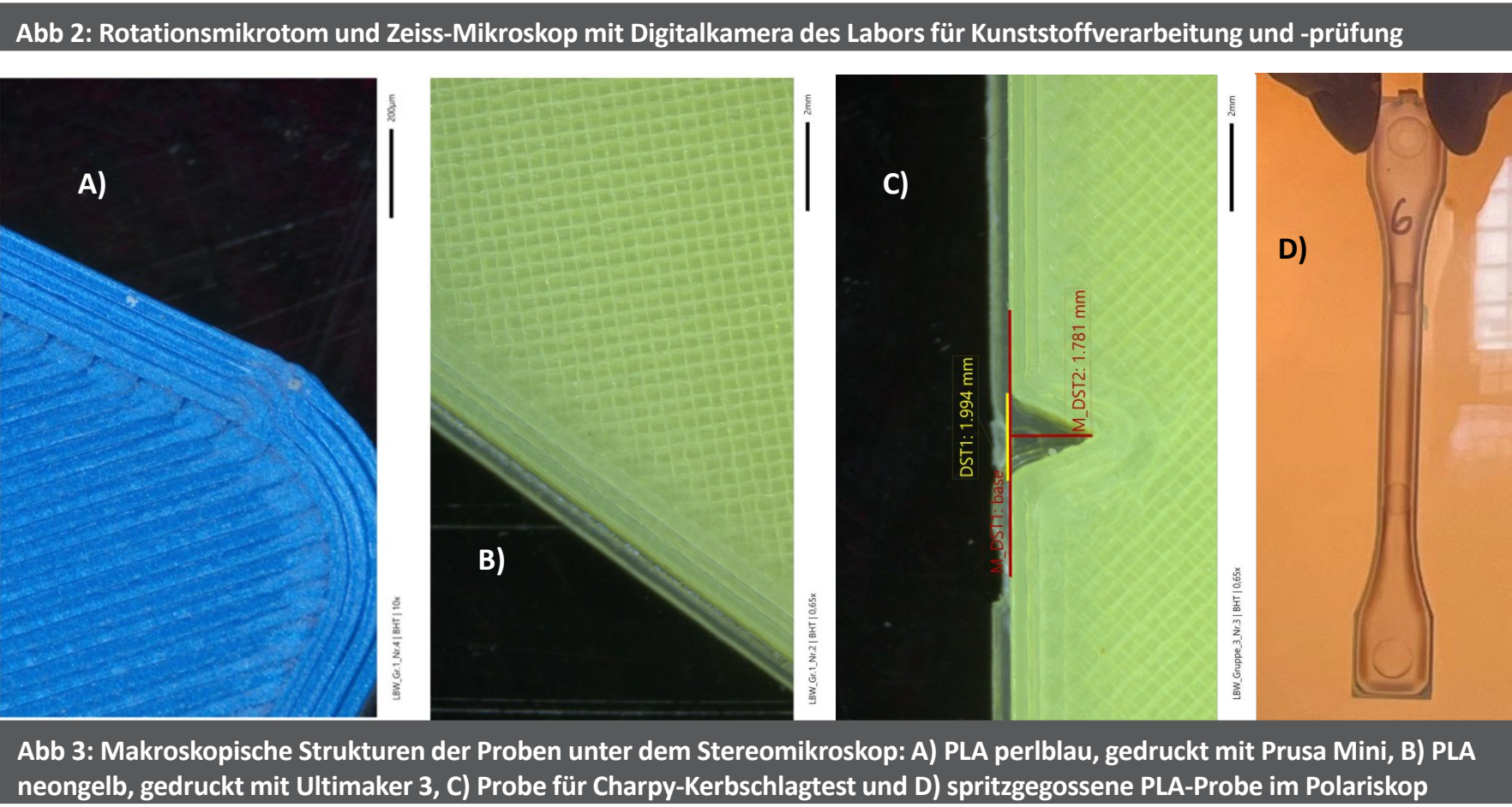
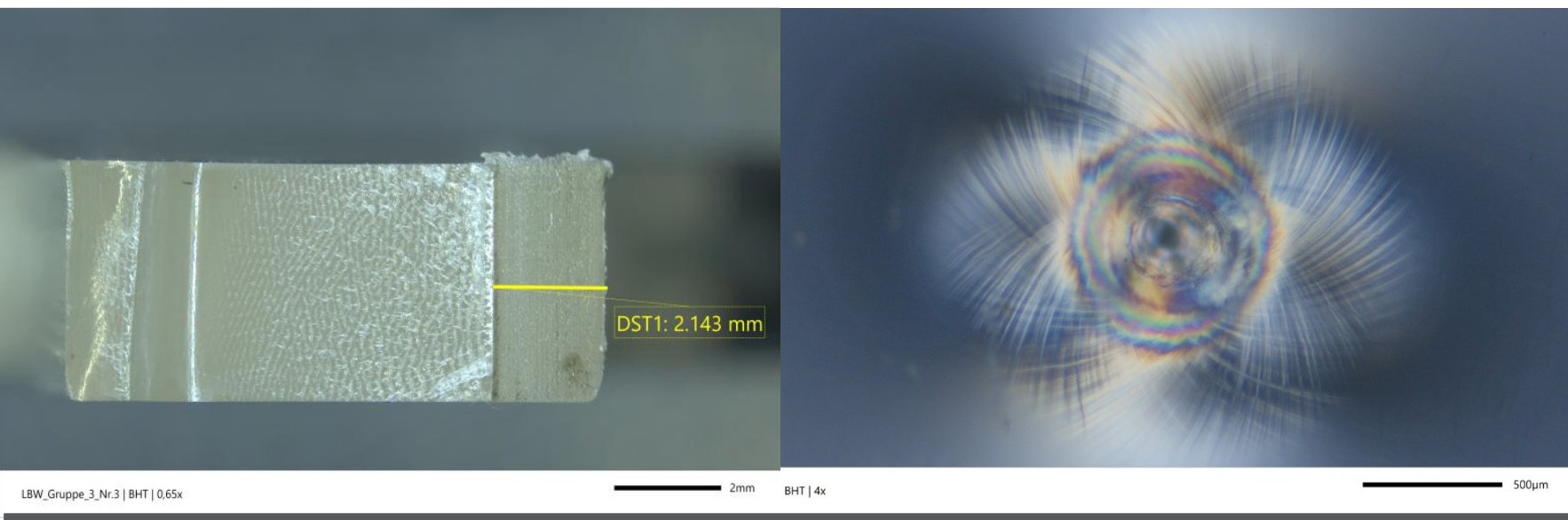
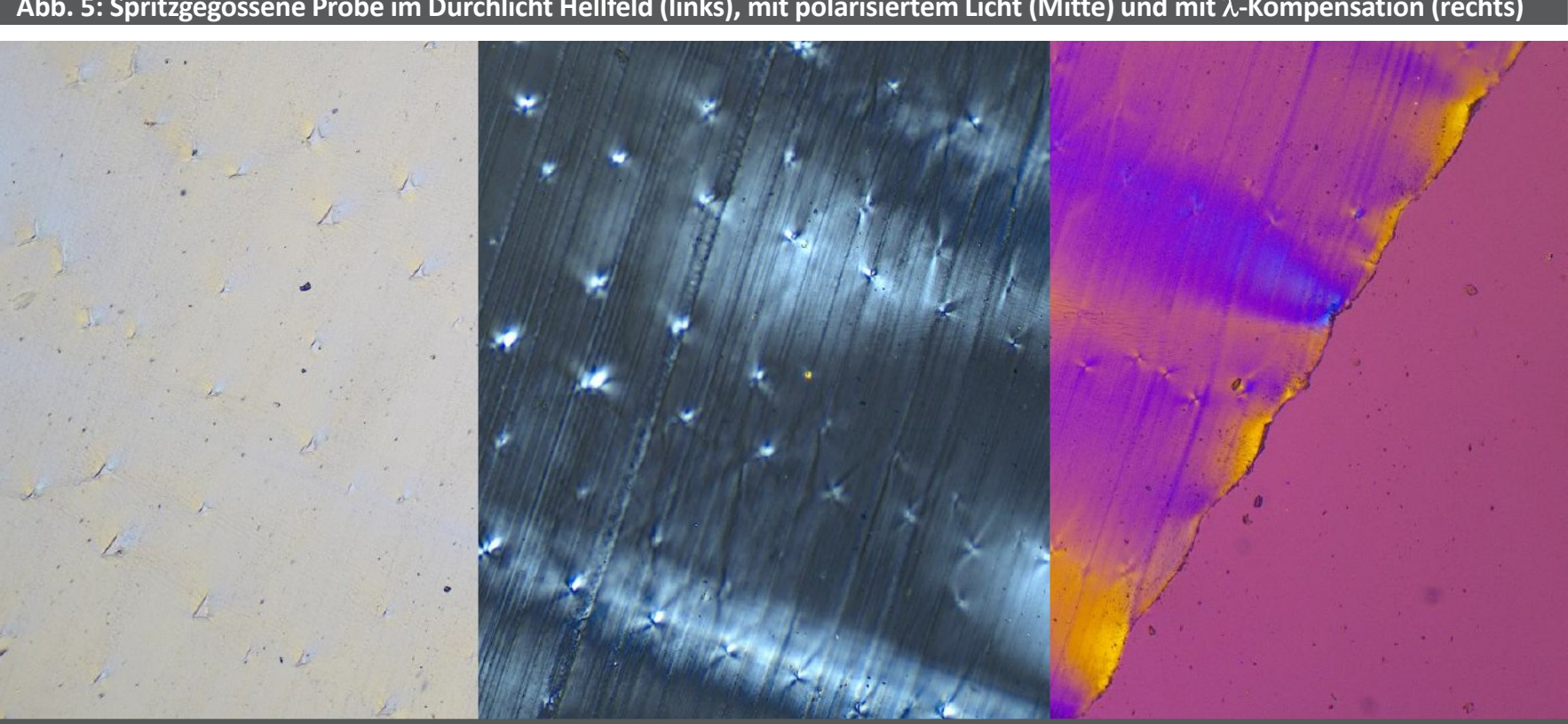
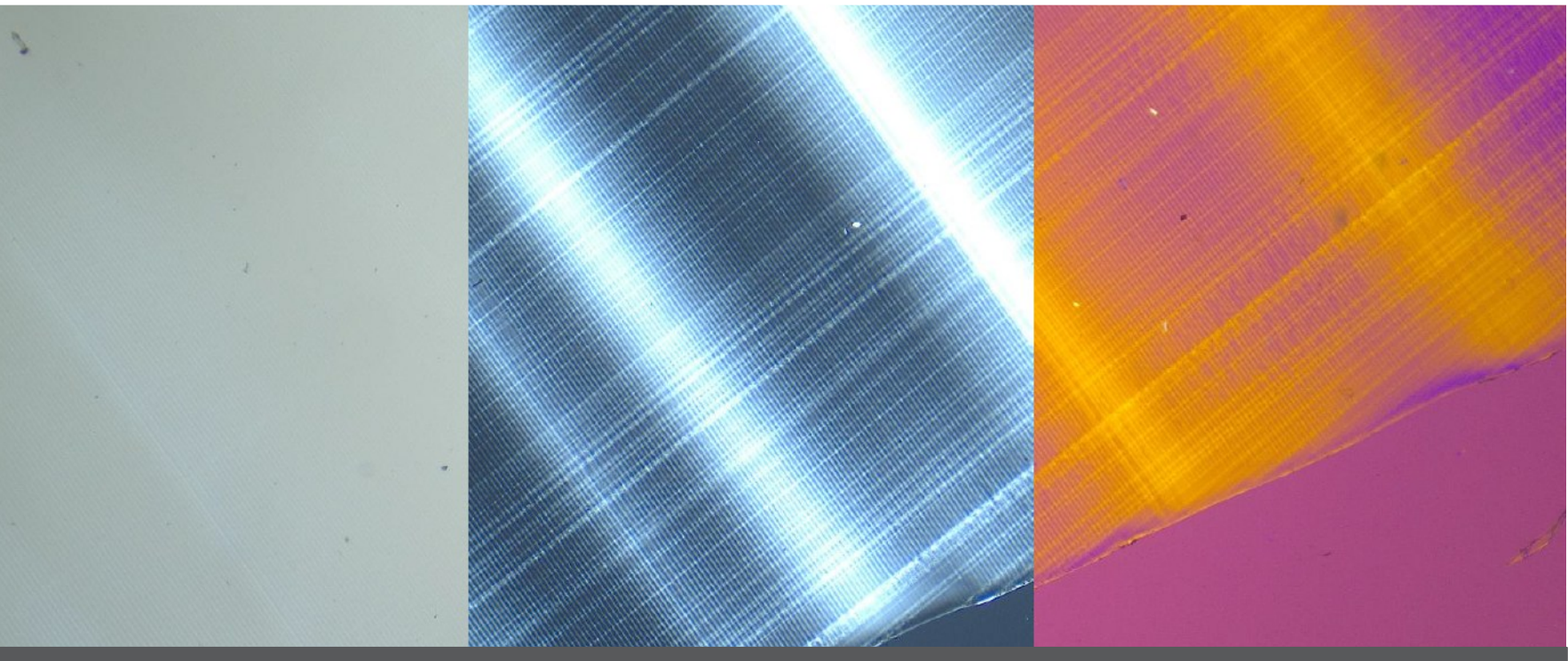
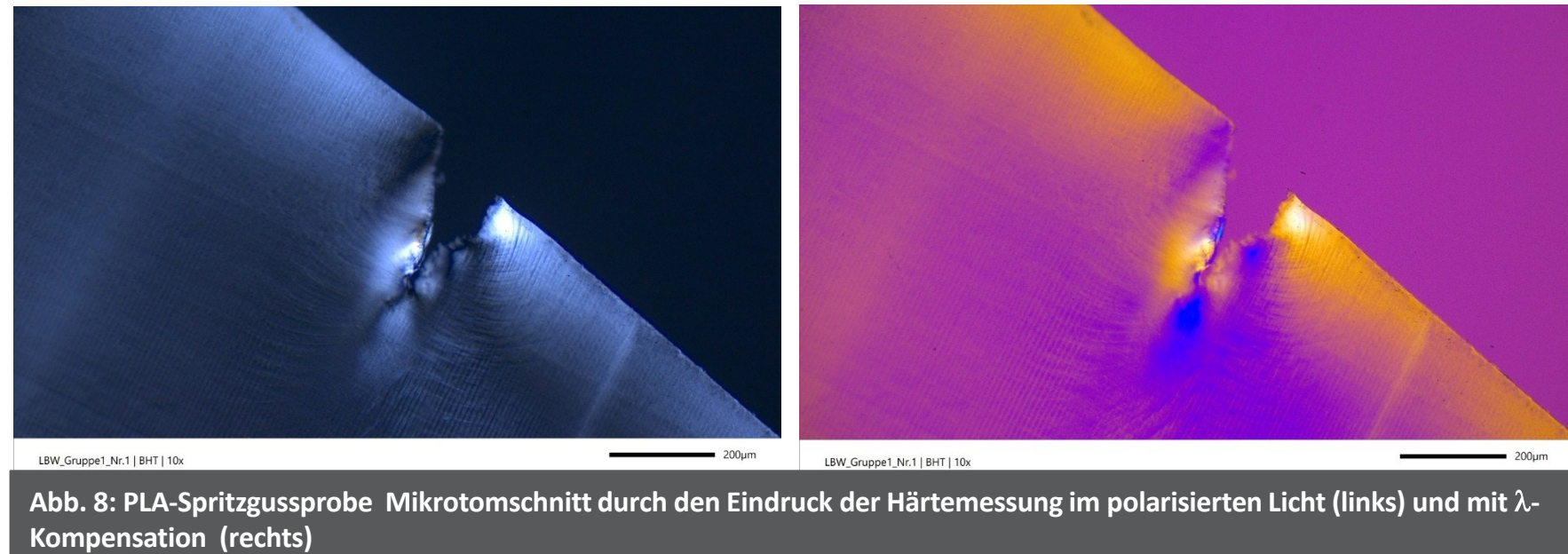


Abb 4: Vergleich der Spannungs-Dehnungs-Kurven eines Zugversuches für die FDM-Proben 1 (perlblau, Prusa Mini) und 3 (neongelb, Ultimaker 3) und einer Spritzgussprobe

Analysen: Ein erster Blick mit bloßem Auge oder durch das Stereomikroskop offenbarte bereits Unterschiede zwischen den einzelnen Proben. Durch das FDM-Verfahren bedingt, zeigten die gedruckten Proben deutliche Inhomogenitäten. In der Druckqualität waren Unterschiede zwischen den Druckern erkennbar. Die Qualität der Spritzgussprobe war erwartungsgemäß besser. Aber auch der Spritzguss erzeugt Inhomogenitäten im Randbereich, wie im Polariskop zu sehen war (Abb. 3). In der mechanischen Analyse zeigten sich Unterschiede z. B in Steifigkeit und Festigkeit (Abb. 4). Beim Blick durch das Zeiss-Mikroskop waren im Durchlicht Hellfeld Strukturen nur schlecht erkennbar. Bei Verwendung von polarisiertem Licht traten die verfahrensbedingten Strukturen der gedruckten Proben deutlich hervor. Trotz Druck mit 100% Infill waren Leerstellen erkennbar (Abb. 6), während der Spritzguss homogenes Material erzeugte (Abb. 5). Sichtbar ist, dass die Mikrotomie ihre Spuren beim Schnitt in Form von Riefen hinterließ. Mittels λ -Kompensation konnten Orientierungen und Eigenspannungen sichtbar gemacht werden. Auch hier ist der Spritzguss homogener als das FDM-Verfahren.



Bei Kerbschlagtests zeigten die FDM-Proben günstiges Verhalten mit Zähigkeiten 30% oberhalb der spröden Spritzgussproben, während die Härtemessung relativ geringe Unterschiede (>10%) ergab. Abb. 7 zeigt einen durch Härtemessung erzeugten Eindruck und die in seinem Umfeld hervorgerufenen Eigenspannungen. **Fazit:** Das Projekt gab Einblick in die Werkstoffanalyse. Es wurde deutlich, dass trotz des einfachen Prinzips, die Probenpräparation mittels Mikrotomie Übung und Geschick erfordert. Fertigungsbedingt zeigten sich Unterschiede in mikroskopischen Strukturen und mechanischen Kennwerten der Proben.



Teilnehmer: Lennart Schadach, Szymon Duniecki, Tarek Wolf, Tim Hakl, Tom Fiedler, Lasse Malek, Andreas Seifert, Andreas Wilken, Dominik Meindl, Jannis Boldt, Alex Roussel Djomo Kouassi, Leon Nguyen, Ahmad Mzyan, Anas Zouaoui

Quellen: [1] Martin Kern, Präparation und Mikroskopie für nichtmetallische Werkstoffe und Verbunde – ein Praxisbuch, 2019

