

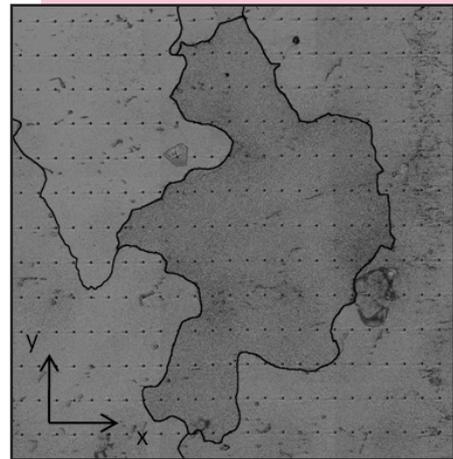
## Einfluss der Kristallplastizität auf Rissinitiierung und Risswachstum

Makroskopisch betrachtet, besteht ein Bauteil aus einem homogenen Werkstoff. In vielen Fällen der Bauteilauslegung ist diese Betrachtungsweise gerechtfertigt und wird z.B. durch ein isotrop elastisches und plastisches Materialverhalten dargestellt. Auch in der Bewertung von Rissen hinsichtlich der Bauteillebensdauer großer Bauteile kommt diese Annahme zum Tragen.

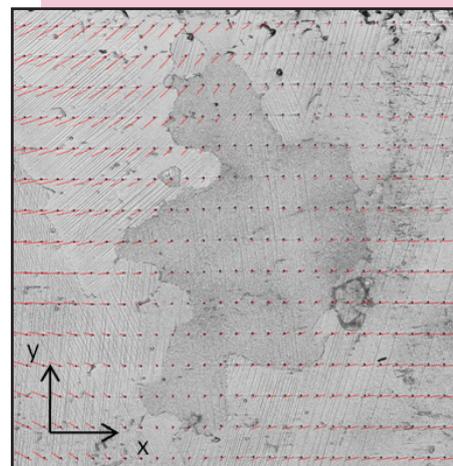
Ein Riss hat immer eine Entstehungsgeschichte und in dieser spielt die Mikrostruktur des Werkstoffs eine entscheidende Rolle. Deshalb ist für die Rissinitiierung und das Wachstum kleiner Risse die mikroskopische oder mesoskopische Betrachtungsweise erforderlich.

Hier kommt die direkte Kristallplastizität zur Anwendung. Dabei wird das anisotrope elastische und plastische Verhalten der einzelnen Körner basierend auf der Kristallstruktur, der Orientierung zur äußeren Lastachse und den Versetzungsbewegungen in Materialgesetzen formuliert und numerisch berechnet.

Zur Analyse der mikroskopischen Werkstoffreaktion auf äußere mechanische Belastungen werden Verschiebungsfelder an der Probenoberfläche mit Hilfe der digitalen Bildkorrelation ermittelt. Die Verschiebungen dienen zum einen der Berechnung der Dehnungsfelder auf der Probenoberfläche, zum anderen liefern sie die Randbedingungen für die Berechnung der Spannungen und Dehnungen durch die CPFEM (Crystal Plasticity Finite Element Method). Beide Ergebnisse fließen in die Auswertung ein.



Gefüge mit hervorgehobenen Korngrenzen im unbelasteten Zustand



Verschiebungen auf Probenoberfläche bei einer anliegenden Kraft  $F_x = 4920 \text{ N}$



Die reale Geometrie der Mikrostruktur wird anhand der Korngrenzen mit digitaler Bildanalyse erfasst und automatisch in ein FE-Modell überführt. Orientierungsmessungen mit EBSD liefern die Informationen zur Kristallorientierung, die im FE-Modell berücksichtigt werden.

Ein anderes Anwendungsgebiete der Kristallplastizität ist die Umformtechnik. In Tiefziehprozessen wird beispielsweise die statistische Kristallplastizität angewendet. Sie wird zur Texturentwicklung und zur Vorhersage der texturbedingten Bauteilform von Blechen verwendet.

### Kooperationspartner

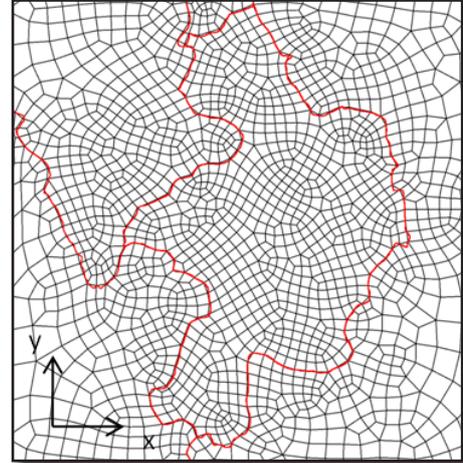
Es besteht eine Zusammenarbeit mit Dr.-Ing. P. Eisenlohr, Leiter der Abteilung Computational Mechanics of Polycrystals am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf. Dort wird die Kristallplastizität Software DAMASK (Düsseldorf Advanced MATERIALS Simulation Kit) entwickelt.

### Ausstattung

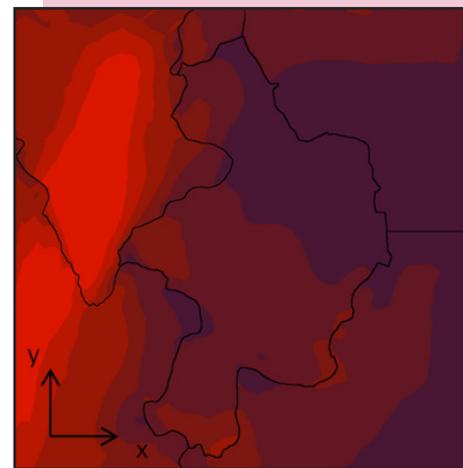
- FEM: Dassault Systèmes Abaqus 6.8 – 6.11
- Kristallplastizität: DAMASK
- Digitale Bildkorrelation: VEDDAC 5.0/5.1
- Digitale Bildanalyse: IMATEC DigiTrace 3
- Digitale Bildbearbeitung: Adobe Photoshop CS4
- Mechanische Prüfung: Kamrath & Weiss Zugmodul + Keyence VHX 600 digitales Mikroskop

### Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Benjamin Bode  
E-mail: [benjamin.bode@uni-kassel.de](mailto:benjamin.bode@uni-kassel.de)  
Tel.: +49 561 804-3656



FE-Modell der Mikrostruktur aus Bild 1  
(Korngrenzen hier in rot dargestellt)



Dehnung in x-Richtung aus CPFEM  
Berechnung