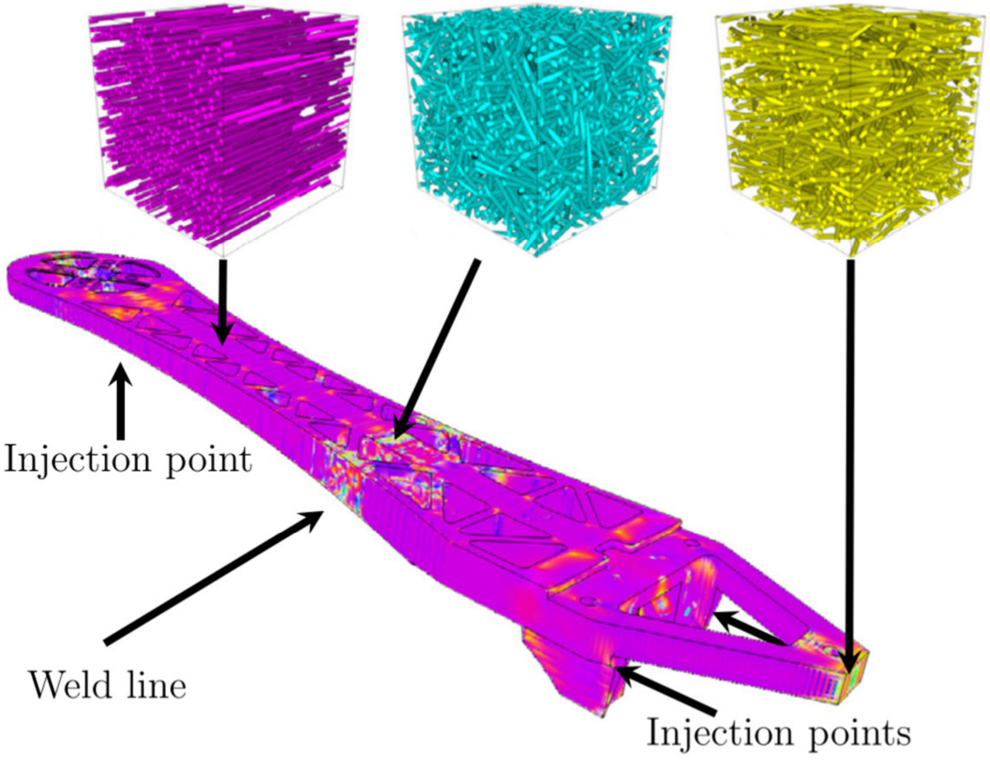
Rechnergestützte Kontinuumsmechanik (RKM)

Karlsruher Institut für Technologie



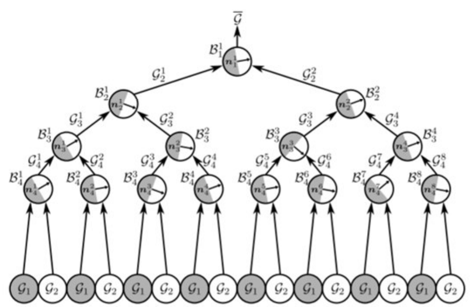
(a) Injection molded quadcopter arm

ELSEVIER
Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 384 (2021) 113952
Computer methods in applied mechanics and engineering
www.elsevier.com/locate/cma

An FE–DMN method for the multiscale analysis of short fiber reinforced plastic components

Sebastian Gajek, Matti Schneider, Thomas Böhlke*
Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute of Engineering Mechanics, Germany

Received 8 February 2021; received in revised form 4 May 2021; accepted 18 May 2021
Available online 16 June 2021



(a) Material propagation

Table 6
Material parameters of the aluminum plates [90].

Aluminum	$E = 75$ GPa	$\nu = 0.3$	$\sigma_0 = 75$ MPa	$k = 416$ MPa	$m = 0.3895$

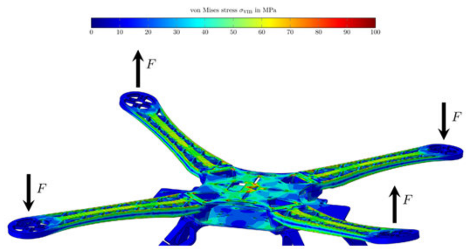
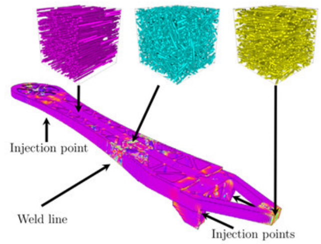


Fig. 15. Simulated quadcopter drone frame.

RKM: Organisation der Lehrveranstaltung

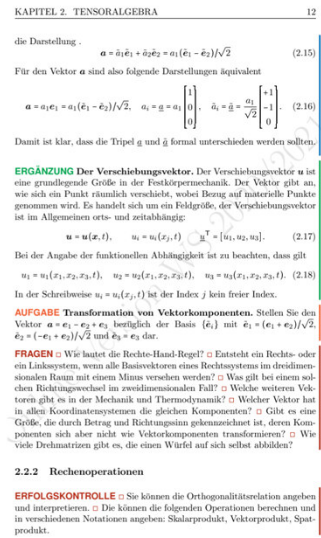
- **Format**
  - Vorlesung
  - (Rechner-)Übung
  - Sprechstunden

- Vorlesung (2 SWS):
  Do, 15:45 – 17:15, Neuer HS, Geb. 20.40
- Übung / Rechnerübung (2 SWS):
  Fr, 11:30 – 13:00, HS Sport Geb. 40.40



(a) Injection molded quadcopter arm

- **Arbeitsmaterialien**
  - Detailliertes Skript (Deutsch / Englisch) mit Lernzielen, Beispielen, Fragen, Vertiefungen, …
  - Anschrieb der Vorlesung wird digital bereitgestellt
  - Videoaufzeichnung der Vorlesung oder Podcast zum Anschrieb und Skript
- **„RKM-Service-Paket"**
  - Sprechstunden auch im Wintersemester
  - „Stehpausen" in jeder Vorlesung
- **Inhalte**
  - Einführung in Kontinuumsmechanik und Tensorrechnung (Vorlesung)
  - Überblick zu numerischen Methoden der Kontinuumsmechanik (ergänzend in Vorlesung)
  - Anwendung von Python/Abaqus (Rechnerübung)



KAPITEL 2. TENSORALGEBRA 12

die Darstellung .

$$\boldsymbol{a} = \tilde{a}_1\tilde{\boldsymbol{e}}_1 + \tilde{a}_2\tilde{\boldsymbol{e}}_2 = a_1(\tilde{\boldsymbol{e}}_1 - \tilde{\boldsymbol{e}}_2)/\sqrt{2} \quad (2.15)$$

Für den Vektor $\boldsymbol{a}$ sind also folgende Darstellungen äquivalent

$$\boldsymbol{a} = a_1\boldsymbol{e}_1 = a_1(\tilde{\boldsymbol{e}}_1 - \tilde{\boldsymbol{e}}_2)/\sqrt{2}, \quad a_i = \underline{a} = a_1\begin{bmatrix}1\\0\\0\end{bmatrix}, \quad \tilde{a}_i = \underline{\tilde{a}} = \frac{a_1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}+1\\-1\\0\end{bmatrix}. \quad (2.16)$$

Damit ist klar, dass die Tripel $\underline{a}$ und $\underline{\tilde{a}}$ formal unterschieden werden sollten.

ERGÄNZUNG **Der Verschiebungsvektor.** Der Verschiebungsvektor $\boldsymbol{u}$ ist eine grundlegende Größe in der Festkörpermechanik. Der Vektor gibt an, wie sich ein Punkt räumlich verschiebt, wobei Bezug auf materielle Punkte genommen wird. Es handelt sich um ein Feldgröße, der Verschiebungsvektor ist im Allgemeinen orts- und zeitabhängig:

$$\boldsymbol{u} = \boldsymbol{u}(\boldsymbol{x}, t), \qquad u_i = u_i(x_j, t) \qquad \underline{u}^{\mathsf{T}} = [u_1, u_2, u_3]. \quad (2.17)$$

Bei der Angabe der funktionellen Abhängigkeit ist zu beachten, dass gilt

$$u_1 = u_1(x_1, x_2, x_3, t), \quad u_2 = u_2(x_1, x_2, x_3, t), \quad u_3 = u_3(x_1, x_2, x_3, t). \quad (2.18)$$

In der Schreibweise $u_i = u_i(x_j, t)$ ist der Index j kein freier Index.

AUFGABE **Transformation von Vektorkomponenten.** Stellen Sie den Vektor $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{e}_1 - \boldsymbol{e}_2 + \boldsymbol{e}_3$ bezüglich der Basis $\{\tilde{\boldsymbol{e}}_i\}$ mit $\tilde{\boldsymbol{e}}_1 = (\boldsymbol{e}_1 + \boldsymbol{e}_2)/\sqrt{2}$, $\tilde{\boldsymbol{e}}_2 = (-\boldsymbol{e}_1 + \boldsymbol{e}_2)/\sqrt{2}$ und $\tilde{\boldsymbol{e}}_3 = \boldsymbol{e}_3$ dar.

FRAGEN □ Wie lautet die Rechte-Hand-Regel? □ Entsteht ein Rechts- oder ein Linkssystem, wenn alle Basisvektoren eines Rechtssystems im dreidimensionalen Raum mit einem Minus versehen werden? □ Was gilt bei einem solchen Richtungswechsel im zweidimensionalen Fall? □ Welche weiteren Vektoren gibt es in der Mechanik und Thermodynamik? □ Welcher Vektor hat in allen Koordinatensystemen die gleichen Komponenten? □ Gibt es eine Größe, die durch Betrag und Richtungssinn gekennzeichnet ist, deren Komponenten sich aber nicht wie Vektorkomponenten transformieren? □ Wie viele Drehmatrizen gibt es, die einen Würfel auf sich selbst abbilden?

2.2.2 Rechenoperationen

ERFOLGSKONTROLLE □ Sie können die Orthogonalitätsrelation angeben und interpretieren. □ Die können die folgenden Operationen berechnen und in verschiedenen Notationen angeben: Skalarprodukt, Vektorprodukt, Spatprodukt.