
3D Texturanalyse als Mittel zur automatisierten Qualitätskontrolle von Faserverbundkunststoffen

Gemeinsame Veranstaltung der AGs

"Zerstörungsfr. Werkstoff- u. Bauteilprüfung (15.)",
"Klebtechnik (6.)", "Engineering (13.)"

25.10.2013, Meitingen

Andreas Frommknecht

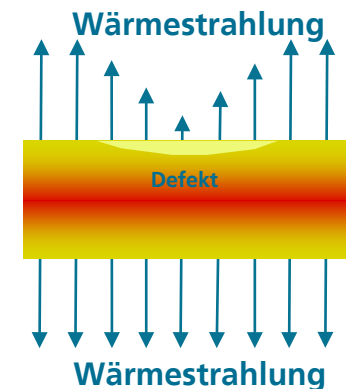
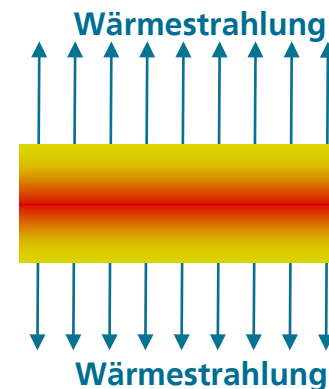
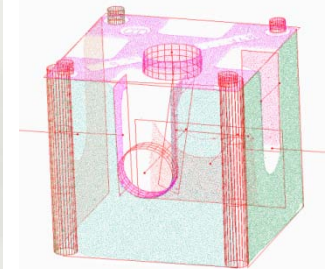
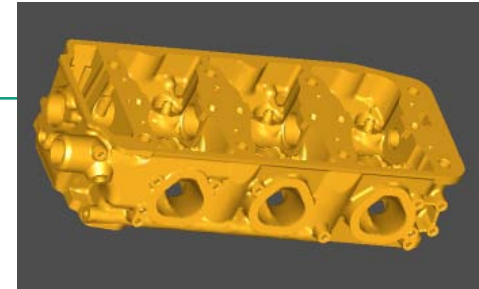
Gliederung

- Kurze Vorstellung der Abteilung Bild- und Signalverarbeitung
- BMBF Projekt FaserInspekt
- Textur
- Algorithmus
- Analyseergebnisse
- Fortsetzung der Arbeit im EU Projekt QualiFibre
- Quellen

Kurze Vorstellung der Abteilung Bild- und Signalverarbeitung

Auswahl der Themenschwerpunkte:

- Industrielle Computertomographie
- Optische 3D-Messtechnik
- 3D Objekterkennung
- Thermographie
- Digitale Shearographie



BMBF Projekt FaserInspekt

■ **KMU-Innovativ:** Produktionsforschung

■ **Zielsetzung:**

Zerstörungsfreie Inspektion von Faserverbundwerkstoffen mit kombinierter Prüftechnik aus hochauflösender Computertomographie und Thermographie

■ **Projektpartner:** RayScan Technologies GmbH

■ **Zeitraum:** 01.11.10 - 28.02.13

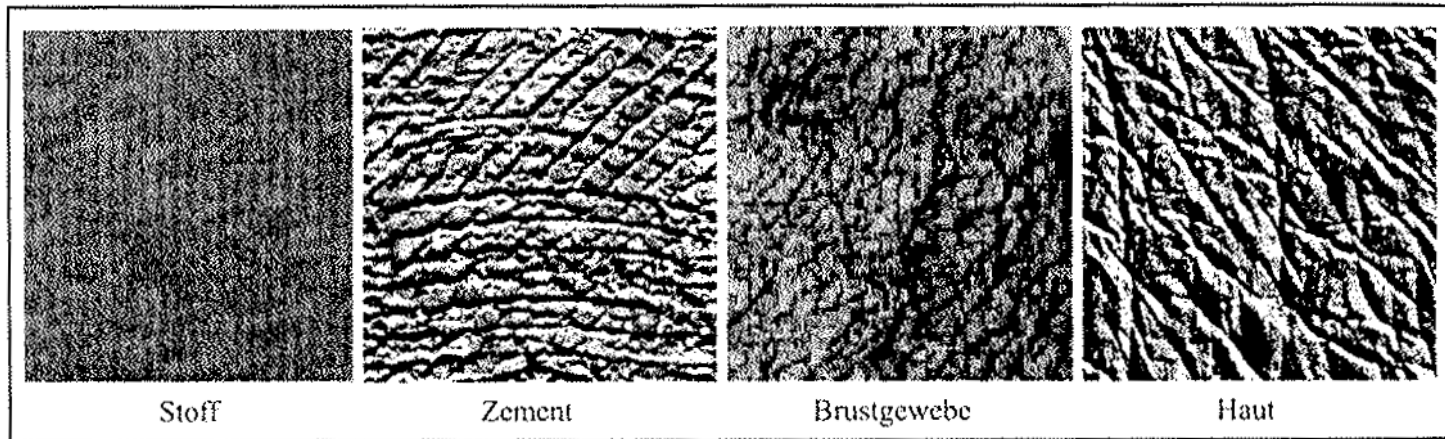
Gliederung

- Kurze Vorstellung der Abteilung Bild- und Signalverarbeitung
- BMBF Projekt FaserInspekt
- Textur
 - Definition
 - 2D Texturanalyse
- Algorithmus
- Analyseergebnisse
- Fortsetzung der Arbeit im EU Projekt QualiFibre
- Quellen

Textur

Definition

„Der Begriff der Textur bezeichnet eine Struktureigenschaft eines Musters oder Bildbereiches. Typische Texturen sind durch periodisch wiederkehrende Variationen von Grauwerten bzw. Mustern gekennzeichnet.“
(Handels 2009, S. 162)

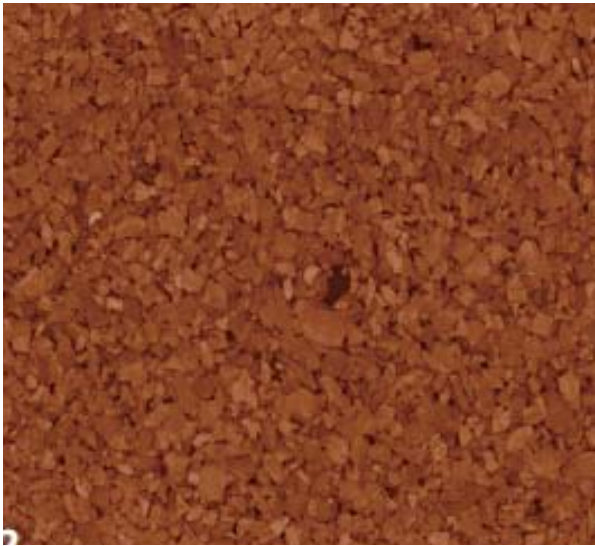


Beispiele für Oberflächentexturen (Handels 2009, S. 162)

Textur

2D Texturanalyse

Vor Projektbeginn wurde bereits am Fraunhofer IPA eine 2D Texturanalyse zur automatischen Fehlererkennung verwendet (Pannekamp 2005).



Korkfließ



Detektierter Fehler

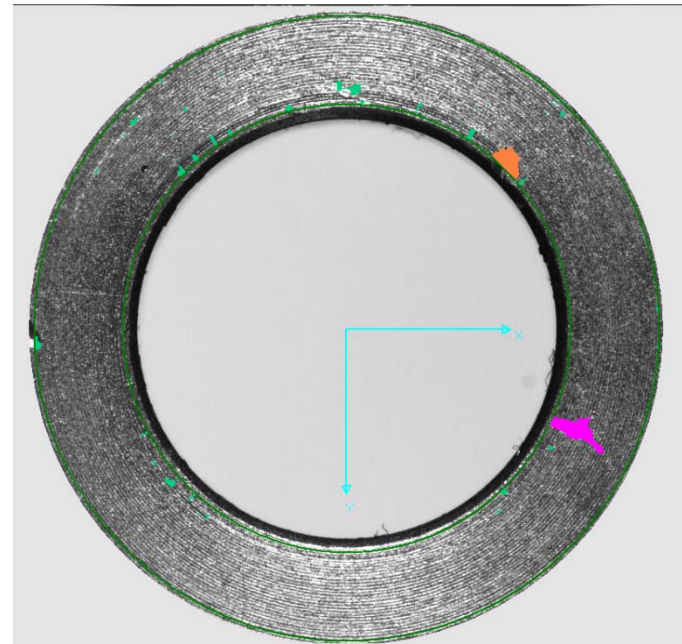
Textur

2D Texturanalyse

Erkennen von Schlagstellen



Bauteil mit Schlagstellen



Detektierte Schlagstellen

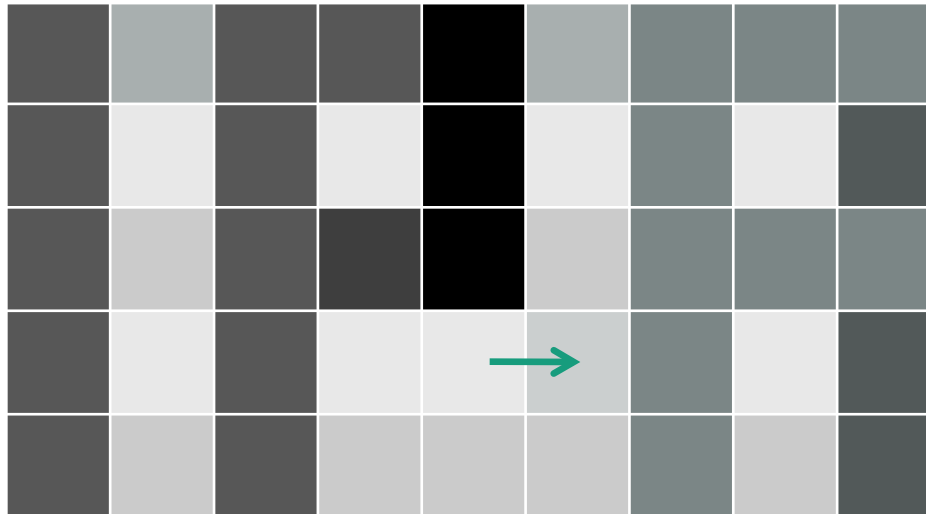
Gliederung

- Algorithmus
 - Grauwertmatrizen
 - Split and Merge Verfahren
 - Gesamter Programmablauf
 - Ausgabemodus: Defektanalyse
 - Ausgabemodus: Faserorientierung
 - Umsetzung
- Analyseergebnisse
- Fortsetzung der Arbeit im EU Projekt QualiFibre
- Quellen

Algorithmus

Grauwertmatrizen

„Die relative Häufigkeiten des Auftretens zweier Grauwerte in einer festen geometrischen Anordnung werden in Cooccurrence-Matrizen, auch Grauwertübergangsmatrizen [...] genannt, gespeichert [...] .“ (Handels 2009, S. 165)



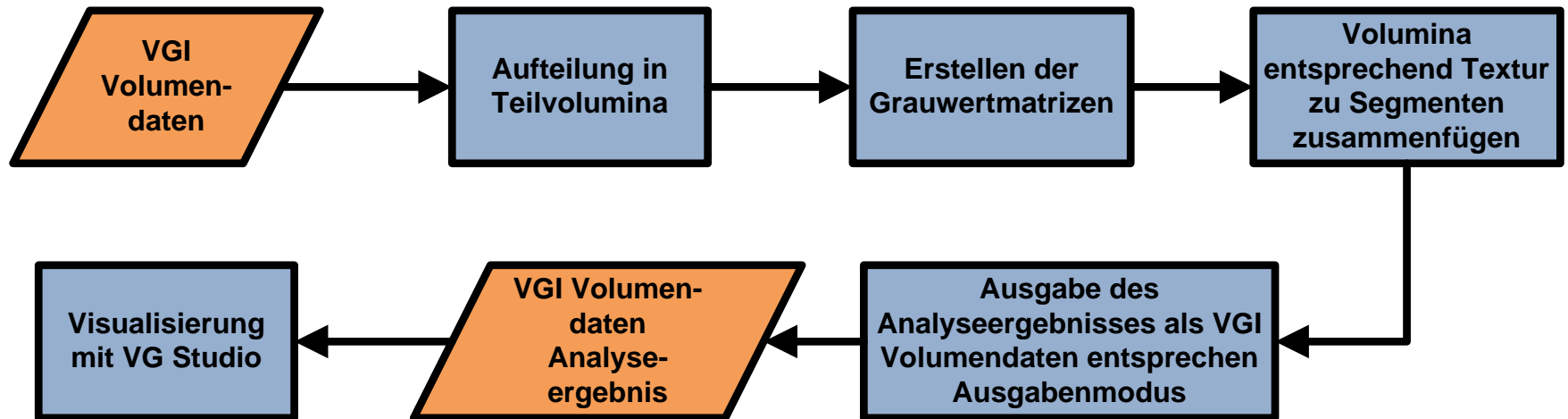
Algorithmus

Split and Merge Verfahren

- 3D Texturanalyse Erweiterung von 2D-Verfahren von Chen und Pavlidis (Chen 1979)
- Verwendung eines Split and Merge Verfahrens
- Volumen wird in Teilvolumina separiert und entsprechend der Textur wieder zusammengesetzt.

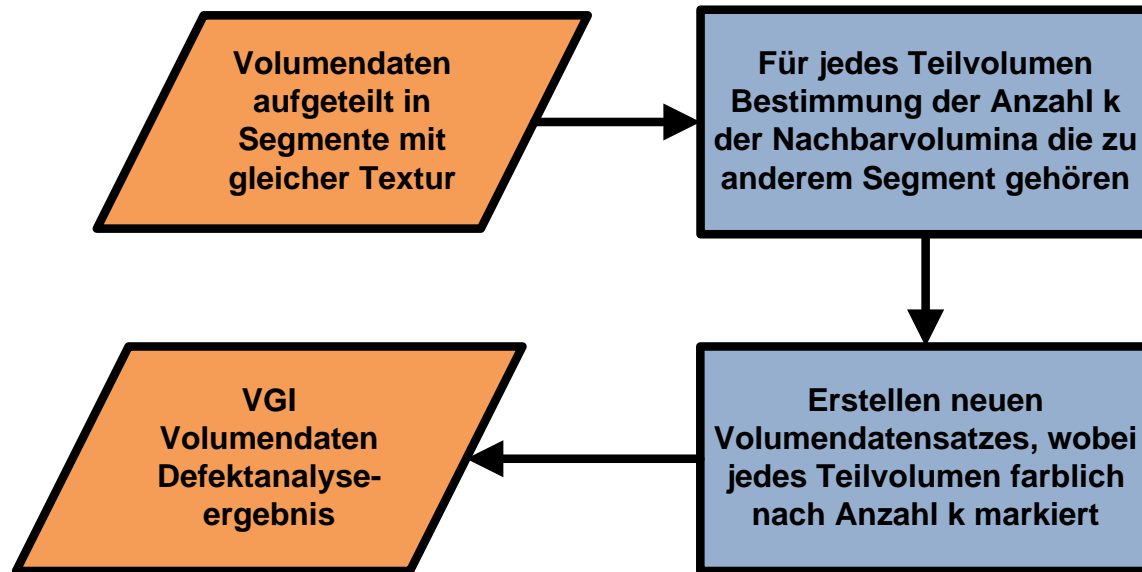
Algorithmus

Gesamter Programmablauf



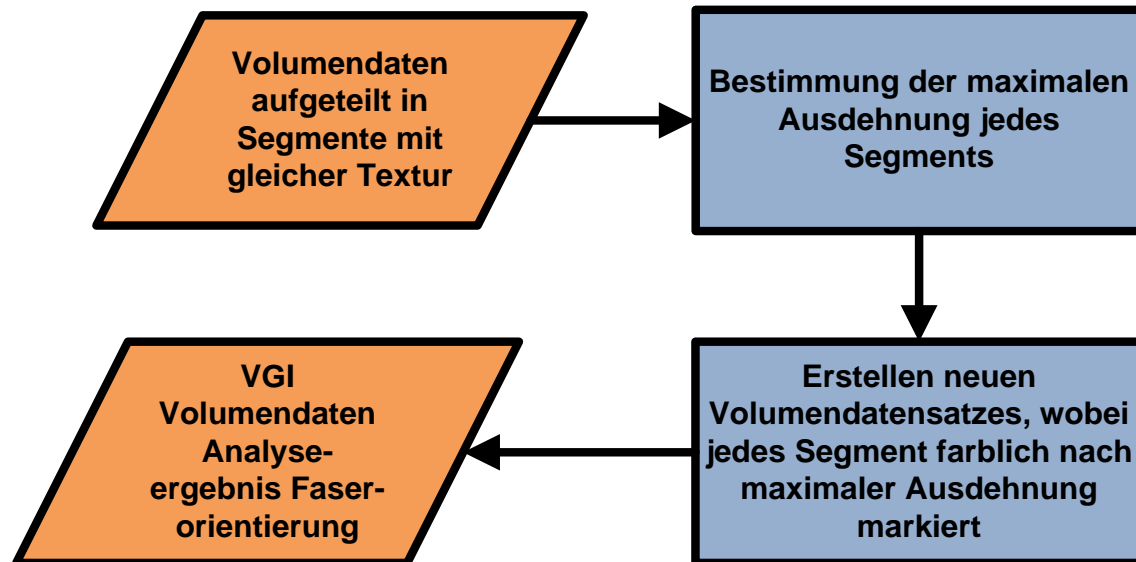
Algorithmus

Ausgabemodus: Defektanalyse



Algorithmus

Ausgabemodus: Faserorientierung



Algorithmus

Umsetzung

- Programmiersprache: C++
- Zusätzlich Bibliothek: Armadillo (C++ Lineare Algebra Open Source Bibliothek)
- Visualisierung der Analyseergebnisse: VGStudio
- DLL für Integration in RayWare Software zu vorgegebener Schnittstelle erstellt

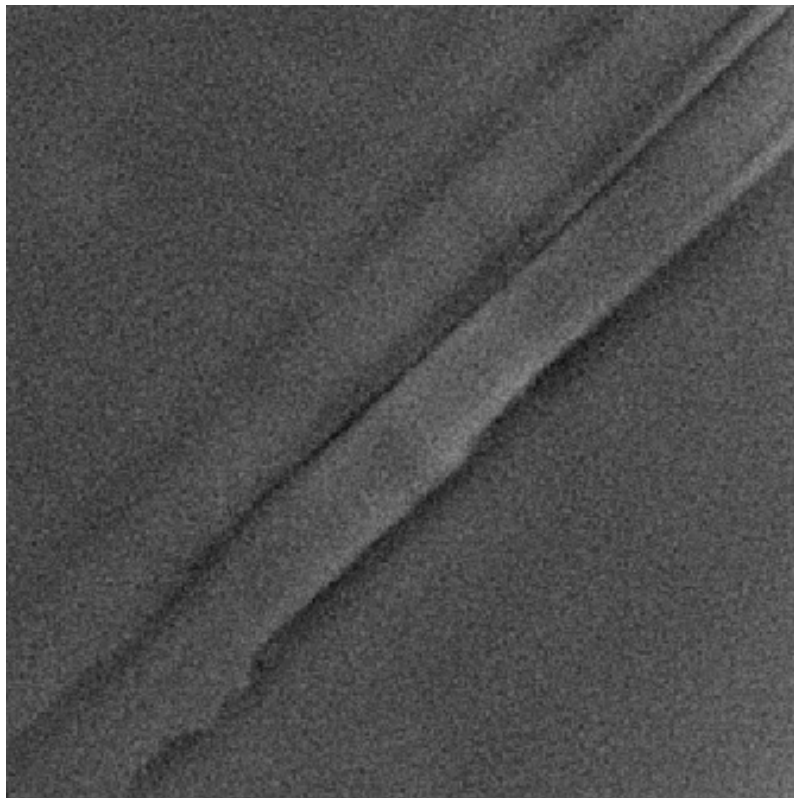
Gliederung

- Kurze Vorstellung der Abteilung Bild- und Signalverarbeitung
- BMBF Projekt FaserInspekt
- Textur
- Algorithmus
- Analyseergebnisse
 - Defektanalyse
 - Faserorientierung
 - Laufzeit
- Fortsetzung der Arbeit im EU Projekt QualiFibre
- Quellen

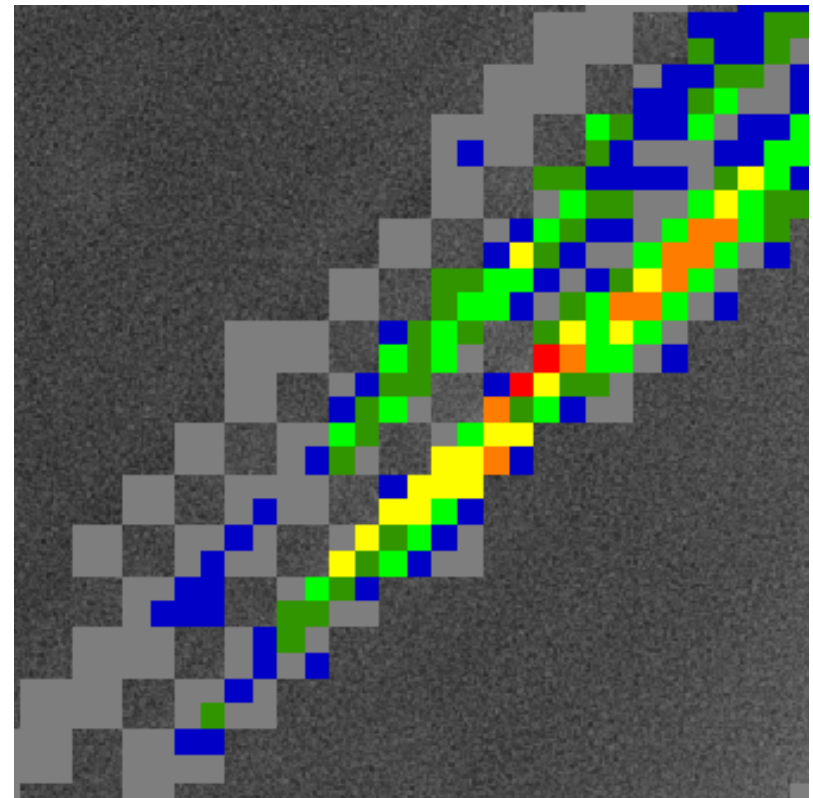
Analyseergebnis

Defektanalyse

Schnitt durch
Volumendatensatz



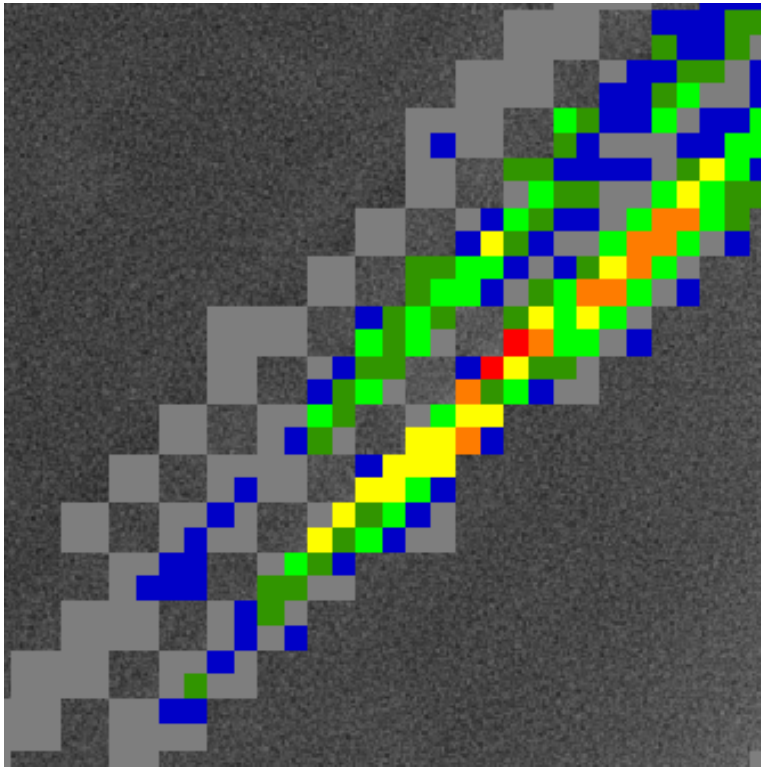
Schnitt durch analysierten
Volumendatensatz



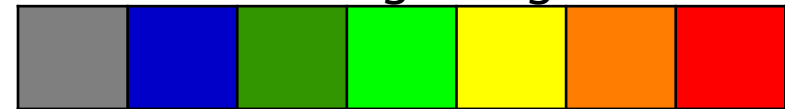
Analyseergebnis

Defektanalyse

Defektanalyse



Anzahl der Texturübergänge
in Umgebung



0 1 2 3 4 5 6

Farbskala stellt Texturdifferenz von
niedrig nach hoch dar.

Klassische Analyse der Faserorientierung

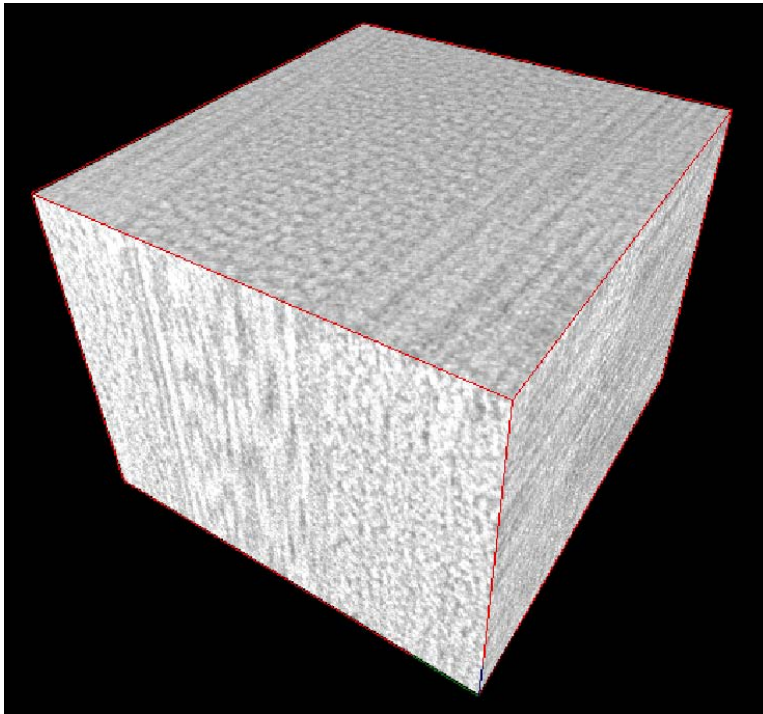
- Vorgehen nach Salaberger 2011:
 - Für jedes Voxel Berechnung der Hesse Matrix
 - Berechnung der Eigenwerte der Hesse Matrix
 - Analyse der Eigenwerte liefert Orientierung

- Unterschied zur texturbasierten Analyse der Faserorientierung:
 - Es ist nicht notwendig einzelne Voxel zu betrachten
 - Es werden keine Eigenwerte berechnet
 - Orientierung der Fasern ergibt sich aus Orientierung der Segmente

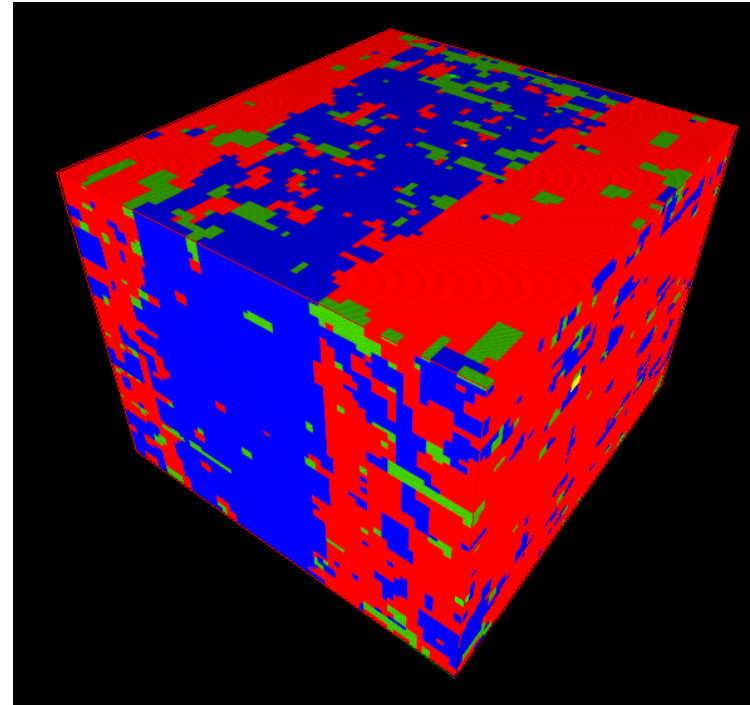
Analyseergebnis

Faserorientierung

Volumendatensatz



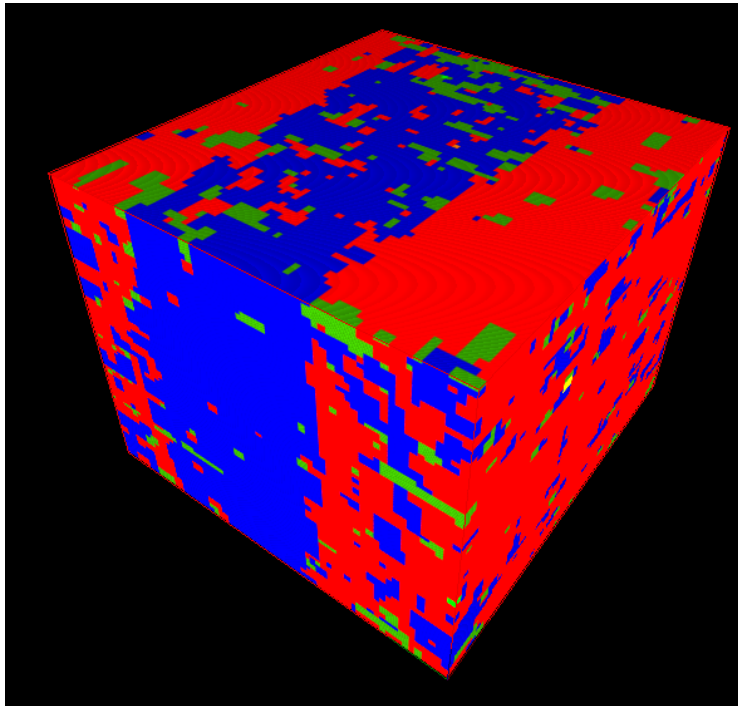
Analysierte Faserorientierung



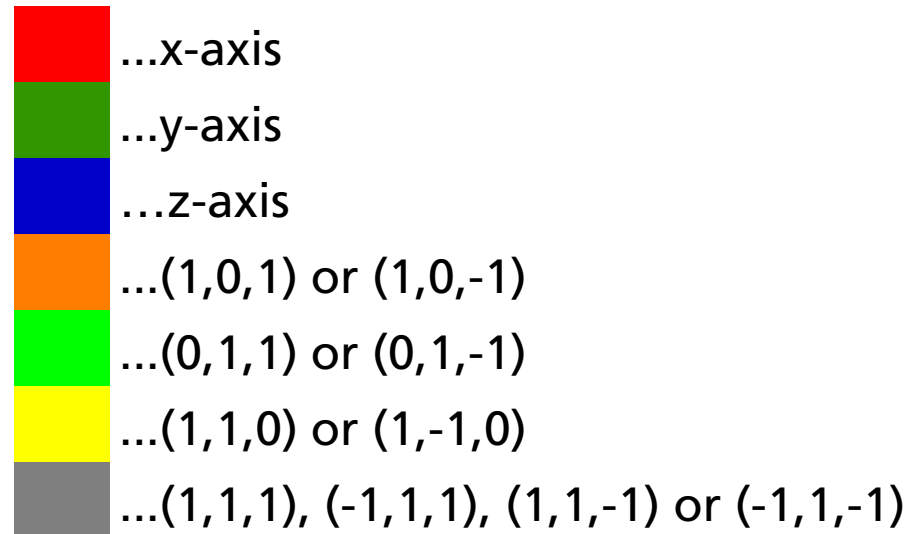
Analyseergebnis

Faserorientierung

Analysierte Faserorientierung



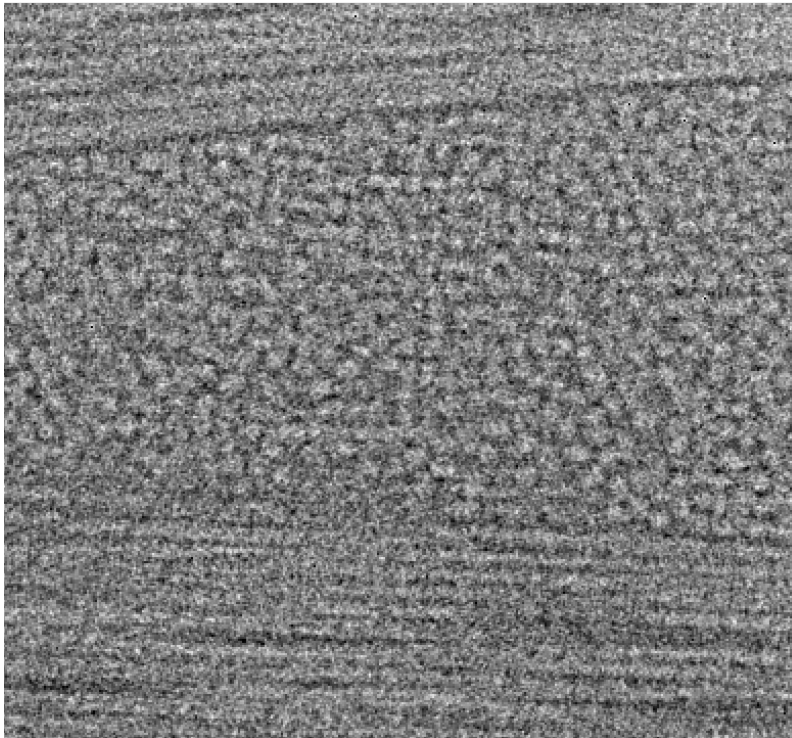
Orientierung in Richtung ...



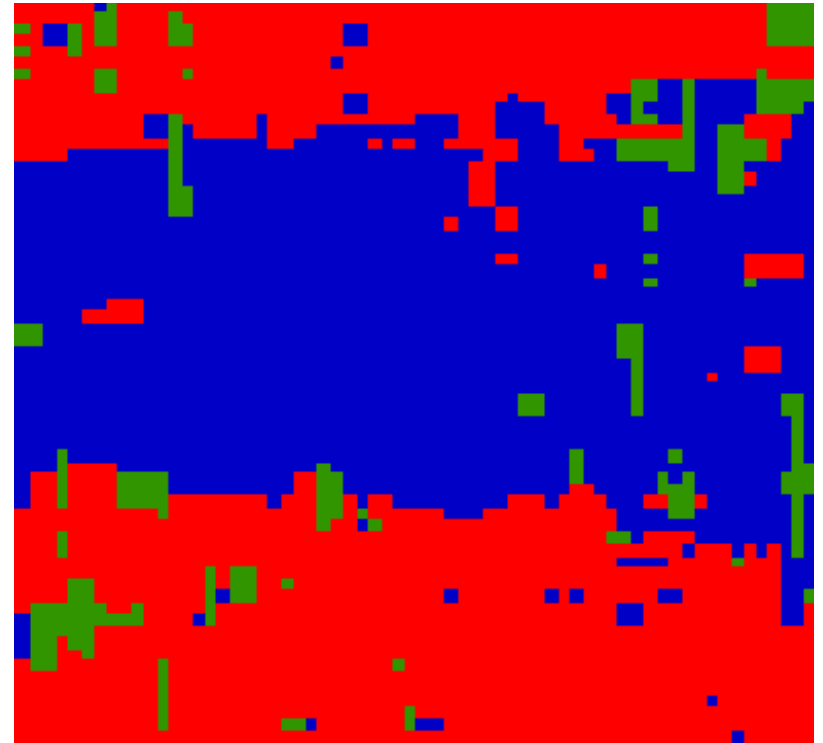
Analyseergebnis

Faserorientierung

Schnitt durch
Volumendatensatz



Schnitt durch analysierten
Volumendatensatz



Algorithmus

Laufzeit

Dateiname	Größe in MB	Laufzeit in min
FaserInspektTestDatenUA.vgi	81	4
ROI_BlackPlate_15d_1_20050727094822.vgi	724	11

Getestet auf: Windows 7, 64 bit, Intel Core i7-2620m, 2,7GHz, 4 Gigabyte Ram

Fortsetzungen der Arbeiten im EU Projekt QualiFibre

Projektträger: EU (Research for the benefit of SMEs)

Projektkonsortium:

- Fraunhofer IPA (Koordinator), Stuttgart, D
- Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), Dübendorf, CH
- Steinbeis GmbH und Co. KG für Technologietransfer, Heidenheim, D
- Tomo Adour S.A., Pau, F
- RayScan Technologies GmbH, Meersburg, D
- Winterthur Instruments AG, Winterthur, CH
- Sonotec Ultraschallsensorik GmbH, Halle, D

Projektbeginn: 01.12.2012

Laufzeit: 24 Monate

Ziel: Entwicklung eines vergleichbaren und messbaren Qualitätsstandards für CFK und GFK mittels CT, Thermographie und Ultraschall.

Quellen

- Handels 2009 Handels, Heinz: Medizinische Bildverarbeitung. Aufl. 9. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2009
- Pannekamp 2005 Pannekamp, Jens: Adaptive Verfahren zur Bewertung texturierter Oberflächen. Heimsheim: Jost-Jetter Verlag (IPA-IAO Forschung und Praxis, 414), 2005
Online verfügbar unter
<http://publica.fraunhofer.de/documents/N-28573.html>
- Chen 1979 Chen, Patrick C.; Pavlidis, Theodosios: Segmentation by Texture Using a Co-Occurrence Matrix and a Split-and-Merge Algorithm. In: Computer graphics and image processing (10), S. 172–182, 1979
- Salaberger 2011 Salaberger, D.; Kannappan K. A.; Kastner J.; Reussner J.; Auinger: Evaluation of Computed Tomography Data from Fibre Reinforced Polymers to Determine Fibre Length Distribution. In: International Polymer processing (26), S. 283-291, 2011