

Streustrahlkorrektur mit den Methoden BeamStopArray und Descatter

Frank SUKOWSKI¹, Ingo BAUSCHER¹, Christian KRETZER¹, Tobias SCHÖN¹,
Tobias GRULICH¹, Richard SCHIELEIN¹
¹ Fraunhofer EZRT, Fürth

Kontakt E-Mail: frank.sukowski@iis.fraunhofer.de

Kurzfassung

Die Technik der Röntgen-Computertomographie (CT) wird zunehmend in der prozessintegrierten Bauteilprüfung eingesetzt. Gegenüber der 2D-Durchstrahlungstechnik bietet die CT den Mehrwert, potentielle Fertigungsdefekte im dreidimensionalen Raum zu lokalisieren und wesentlich detaillierter zu charakterisieren. Dies ermöglicht eine differenziertere Bewertung des Bauteils. Allerdings erfordert die gesamte Prüfprozedur eine höhere Prozesszeit, die in einem erheblichen Maße von der Bildaufnahme bestimmt wird. Eine Strategie, die Prüfung im Prozesstakt durchführen zu können, ist die Belichtungszeit sowie die Anzahl der aufgenommenen Projektionen für die 3D-Volumenrekonstruktion weitestgehend zu minimieren. Diese Strategie bringt jedoch eine Minderung der Bildqualität mit sich, welche sich unter anderem in erhöhtem Rauschen sowie Unterabtastungsartefakten äußert. Darüber hinaus beeinträchtigen Bildartefakte, welche aus gestreuter Röntgenstrahlung herrühren, die Bildqualität zusätzlich in einem kritischen Maße. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Prüfkörper detektornah abgebildet werden, was oftmals notwendig ist, damit das Bauteil komplett auf dem Detektor abgebildet werden kann.

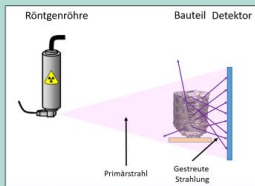
Das Fraunhofer EZRT hat daher Verfahren zur Bildkorrektur und Kompensierung von Streustrahlung entwickelt. Dabei werden die Anteile der Streustrahlung ausgehend vom Prüfobjekt selbst und aus der Umgebung, wie bspw. der Röntgenkabine oder der Detektorhalterung, berücksichtigt. Konkret werden die Verfahren „Descatter“ und „BeamStopArray“ vorgestellt sowie Ergebnisse anhand von repräsentativen Anwendungsszenarios gezeigt und miteinander verglichen.

STREUSTRALKORREKTUR MIT DEN METHODEN BEAM-STOP-ARRAY UND DESCATTER

Frank Sukowski, Ingo Bauscher, Christian Kretzer, Tobias Schön, Tobias Grulich, Richard Schielein

Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT, ein Bereich des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS
frank.sukowski@iis.fraunhofer.de

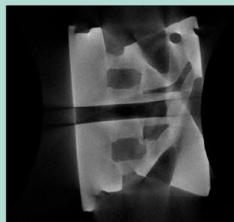
Gestreute Röntgenstrahlung, die auf den Detektor trifft, vermindert die Bildqualität drastisch bei einer Computertomographie (CT) Aufnahme



Entstehung eines Streustrahlsignals

Vom Prüfobjekt emittierte gestreute Strahlung trifft unter „falschem“ Winkel auf den Detektor und erzeugt ein Störsignal.

→ Je näher sich das Bauteil am Detektor befindet, desto höher ist der Störanteil

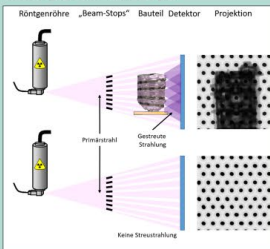


In der CT-Rekonstruktion massives Auftreten von Streustrahlartefakten

- Bauteilkonturen, insb. konkave, werden unscharf abgebildet
- Homogene Bauteilbereiche erscheinen inhomogen
- Materialsignaturen in Luftbereichen

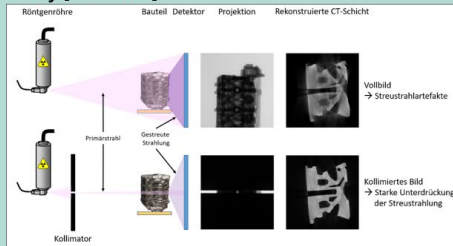
KORREKTURMETHODEN

firefly [scatterstop]



- Totalabsorption des Primärstrahls hinter „Beam-Stops“
- Objektabbildung und Leerbild mit „Beam-Stop-Array“
- Signal an abgeschatteten Bereichen durch Streuung hervorgerufen
- Generierung Streumodell aus Berechnung der Streuverteilung

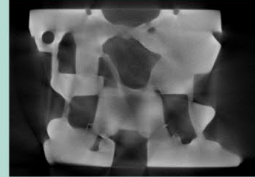
firefly [descatter]



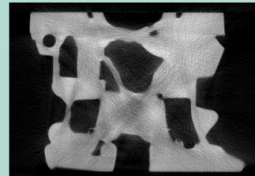
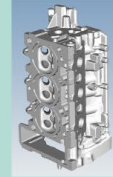
- Schichtaufnahme mit kollimiertem Strahl unterdrückt Streustrahlung
- Generierung Streumodell aus Vergleich mit unkollimierter Aufnahme

METHODENVERGLEICH ANHAND CT-SCHICHTEN

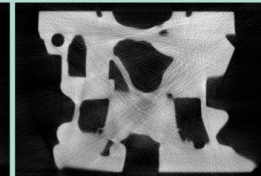
Zylinderkopf – Aluminium (Monomaterial)



Unkorrigiert



Korrektur mit firefly [scatterstop]

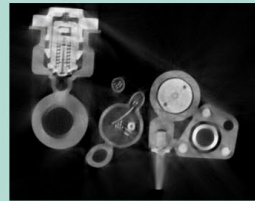
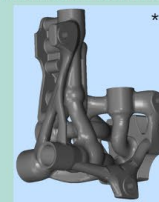


Korrektur mit firefly [descatter]

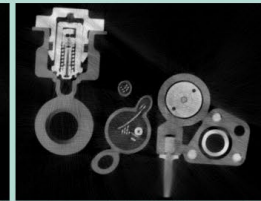
Verteilerblock – Titan mit Anbauteilen aus Fremdmaterialien



Unkorrigiert



Korrigiert mit firefly [scatterstop]



Korrigiert mit firefly [descatter]

ZUSAMMENFASSUNG

firefly [scatterstop] und firefly [descatter] reduzieren Streustrahlartefakte in CT-Datensätzen signifikant

firefly [scatterstop]:

- + Genauere Bestimmung der Streustrahlung in Randbereichen
- + Besonders leistungsfähig auch bei „InlineCT“ Szenarien mit kurzer Messzeit und reduzierter Bildqualität
- Für jede Änderung der Aufnahmeparameter oder der Bauteilorientierung ist erneut ein Datensatz mit „Beam-Stop-Array“ notwendig

firefly [descatter]:

- + Sehr leistungsfähig bei mehrmaterialigen Prüfkörpern
- + Bestimmung des Streumodells gilt für alle ähnlichen Szenarien bei gleichen Aufnahmeparametern
- Hohe Aufnahmequalität der Rohbilddaten notwendig:
 - Hohe Abtastung
 - Geringes Rauschen