

High energy CT or XXL-CT

Hochenergie- oder XXL-Computertomographie

Besonderheiten des Hochenergie Systems

Characteristics of the HE-CT system

Besonders für kompakte und zugleich schwer durchstrahlbare Objekte, z. B. 3D-Druck-Erzeugnisse aus hochbelastbaren Werkstoffen, kann die CT-Messung in Kegelstrahlgeometrie erfolgen.

Dank der auf kompakte Objekte optimierten Messanordnung ist es möglich, die Messzeit erheblich zu minimieren. Das hochpräzise Manipulationssystem beherbergt zwei unterschiedliche Detektoren sowie eine zwei Meter im Hub verfahrbare Objektachse. Durch den Einsatz des sog. Helix-Scanverfahrens können somit selbst vier Meter hohe Objekte mit bis zu einem Meter Durchmesser vollumfänglich, schnell und exakt erfasst werden. Die hohe zeitliche Effizienz bei der Messung wird durch die Anwendung von Flachbilddetektoren möglich, die einen zweidimensionalen Ausschnitt des Objektes aufzeichnen, anstatt es zeilenartig erfassen zu müssen. Grundsätzlich bringt der Einsatz von Flachbilddetektoren aber nicht nur Vorteile mit sich: Die aufgrund der Messgeometrie entstehenden Störsignale, im rekonstruierten 3D-Volumen (Artefakte), erfordern einer Kompensation, die mittels eigens entwickelter Algorithmen erfolgt und so zu einer optimalen Bildqualität der CT-Daten führt.

CT measurements in cone beam geometry for high absorbing and compact objects, e.g. 3D printed parts made of heavy-duty alloys.

Thanks to the system arrangement optimized for compact objects, it is possible to significantly reduce the measuring time. The high-precision manipulation system houses two different detectors and an object axis that can be moved two meters in height. By using the so-called helical scanning method, even objects with 4 meters in height and a diameter of up to 1 meter can be analyzed as a whole, quickly and precisely. The relatively short scan time of the measurement is enabled by the use of flat-panel detectors, which record a two-dimensional section of the object instead of having to record it in single lines. Generally, the use of flat-panel detectors does not only bring advantages: The interference signals that arise in the reconstructed 3D volume due to the measurement geometry (artifacts), require compensation that is carried out using specially developed algorithms and thus lead to an optimal image quality of the CT data.



Das hochpräzise Manipulationssystem des Hochenergie Systems beherbergt zwei unterschiedliche Detektoren sowie eine zwei Meter im Hub verfahrbare Objektachse.

The high-precision manipulation system of the high-energy system houses two different detectors as well as an object axis that can be moved two meters.

Neue Bildgebende Technologie für die Produkte von morgen



© WEI shoot it

Das hochpräzise Manipulationssystem des Hochenergie Systems beherbergt zwei unterschiedliche Detektoren sowie eine zwei Meter im Hub verfahrbare Objektachse.

The high-precision manipulation system of the high-energy system houses two different detectors as well as an object axis that can be moved two meters.

Die Entwicklung komplexer Produkte ist ohne moderne 3D-Werkzeuge kaum vorstellbar. Das Wissen über die geometrische Ausprägung und den Zusammenhang von innen- und außenliegenden Strukturen ermöglicht entscheidende Optimierungen des Produkts im Entwicklungsprozess und darüber hinaus. Ob für Simulationsrechnungen im Crashversuch, zur Sicherstellung der Produktqualität oder auch bei der detaillierten Materialanalyse – 3D-Messdaten schließen die Lücke zwischen Theorie und Praxis!

Was bislang nur für begrenzte Objektgrößen mit einem Durchmesser unterhalb eines Meters möglich war, ist nun auch für riesige Objekte wie beispielsweise endmontierte Automobile, Frachtcontainer oder auch Flugzeugteile realisierbar. Die XXL-Computertomographie (XXL-CT) erschließt Industrie und Forschung die weltweit einzigartige Möglichkeit, großvolumige Objekte vollumfänglich dreidimensional zu erfassen. Der Einsatz hoher Röntgenenergien bis zu 9 Mega-elektronenvolt ermöglicht neben einer hohen Durchdringungsfähigkeit eine besonders dichte-treue Abbildung von unterschiedlichsten Materialien bei einer räumlichen Auflösung im Submillimeter Bereich.

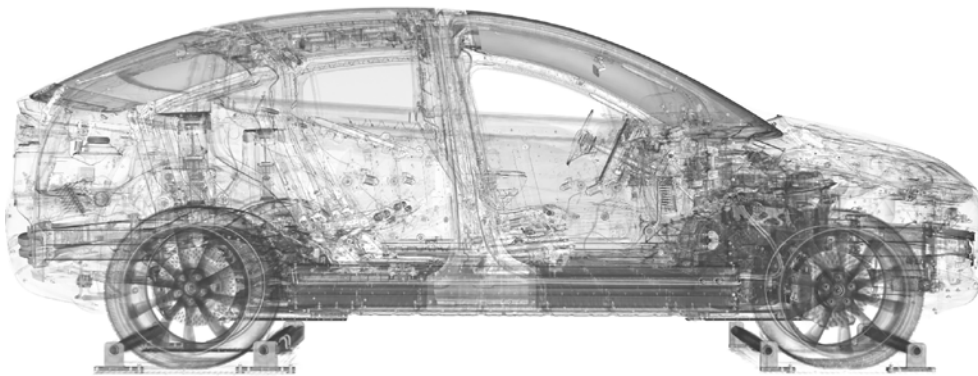
Leistungsspektrum

- Digitale Erfassung großvolumiger Objekte in 2D und 3D
- Visualisierung der Daten als 3D-Volumina (Grauwert-Voxelvolumen)
- Variable Auflösungsstufen von 0,3 mm – 2 mm
- Aussagekräftige Ergebnisse von Objekten mit stark variierendem Material-Mix (CFK/ Eisen) mit wenig/keinen Bildartefakten
- Steigerung der Bildqualität durch Einsatz spezieller Korrekturmethode und Algorithmen
- Anforderungsorientierte Optimierung der Messzeit und Bildqualität
- Überführung der Volumendaten in Oberflächendaten (STL)
- Messtechnische Auswertung an komplexen, inneren Strukturen
- Anlagenentwicklung nach Kundenwunsch

Besonderheiten des XXL-CT Systems

Das Funktionsprinzip des XXL-CT Systems beruht auf der zeilenweisen Erfassung des Objekts aus zahlreichen Betrachtungswinkeln.

Hierzu wird das Objekt auf einem Schwerlastdrehsteller platziert und mittels eines zwischen Strahlenquelle und Detektor projizierten Röntgenstrahls Schicht für Schicht erfasst. Eine eigens für die Handhabung der komplexen Technologie entwickelte Prozesssteuerung und Datennachverarbeitung ermöglicht es, die oft mehrere hundert Stunden andauernde Messzeit und einige Terabyte an Messdaten betragenden Messungen besonders effizient durchzuführen. Zusammen mit den dafür optimierten Systemkomponenten bildet die XXL-CT Technologie einen neuen Industriestandard für die Untersuchung riesenhafter Objekte.



XXL-CT eines Elektrofahrzeugs/
XXL-CT of an electric vehicle

Anwendungsbeispiele für XXL-CT

Defekterkennung und Segmentierung:

Individuelle Bildverarbeitung zur Erfassung quantitativer Messgrößen in 2D und 3D (Defekterkennung, Segmentierung)

Defektanalyse:

Lunker, Poren, Risse oder Delaminationen ab einer Größe von ca. 0,2 mm

Geometrierückführung:

Soll-/Ist-Vergleiche mit Referenz CAD-Daten
Reverse Engineering zur Nachbildung von CAD-Daten

Materialanalyse:

Faser-, Porositäts- und Dichteverteilung

Qualitäts- und Montagekontrolle:

Korrektheit und Vollständigkeit der Montage von Bauteilen, Kabellage oder (Schweiß-/ Klebe-/Steck-) Verbindungen, Verlauf von Dichtungen

Crashanalyse:

Verformungsanalyse, Abgleich mit Simulationsmodellen

Sicherheitskontrolle:

Fremdkörper, illegales oder gefährliches Gut

Kulturgüter:

Digitalisierung / Archivierung zur Museumsdidaktik und Zustandsrekonstruktion

Technische Daten/ Technical Specifications

Strahlenergie/ X-ray energy	7 – 9 MeV
Brennfleckgröße/ Focal spot size	< 2 mm
Durchstrahlbare Materialdicken/ Penetrable material thickness	100 mm (high density)/ 600 mm (low density)
Max. Objektabmessungen (B x H x L)/ Max. sample dimensions (w x h x l)	3.2 m x 3.5 m x 7 m
Max. Objektgewicht/ Max. sample weight	10000 kg
Detektor/ Detector	Line Detector Array
Pixelmatrix/ Pixel matrix	10000 x 1
Pixelgröße/ Pixel size	400 µm
Min. Voxelgröße/ Min. voxel size	330 µm
Primäre Messfeldgröße/ Field of View (FOV)	Ø = 3.2 m x H = 4.8 m

New imaging technology for tomorrow's products

The development of complex products is hardly imaginable without modern 3D tools. Knowledge of the geometrical characteristics and the interaction of internal and external structures enables decisive optimizations of the product in the development process and beyond. Whether for simulation calculations for a crash test or to ensure product quality or for detailed material analysis – 3D measurement data closes the gap between theory and practice!

What was previously only possible for limited object sizes with a diameter below one meter can now also be realized for large objects such as, for example, assembled vehicles, sea- freight containers or aircraft parts. XXL computed tomography (XXL-CT) opens up the unique opportunity to scan large-volume objects in full in three dimensions for industry and research. The application of high X-ray energies up to 9 MeV enables not only a high level of penetration, but also a high-fidelity imaging of density for a wide variety of materials with spatial resolutions in the submillimeter range.

Range of Services

- Range of Services of Fraunhofer EZRT
- Digital acquisition of large-volume objects in 2D and 3D
- Visualization of the data as 3D volumes (gray scale voxel volume)
- Variable resolution levels from 0.3 mm - 2 mm
- Meaningful results of objects consisting of a widely varying material mix (CFRP/Iron) with little to no image artifacts
- Increased image quality by using special correction methods and algorithms
- Requirement-oriented optimization of measurement time and image quality
- Conversion of volume data into surface data (STL)
- Metrological evaluation of complex, internal structures

Characteristics of the XXL-CT system

The functional principle of the XXL-CT is based on the line-by-line scanning of the object from multiple viewing angles.

For this purpose, the object is placed on a heavy-duty turntable and analyzed layer by layer using an X-ray beam projected between the radiation source and the detector. Process control and post-processing specially developed for handling the complex technology enables the measurements to be carried out particularly efficiently. These measurements often take several 100 hours and result in terabytes of measurement data. Together with optimized system components, the XXL-CT forms a new industry standard for the analysis of large objects.



Application examples for XXL-CT

Defect detection and segmentation:

Individual image processing for the acquisition of quantitative measurements in 2D and 3D (defect detection, segmentation)

Defect analysis:

Blowholes, pores, cracks or delaminations down to a size of approx. 0.2 mm

Geometry analysis:

Nominal / actual variance analysis with reference CAD data Reverse engineering to replicate CAD data

Material analysis:

Fibre distribution, porosity and density

Quality and assembly control:

Correctness and completeness of the assembly of components, cable layers or (welding / adhesive / plug-in) connections, course of seals

Crash analysis:

Deformation analysis, comparison with simulation models

Security analysis:

Foreign objects, illegal or dangerous goods

Cultural heritage:

Digitization / archiving for museum didactics and reconstruction of the original object state



© Fraunhofer IISI Paul Pulkert

oben links:

Bei der XXL-CT fungiert ein Linearbeschleuniger als Röntgenquelle für die Erzeugung der Röntgenstrahlung. Dies ermöglicht selbst die Untersuchung sehr großer oder dichter Prüfobjekte.

top left:

A linear accelerator acts as an X-ray source for the generation of X-rays. This enables even very large or dense test objects to be examined.

oben rechts:

Der vier Meter breite Zeilendetektor fängt die Reststrahlung ein, welche das Testobjekt passiert.

top right:

The four meter wide line detector captures the residual radiation that passes the test object.

unten:

Der Drehteller des XXL-CT Systems bietet mit einem Durchmesser von 3 Metern genug Platz für riesige Objekte wie beispielsweise Fahrzeuge.

bottom:

With a diameter of 3 meters, the turntable of the XXL-CT system offers enough space for huge objects such as vehicles.



© WE! shoot it

Das Hochenergie System eignet sich insbesondere für kompakte und zugleich schwer durchstrahlbare Objekte.

The high-energy system is particularly suitable for compact objects that consist of high-density materials, which are difficult to radiate through.

Technische Daten/ Technical Specifications

Strahlenergie/ X-ray energy	7 – 9 MeV	
Brennfleckgröße/ Focal spot size	< 2 mm	
Durchstrahlbare Materialdicken/ Penetrable material thickness	100 mm (high density)/ 600 mm (low density)	
Max. Objektabmessungen/ Max. sample dimensions	Ø = 1000 mm x H = 4000 mm	
Max. Objektgewicht/ Max. sample weight	500 kg	
Detektoren/ Detectors	Flat Panel Detector	Line Detector Array
Pixelmatrix/ Pixel matrix	2048 x 2048	6000 x 1
Pixelgröße/ Pixel size	200 µm	200 µm
Bildfeld (B x H)/ Field of View (FOV) (w x h)	330 mm x 330 mm	1000 mm
Scan time per FOV	10 – 120 min	2 – 5 min
Min. Voxelgröße/ Min. voxel size	180 µm	180 µm
Messfelderweiterung/ Field of View Extension	Ø = 0.8 m x 4 m	Ø = 1 m x 4 m

Groß, riesig, **XXL.**

Big, large, XXL.

Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT
ein Bereich des Fraunhofer-Instituts für
Integrierte Schaltungen IIS

Development Center X-ray Technology EZRT
a division of Fraunhofer Institute for Integrated Circuits IIS

Institutsleitung/ Management of the Institute
Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger (geschäftsführend/ executive)
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Grill
Prof. Dr. Alexander Martin

Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen, Germany
Telefon/ Phone +49 9131 776-0
info@iis.fraunhofer.de
www.iis.fraunhofer.de

Bereichsleitung/ Division Director
Dr. rer. nat. Norman Uhlmann

Flugplatzstraße 75
90768 Fürth, Germany
info-ezrt@iis.fraunhofer.de

Kontakt/ Contact
Dr. Michael Böhnel
Telefon/ Phone +49 911 58061-7660
hochenergie-ct@iis.fraunhofer.de

Erfahren Sie mehr unter/ For more information visit
www.iis.fraunhofer.de/xxl

Titelbild/ Cover image:
© Fraunhofer IIS/ Paul Pulkert

Das XXL-CT System besteht im Wesentlichen aus einem Linearbeschleuniger, einem präzisen Drehteller und einem vier Meter breiten Zeilendetektor.

The XXL-CT system essentially consists of a linear accelerator, a precise turntable and a four-meter-wide line detector.