

Myonentomographie

Bildgebendes Verfahren mit Hilfe natürlich vorkommender Myonen aus der kosmischen Strahlung



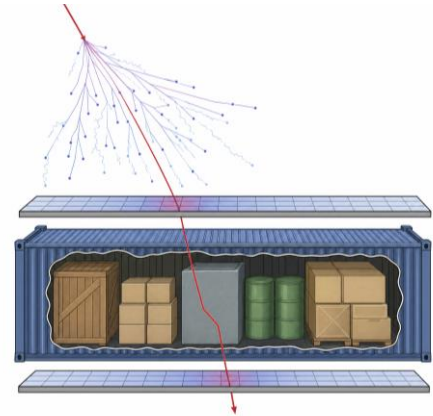
Kurzbeschreibung

Die Myonentomographie ist ein bildgebendes Verfahren, dass auf der Nutzung der Myonen in der natürlich vorkommenden kosmischen Strahlung beruht. Anhand der Messung, wie stark die detektierten Myonen von dem zu inspizierenden Objekt abgelenkt oder absorbiert werden, lässt sich der Material-Aufbau des Objektes rekonstruieren.



Ziele

Durch die große Eindringtiefe der kosmischen Myonen können auch große und schwerere Objekte untersucht werden, für die eine Inspektion mit Hilfe anderer Methoden wie Röntgenstrahlen nicht in Frage kommt. Die Messung der Myonen erfolgt mit Hilfe spezieller Teilchen-Detektoren, die beispielsweise aus sogenannten Szintillatoren bestehen. Diese speziellen Materialien leuchten kurz auf, wenn ein Myon hindurch fliegt.



Beteiligte

DLR-Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen und andere europäische Partner



Anwendungen

- Scan von Frachtcontainern, Lastwagen oder Transportern im Rahmen von Grenz- oder Warenstromkontrollen
- Überwachung von Lagerbehältern für radioaktive Materialien während der Zwischen- und Endlagerung
- Inspektion kritischer Infrastrukturen, wie Brücken, Tunneln oder Gebäuden
- Detektion unbekannter Objekte im und unter Wasser

Perspektiven

- Hoch-automatisierte Scan- oder Inspektionsanlagen ohne gesundheitsgefährdende Strahlung
- Mit Hilfe kompakter künstlicher Myonenquellen lassen sich die Messzeiten in Zukunft erheblich reduzieren
- Fusion mit anderen Inspektionsmethoden wie Röntgenstrahlen um optimale Resultate zu erhalten



Daten und Fakten

- Natürlicher Fluss an Myonen auf Meeresniveau: 1 pro cm² pro Minute
- Zwei Methoden:
 - 1) Messung der Absorption der Myonen (z.B. bei sehr großen Objekten wie Pyramiden oder Vulkanen)
 - 2) Messung der Ablenkung der Myonen (z.B. für das Scannen von Containern oder Brückenteilen)
- Erste Experimente bereits 1955
- Entdeckung eines Hohlraums in der Cheops-Pyramide in 2017 (durch Endoskop 2023 bestätigt)



Myonentomographie

Bildgebendes Verfahren mit Hilfe natürlich vorkommender Myonen aus der kosmischen Strahlung

Unsere Erde wird tagesin, tagaus mit Teilchen aus dem Kosmos beschossen. Beim Eintritt dieser Teilchen in unsere Atmosphäre entsteht eine Kaskade an weiteren Teilchen, die teilweise die Erdoberfläche erreichen und somit eine natürlich vorkommende Strahlungsquelle darstellen. Diese sogenannte kosmische Strahlung enthält unter anderem Myonen, die schwereren Geschwister-Teilchen zu den bekannteren Elektronen. Mit Hilfe dieser kosmischen Myonen lassen sich unbekannten Objekte durchleuchten, und zwar komplett passiv, also ohne künstliche Strahlungsquelle. Dieses Verfahren nennt sich Myonentomographie und erlaubt im Vergleich zu anderen etablierten bildgebenden Verfahren auch die Inspektion großer und schwerer Objekte, da die Myonen eine viel größere Eindringtiefe als beispielsweise Röntgenstrahlen besitzen.



Um den Aufbau des unbekannten Objektes zu rekonstruieren, werden mit Hilfe spezieller Teilchen-Detektoren entweder die Ablenkung oder die Absorption der Myonen gemessen, denn je schwerer ein Material ist, desto größer ist die Ablenkung oder die Absorption. Moderne Detektoren für die Myonentomographie können beispielsweise aus einem speziellen Material, sogenannten Szintillatoren, bestehen. Diese Materialien leuchten kurz auf, wenn ein Myon hindurch fliegt, und der dabei entstandene Lichtblitz wird von einem Sensor aufgenommen und in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Am DLR-Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen stehen zwei solcher Detektoren für Messungen zur Verfügung. Jedes dieser Geräte besteht aus drei Ebenen, in denen dünne Fasern aus einem Plastik-basierten Szintillator das Myon detektieren. Mit Hilfe der Messungen in den drei Ebenen kann die genaue Position und Richtung des Myons bestimmt werden. Um die Ablenkung der Myonen zu messen, muss ein Detektor oberhalb und ein Detektor unterhalb des Objektes positioniert werden. Für die Messung der Absorption reicht die Positionierung der Detektoren unterhalb des zu inspizierenden Objektes.

