

Untersuchung verdeckter Erdbebenschäden an japanischen Gebäuden mit Hilfe eines tragbaren Terahertz-Scanners

Torsten LÖFFLER*, Theo HOYER*, Andreas KEIL**

* SynView GmbH, info@synview.com

** Becker Photonik GmbH, info@becker-photonik.de

Kurzfassung

Die Terahertz-Messtechnik erlaubt den Einblick in viele nicht-leitende Materialien wie z.B. (glasfaserverstärkte) Kunststoffe, Keramiken und Polymerschäume. Neben bekannten Anwendungen wie z.B. der Untersuchung von GFK Kompositen aus der Windkraftbranche, ergeben sich auch im Baubereich interessante Anwendungen. So sind viele Baustoffe für Häuserwände transparent für THz- und Millimeterwellen. Hohlräume beeinträchtigen das Signal nicht in der Ausbreitung. Die moderne vollelektronische Terahertzmesstechnik ist flexibel einsetzbar und ermöglicht auch einen Vor-Ort Einsatz mit gleich auswertbaren Ergebnissen. In diesem Beitrag werden Fragestellungen und Prüfergebnisse aus einer Studie zu Erdbebenschäden in Japan vorgestellt, die mit Hilfe der Terahertz-Messtechnik gelöst wurden. Gezeigt werden u.a. Messungen an Wänden mit unterliegender Holzstruktur und verfliesen Wänden. Hierbei werden auch technische Aspekte der Terahertz-Messtechnik wie z.B. die Wahl der idealen Arbeitsfrequenz und ein optimaler Messaufbau für den Einsatz im Freien diskutiert. Abschließend wird noch ein Überblick über den aktuellen Stand der Terahertz-Technik gegeben. Dabei werden insbesondere Perspektiven für das Erreichen von Echtzeit Messgeschwindigkeit, und für Messungen auf große Entfernungen gegeben. Die Messungen sind in Zusammenarbeit mit dem NICT (K. Fukunaga) in Japan entstanden.



Untersuchung verdeckter Erdbebenschäden an japanischen Gebäuden mit Hilfe eines tragbaren Terahertz-Scanners

DGZfP-Jahrestagung 2013, 6. – 8. Mai in Dresden

Andreas Keil*, Theo Hoyer, Torsten Löffler

*) Jetzt: Becker Photonik GmbH



Gliederung

- Einführung in die Terahertz-Messtechnik
- Anwendungsbeispiele
- Studie über Erdbeben Schäden an Gebäuden in Japan
- Ausblick 1: Neues Produkt SynViewCompact
- Ausblick 2: Echtzeit THz Bildgebung aus der Distanz
- Zusammenfassung

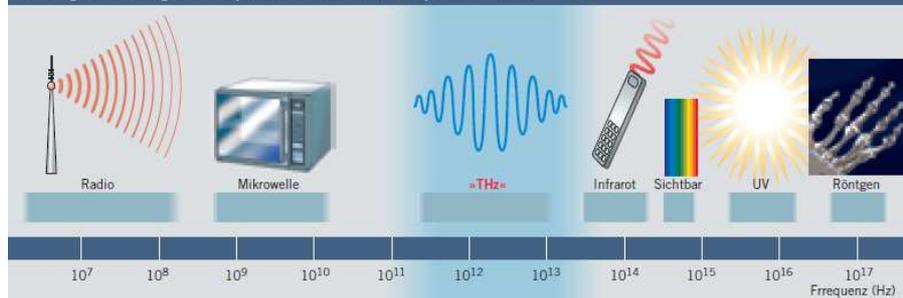


Einführung in die Terahertz-Bildgebung



Was sind Terahertz- bzw. Millimeterwellen?

Darstellung des elektromagnetischen Spektrums mit dem Terahertz-Frequenzbereich in der Mitte



Terahertz-Wellen liegen zwischen Mikrowellen und Infrarot
Oft auch bezeichnet als (Sub-)Millimeterwellen oder Ferninfrarot



Terahertz-Wellen

- ✓ ...durchdringen Schäume, Kunststoffe, Keramiken und viele andere nichtleitende Materialien
- ✓ ...sind ideal geeignet zur Untersuchung von Ober- und Grenzflächen sowie zur Detektion von Materialfehlern
- ✓ ...haben kein Problem mit Hohlräumen in zu untersuchenden Objekten
- ✓ ...erlauben schnell, zuverlässige und effiziente Messungen in Echtzeit
- ✓ ...können Schichtdicken bis 500 mm messen
- ✓ ...dringen nicht in biologisches Material ein und sind für Menschen komplett ungefährlich
- ✗ ...sind nicht geeignet zur Untersuchung von Metallen und anderen leitenden Materialien
- ✗ ...können keine Strukturen $< 0,1$ mm abbilden
- ✗ ...messen nicht hinter Wasser oder unter nassen Oberflächen



Vorteile der (FMCW) Terahertz-Bildgebung

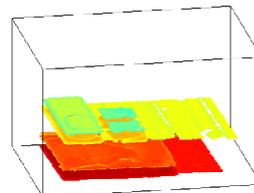
Die (FMCW) Terahertz-Bildgebung

- erstellt 3D Bilder
insbesondere von Composite-Strukturen
(innere Struktur wird sichtbar)
- zerstörungsfrei und kontaktlos
- ungefährlich
- flexibel einsetzbar
- extrem kurze Messzeit
(Echtzeitmessung möglich)
- bei gleichzeitig
- hervorragender Bildqualität

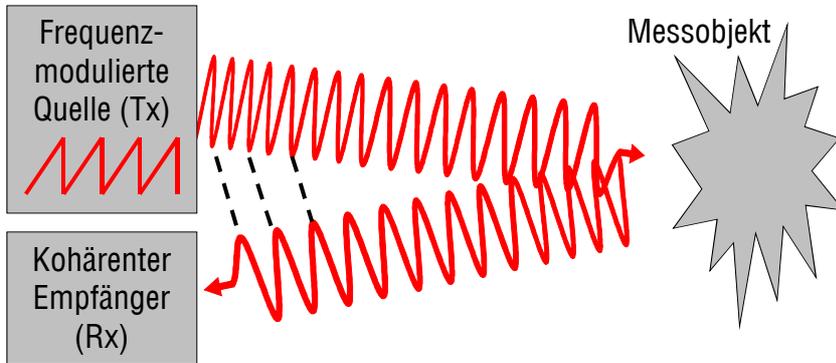
a) Photo of sample:



b) 3D-THz data:



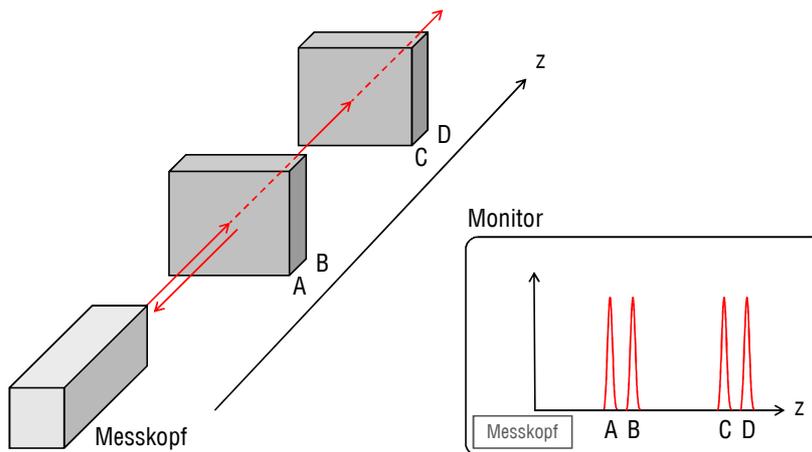
SynView's FMCW THz Technologie



=> Differenz zwischen Tx und Rx Frequenz
 ist proportional zur Entfernung des Messobjekts
 => Signalintensität ist proportional zur Reflektivität



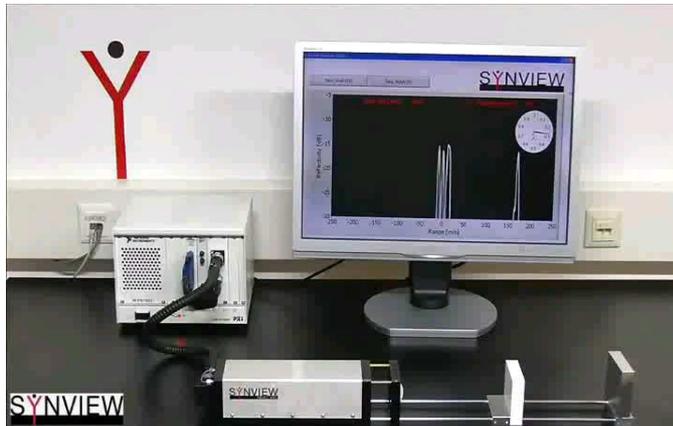
SynViewHead: 1D-Tiefenprofil



Messung eines Range-Pixels (1D-Tiefenprofil)



SynView's FMCW THz Messkopf



SynViewHead
verfügbar für:
0.07 bis 0.11 THz,
0.11 bis 0.17 THz,
0.23 bis 0.32 THz

andere Frequenzen
auf Anfrage

Sehr schnelle Messung des Tiefenprofils in 100 µs



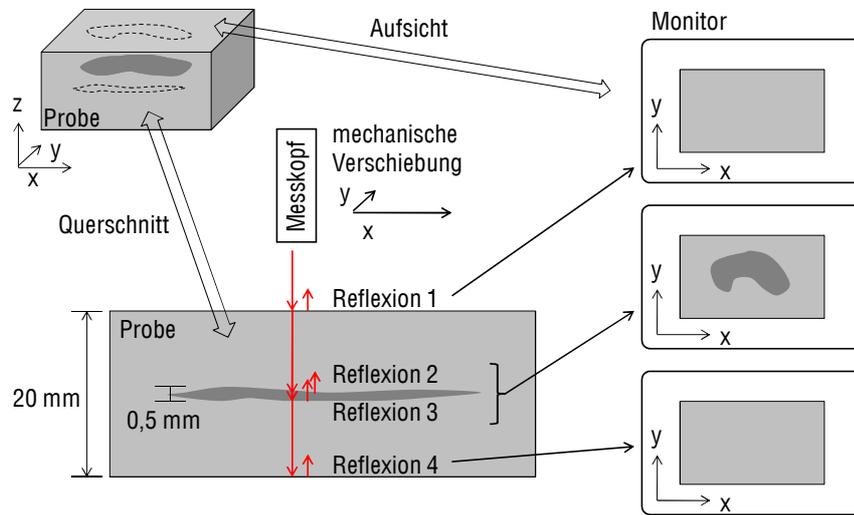
SynViewHead auf Roboter



Messaufbau in Kooperation mit Microspace



Defekterkennung



Comparison of THz Imaging Systems
Other (Laser-based THz-TDS) and SynView (FMCW)

Imaging Systems	THz-TDS	FMCW
	= Time Domain System	= Frequency Modulated Continuous Wave
Measurement	pulsed	swept frequency
Frequency range	100 GHz – 2.5 THz (typ.)	75 – 110 GHz or 230 – 320 GHz (SynView)
Spatial res.	300 µm typ.	3 mm or 1 mm
Technology	Opto-Electronic (fs-Laser-based)	All-electronic
Measurement time / (range) pixel	30 ms up to a few seconds	100 µs (SynView)
Depth range	mm to cm	30 – 50 cm (SynView)
Dynamic range	20 – 40 dB	50 – 70 dB (SynView)
Range resolution	10 – 20 µm	10 – 20 µm (SynView)
Layer + Interface separation	0.5 mm (typ.)	6 mm or 2 mm (SynView)

Anwendungsbeispiele

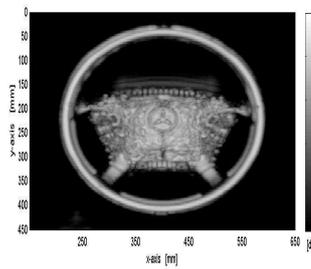


Terahertz-Bild zeigt den Airbag im Lenkrad

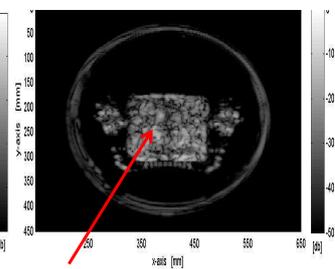
Photo



THz Reflektivität



THz Schnitt (horizontal)



Airbag

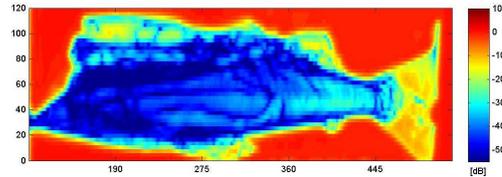


Tiefkühlkost (Wildlachs, gefroren)

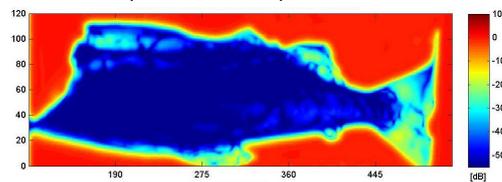
SynViewScan TRMF 100



Aufsicht (0 Minuten)



Aufsicht (20 Minuten)

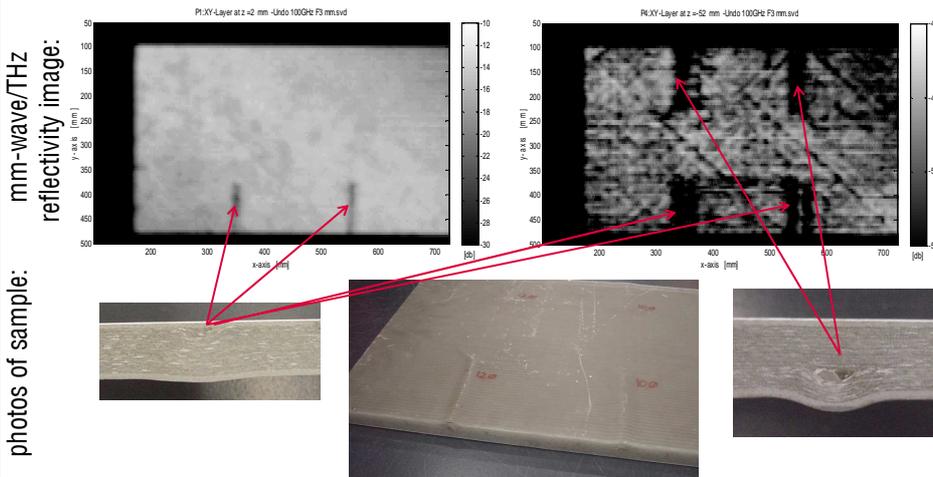


Zwischen den beiden Messungen lagen ca. 20 Minuten Auftauzeit.

Nachlassende Transparenz erkennbar



Detektion von Faserwellen in GFK



Defekte bis in mehrere cm Tiefe deutlich erkennbar

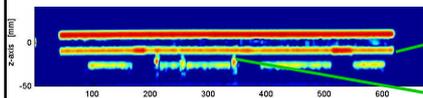
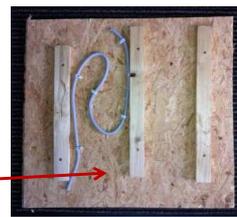


Erster Feld-Einsatz der SynView Technologie im Freien:
„NICT Studie über Erdbeben Schäden an Gebäuden in Japan“

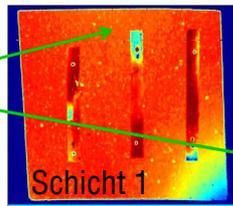


Schritt 1: Proof-of-Principle im Labor

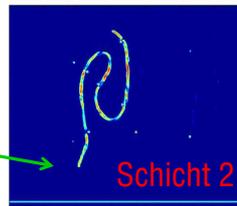
Fotos der künstlichen Testwand:



THz-Schnittbild



Schicht 1



Schicht 2

Holzstruktur mit Defekten und Kabel sind bei 100 GHz gut erkennbar!



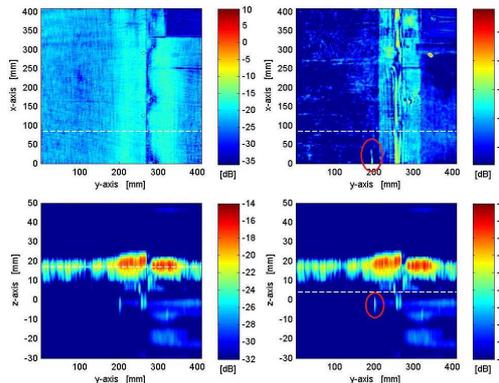
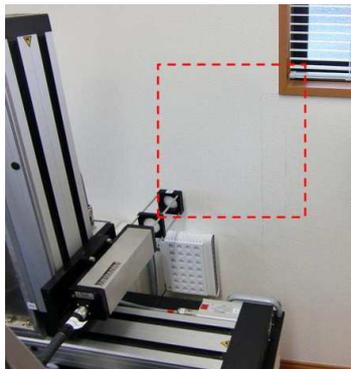
Schritt 4: Messungen vor ort durch: NICT+Indeco



Stabiler Betrieb während 4 Wochen Messkampagne



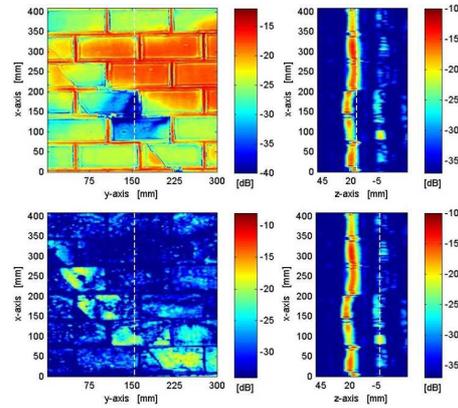
Ergebnisse 1:



Holzstruktur unter Gipskarton



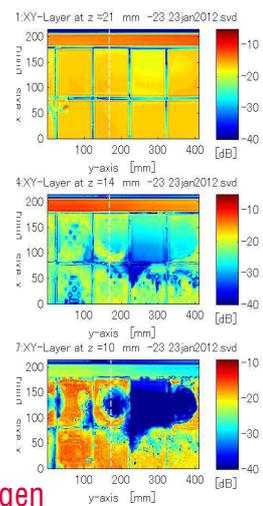
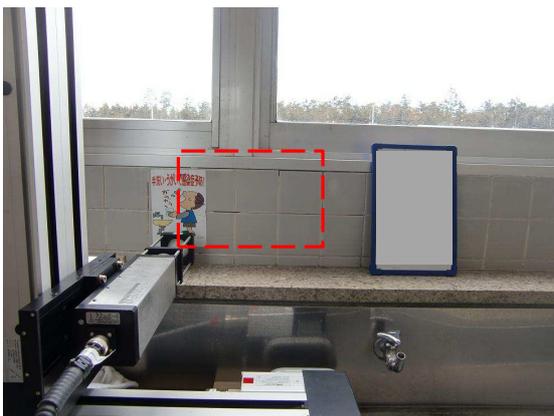
Ergebnisse 2



Fliesen Verschiebung und Ablösung



Ergebnisse 3



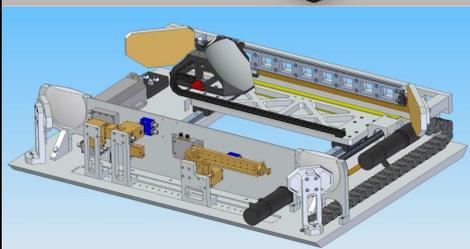
Äußerlich nicht erkennbarer Bereich mit Ablösungen



Ausblick Teil 1



Neues Produkt: SynViewCompact



- leicht und transportabel
- ideal für den Einsatz in mehreren Laboren / Werken
- einfache Einstellung der Fokusebene über höhenverstellbare Vakuumfüße
- beliebige Positionierung und Orientierung im Raum, z.B. mit Stativ
- einfache Touchscreen-Bedienung
- simultane Messung mit zwei Frequenzbändern die sich bzgl. Auflösung und Eindringtiefe ideal ergänzen
- Vertrieb über:



Ausblick Teil 2: BMBF Project: "Live Detect 3D"

THz-Bildgebung in 10 Meter Entfernung mit 3 Bildern/sec

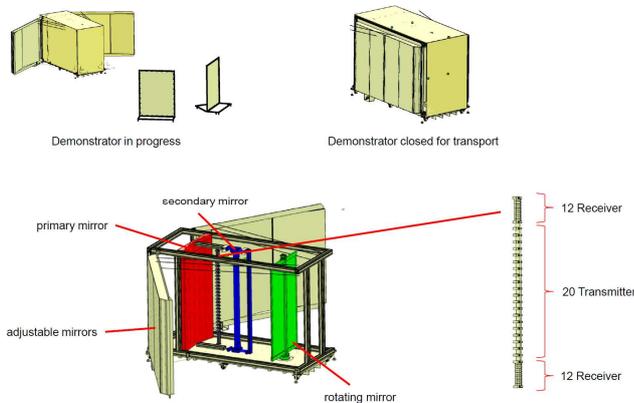
Primäre Anwendung: Personenscanner

Direkte Projektpartner: Fa. Hübner, Uni-Siegen



System Konzept

- 44 Elemente Rx/Tx Array für vertikale synthetische Fokussierung
- 2 mal 1 Meter Zylindrischer + rotierender Planspiegel für horizontale Fokussierung



System im Betrieb als Personenscanner



Personenscanner für Materialprüfung aus der Distanz

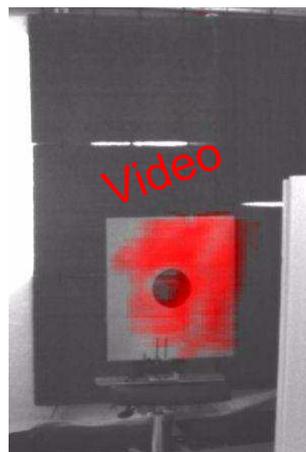


Abbildung in 12 m Abstand mit 3 Bildern / sec



Zusammenfassung

- Voll-elektronische 3D Bildgebung ist eine schnelle und robuste Technologie für industrielle Prüftechnik und Qualitätskontrolle.
- SynView bietet in Zusammenarbeit mit der Becker Photonik robuste Produkte für mobilen Einsatz in Industrie und Wissenschaft.
- Zukünftige Entwicklungen werden die Systemkosten senken und Messzeiten verkürzen.



Thank you for your interest!

www.becker-photonik.de

SynView GmbH
Hessenring 83, D-61348 Bad Homburg, Germany
info@synview.de | www.synview.de

