

Photonic Components

Terahertz-Puls-Systeme

für den Einsatz in industriellem Umfeld

Bernd Sartorius, Helmut Roehle, Roman Dietz,
Björn Globisch, Dennis Stanze, Thorsten Göbel, Martin Schell

Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, Berlin

 **Fraunhofer**
Heinrich Hertz Institute


B. Sartorius THz Puls-Systeme für industrielles Umfeld MW THz Prüftechnik München 6.3.13

Photonic Components

Terahertz-Puls-Systeme

für den Einsatz in industriellem Umfeld

1. Motivation: Vorteile von THz-Puls-Systemen
2. Grundlagen zu „optisch erzeugtem“ Puls-Terahertz
3. Weg ins industrielle Umfeld: Fasergekoppelte THz-Systeme
4. Anwendungsbeispiele in Transmission
5. Anwendungsbeispiele in Reflexion

 **Fraunhofer**
Heinrich Hertz Institute

B. Sartorius THz Puls-Systeme für industrielles Umfeld MW THz Prüftechnik München 6.3.13

Generelle Vorteile:

Gute THz-Transparenz von Kunststoffen, Keramik, Papier...

- Metall, elektrisch leitfähige Stoffe, Wasser dagegen reflektieren

Kontaktfreie Messungen, auch Schaumstoffe

- Vorteile gegen Ultraschall

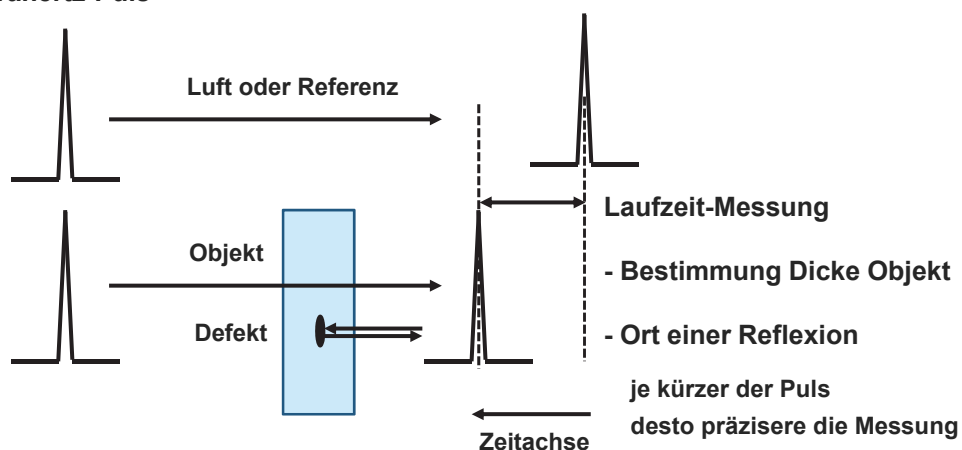
Gesundheitlich unbedenklich

- Vorteil gegen Röntgen

Spezielle Vorteile von THz Puls-Systemen?

Vorteile Puls 1: Dickenmessung

Terahertz-Puls

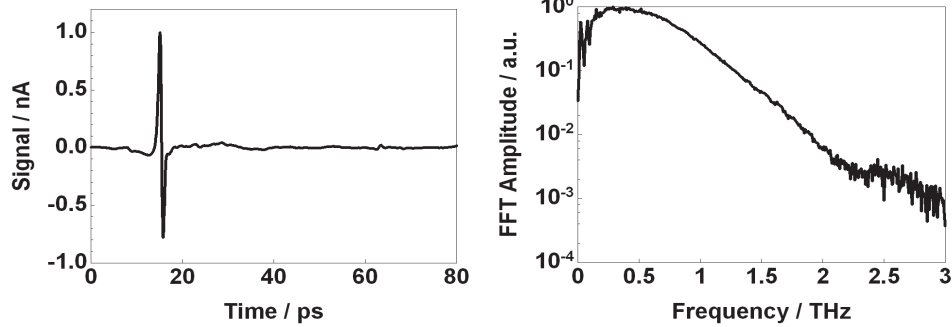


Vorteile Puls 2: Spektroskopie

Photonic Components

Fourier-Transformation eines Pulses ergibt zugehöriges Spektrum

je kürzer der Puls - desto breiter das Spektrum



THz Puls sieht in / durch Materialien
spektroskopische Analyse im Volumen / von verpackten Stoffen

THz-Pulse f. industrielles Umfeld

Photonic Components

Vorteile Puls:

- präzise Laufzeitmessung / Positionsbestimmung
- Spektroskopie über Fourier-Transformation

next:

Grundlagen zu optisch erzeugtem Puls-Terahertz

Optisches Terahertz: Sender

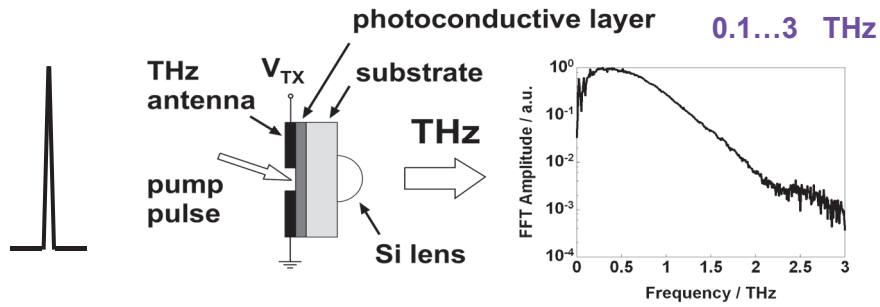
Photonic Components

fs-Laser
opt. Puls

Photoleiter
Strom-Puls

Maxwell
EM Welle

Fourier
Spektrum



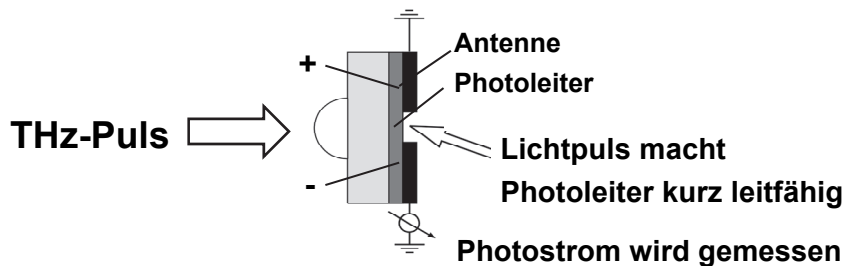
optischer Puls - schneller Photoleiter - THz Puls - Spektrum

Optisches Terahertz: Detektor

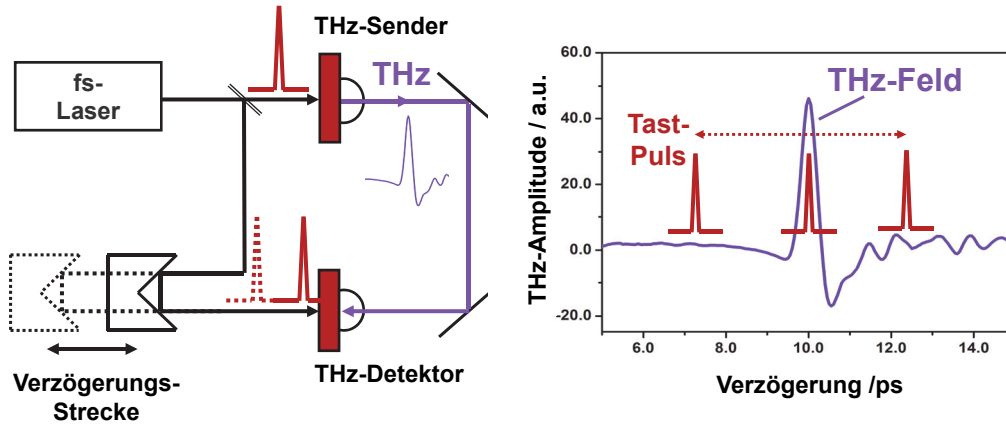
Photonic Components

THz-Feld wird durch Si-Linse auf Antenne fokussiert

Spannung wird induziert und an Photoleiter gelegt



Stromfluß: zeitgleich THz-Puls + Licht-Puls



Optisches „abtasten“ des THz-Feldes am Empfänger

Schlüsselkomponenten optisches Puls-THz:

- fs-Laser
- schneller Photoleiter

next:

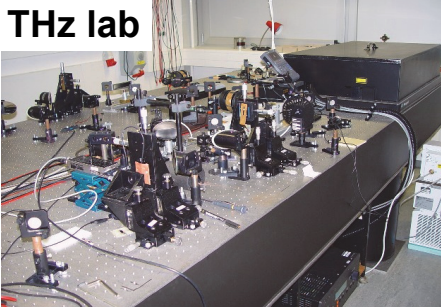
Weg ins industrielle Umfeld:

Fasergekoppelte THz Systeme

Optische THz-Systeme fürs Labor

Photonic Components

THz lab



TeraView



Ti-Saphir Puls-Laser bei 800 nm

LT GaAs Photoleiter

Freistrahl-Optik

schwere optische Bänke

 **Fraunhofer**
Heinrich Hertz Institute

B. Sartorius

THz Puls-Systeme für industrielles Umfeld

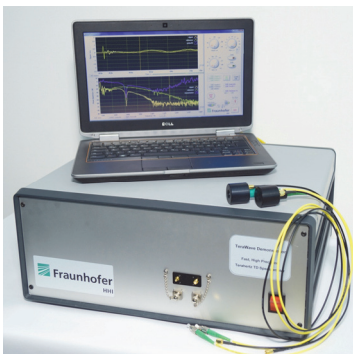
MW THz Prüftechnik

München 6.3.13

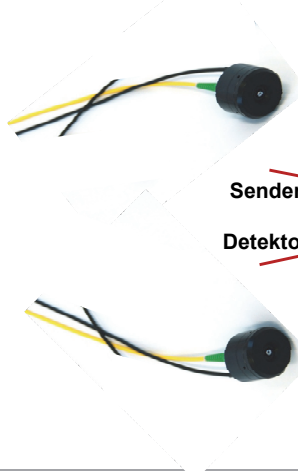
Terahertz für industrielle Umgebung

Photonic Components

Opto-Elektronik in Box
kompakt und stationär

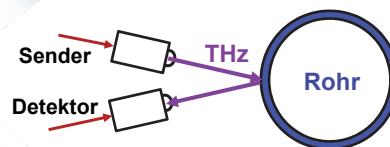


Flexible Glasfasern zu
THz-Sender / -Detektor



bewegliche THz Köpfe
an Fertigungsstrasse

Beispiel:
Extruder



 **Fraunhofer**
Heinrich Hertz Institute

B. Sartorius

THz Puls-Systeme für industrielles Umfeld

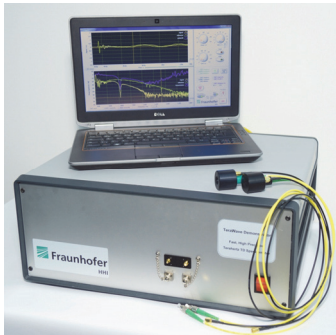
MW THz Prüftechnik

München 6.3.13

Schlüsselkomponenten

Photonic Components

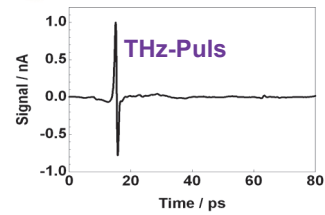
Faser-Puls laser bei **1,5 μm**
kompakt, robust, turn key



Standard Glasfasern
aus Telekommunikation



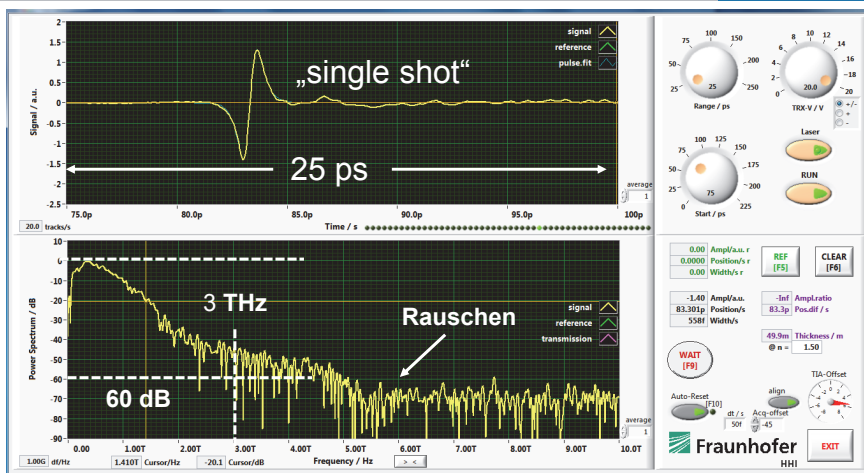
Photoleiter für **1,5 μm** :
Technologie/Patent HHI



Terahertz-Module seit 2010 über Menlo im Vertrieb
viele Systeme weltweit mit HHI-Modulen ausgerüstet

Betriebs-Mode „Schnell“ - 50 ms

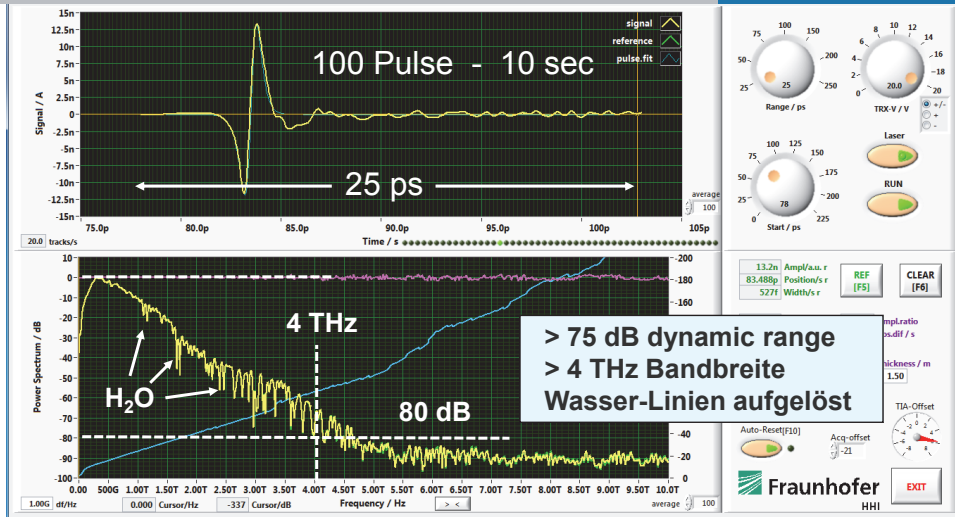
Photonic Components



Pulszug in 50 ms: bis 3 THz > 55dB Scanbereich 25 ps

Hoch-Präzise: Mitteln über Pulse

Photonic Components

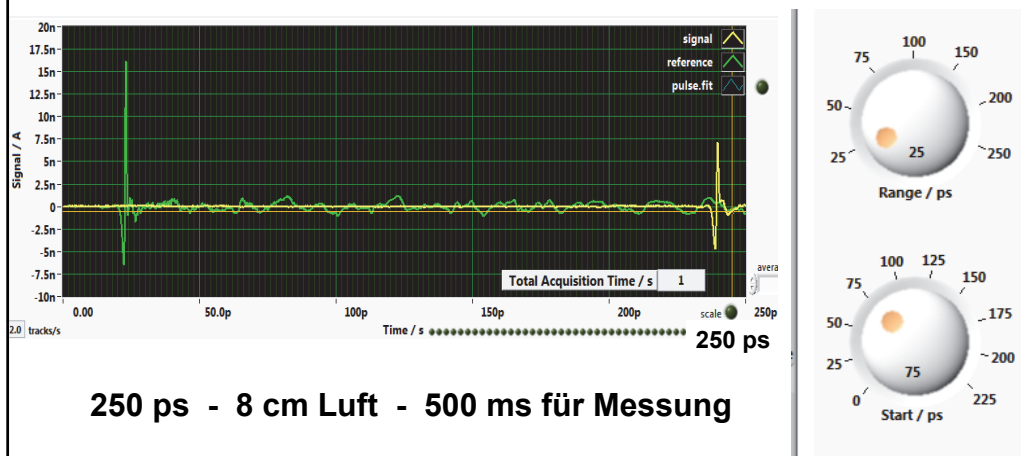


© Fraunhofer Heinrich Hertz Institute

B. Sartorius THz Puls-Systeme für industrielles Umfeld MW THz Prüftechnik München 6.3.13

Scanbereich variable bis 250 ps

Photonic Components



© Fraunhofer Heinrich Hertz Institute

B. Sartorius THz Puls-Systeme für industrielles Umfeld MW THz Prüftechnik München 6.3.13

THz-Pulse f. industrielles Umfeld

Photonic Components

Fasergekoppelte THz-Systeme:

- bewegliche THz-Köpfe, stationäre Opto-Elektronik
- Komponenten / Technologien aus faser-optischer Telekom

Verschiedene Betriebs-Modi wählbar:

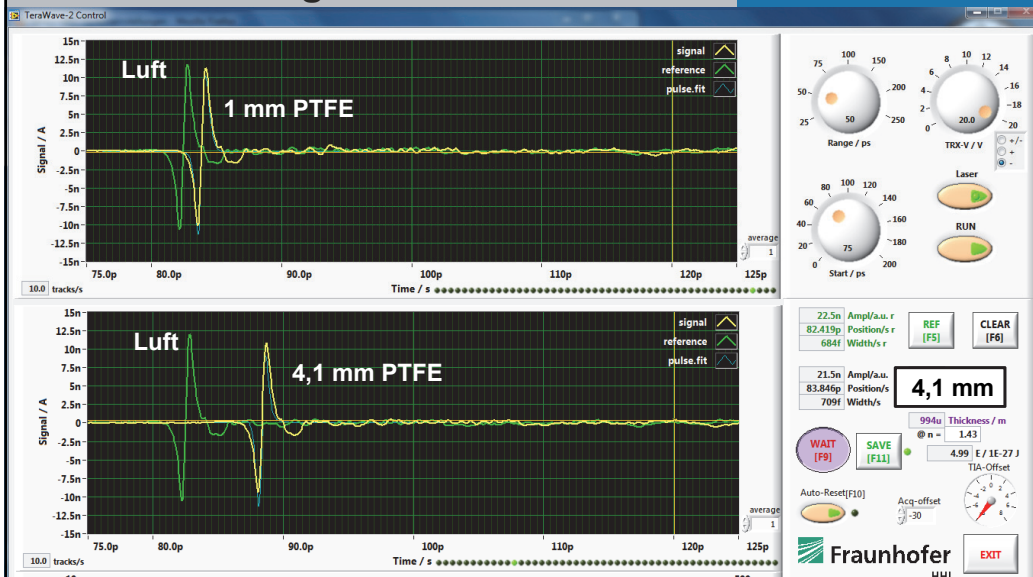
- schnell
- hoch präzise
- weiter Scanbereich

next:

Anwendungsbeispiele in Transmission

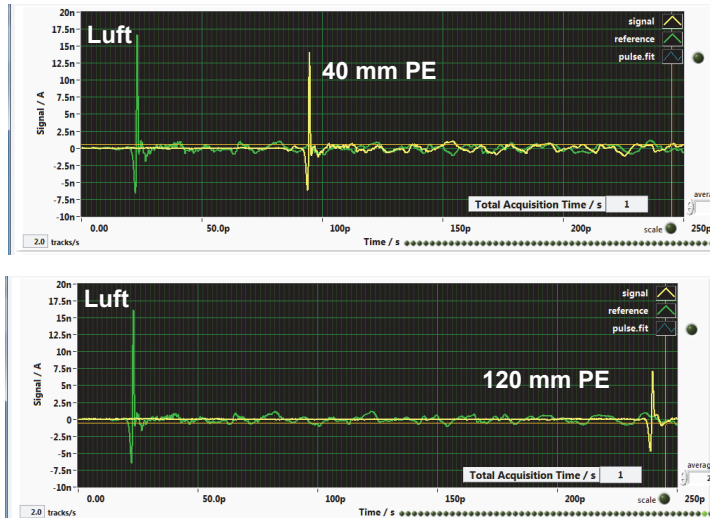
Dickenmessung PTFE

Photonic Components



Dickenmessung PE-Platten

Photonic Components

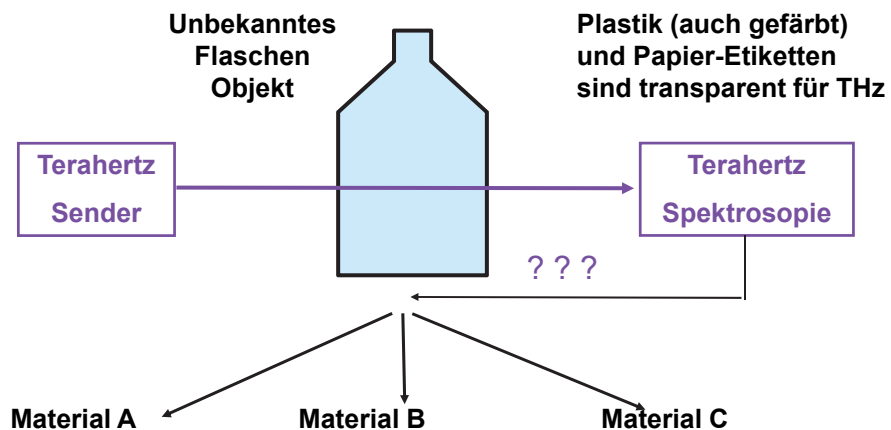


Messung mit 250 ps delay

Terahertz für Erkennung Kunststoffe

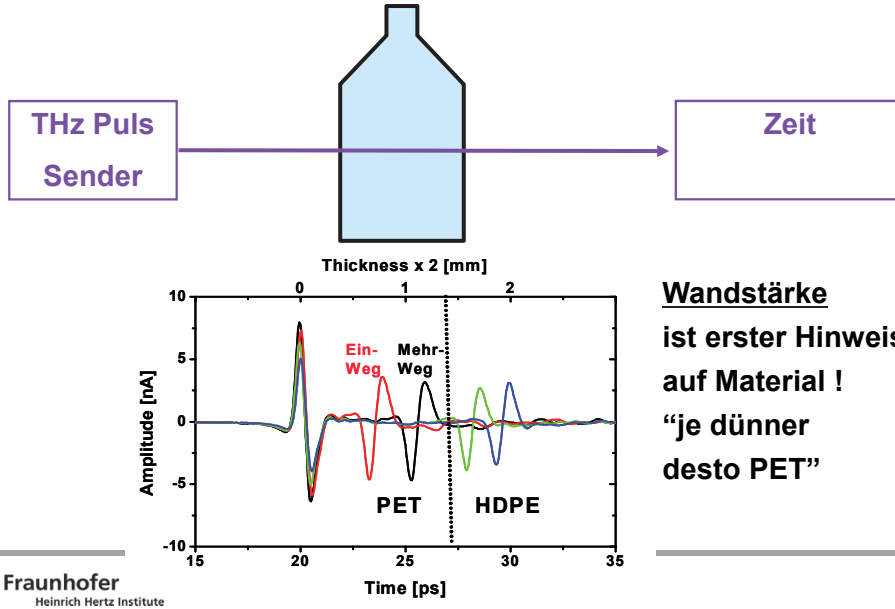
Photonic Components

Recycling: Trennung nach Material



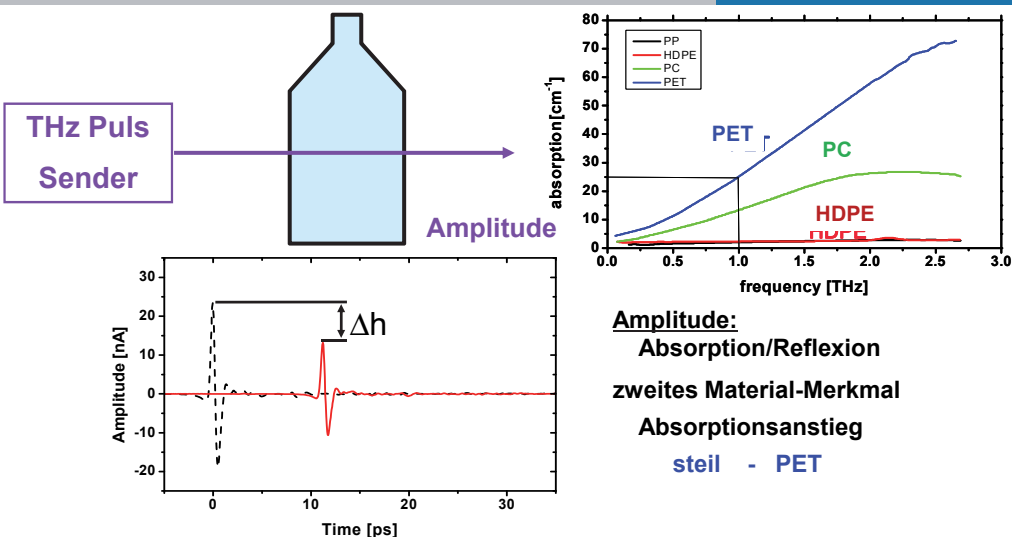
1. Schritt: Dickenmessung

Photonic Components

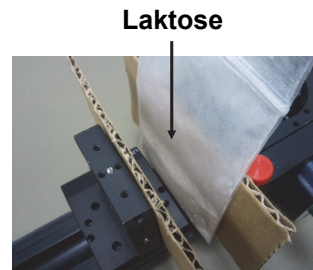
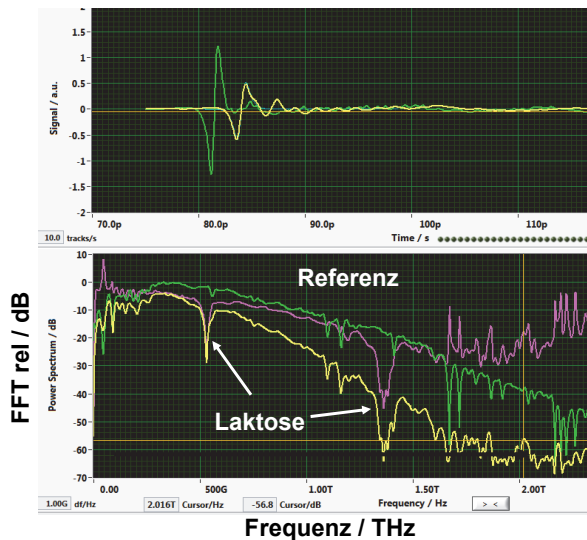


2. Schritt: Amplitude, Absorption

Photonic Components



B. Sartorius THz Puls-Systeme für industrielles Umfeld MW THz Prüftechnik München 6.3.13



Laktose

Spektroskopie
in Transmission
durch Wellpappe
kein Problem

Anwendungsbeispiele in Transmission

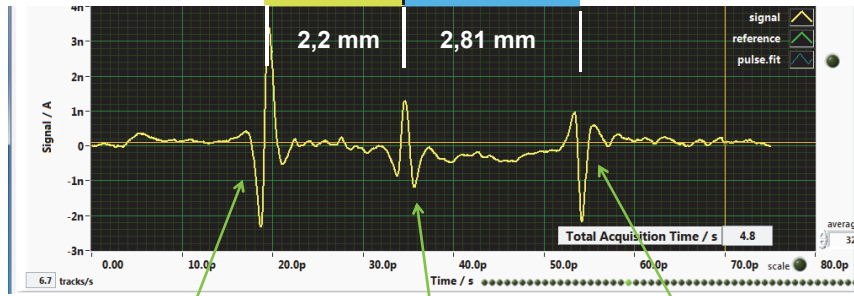
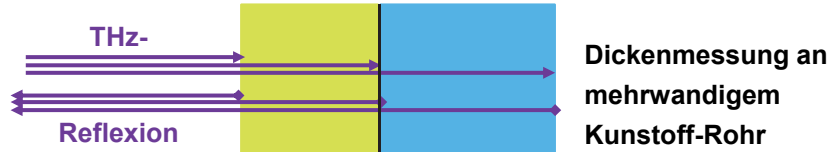
- Dickenmessung
- Erkennung verschiedener Kunststoffe
- Spektroskopische Analyse in Verpackung

next:

Anwendungsbeispiele in Reflexion

THz Reflexion an Doppelwand-Rohr

Photonic Components



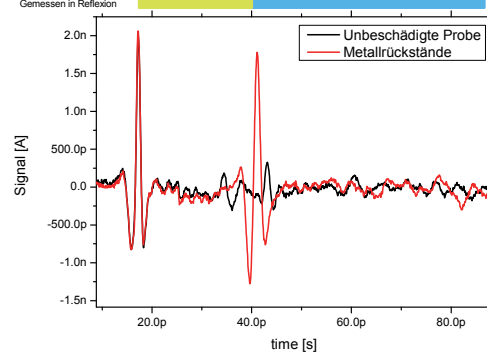
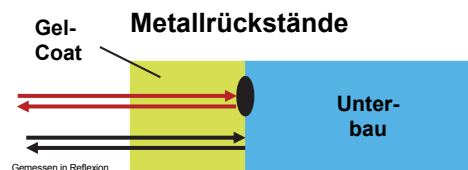
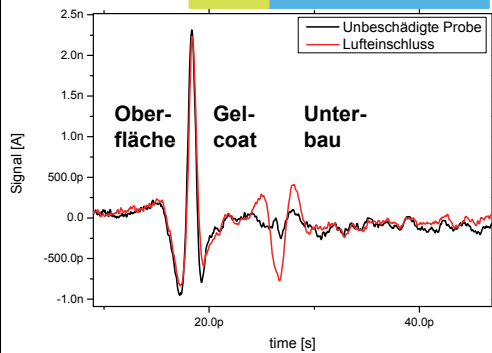
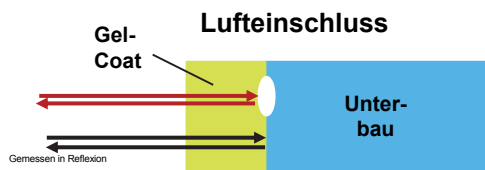
Außenwand

Innere Grenze

Innenwand

Defekte in Kunststoffen / Windrotoren

Photonic Components

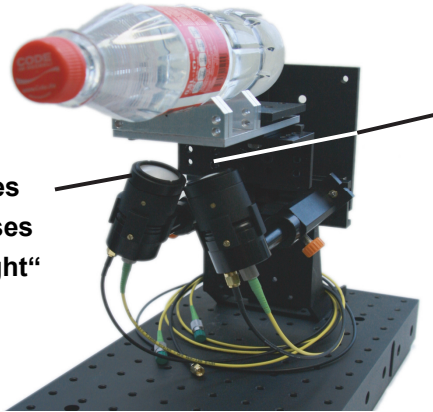


Erkennung Flüssigkeit in Flasche

Photonic Components

bottle with unknown liquid

THz modules
with PE lenses
"THz flashlight"

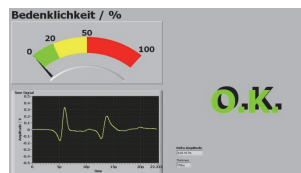
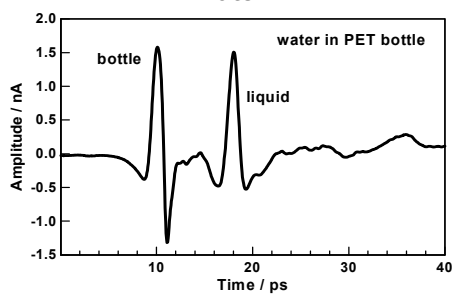


- reflected pulses:
1. air - bottle:
material of bottle
 2. bottle - liquid:
type of liquid

Unbedenkliche / gefährliche Flüssigkeit

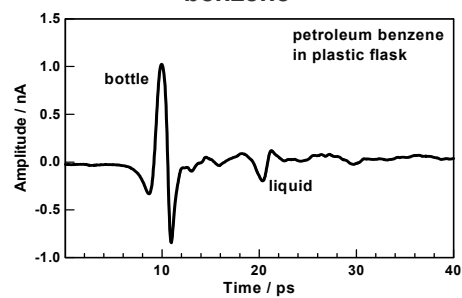
Photonic Components

water



can pass

benzene



to security

Anwendungsbeispiele in Reflexion

- Dicken-Messung bei Mehrschicht-Strukturen
- Erkennung von Defekten im Material / an Grenzflächen
- Spektroskopische Analyse Flüssigkeit in Flasche

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick

Puls-Systeme erlauben zerstörungsfreie Materialprüfung durch

- Laufzeitmessungen
- Spektroskopie

Einsatz in industriellem Umfeld wird ermöglicht durch

- bewegliche fasergekoppelte THz Köpfe
- stationäre opto-elektronische Steuereinheit

Applikationsbeispiele

- Transmission
- Reflexion

Terahertz ist an der Schwelle

- zum industriellen Einsatz
- in der zerstörungsfreien Materialprüfung