

# Charakterisierung der Schallausbreitungsparameter verschiedener Materialien mit Ultraschall

Dr. Grit Oblonczek, GAMPT mbH



## kurzer Firmenüberblick



- gegründet 1998 an der Universität Halle
- mehr als 10 Jahre Erfahrung in Entwicklung und Herstellung von Praktikumsgeräten
- Entwicklung, Produktion und Vertrieb / Marketing unter einem Dach
- Tätigkeitsfelder: Ausbildungsgeräte und Zubehör, Medizintechnik, Industriesensorik
- seit Sommer 2010 neuer Standort in Merseburg bei Halle

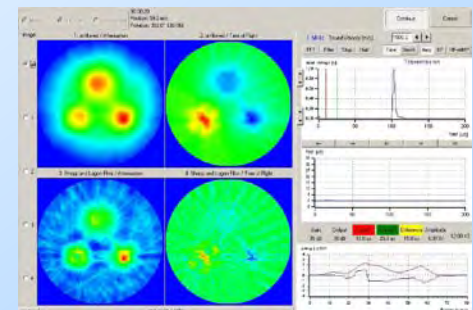
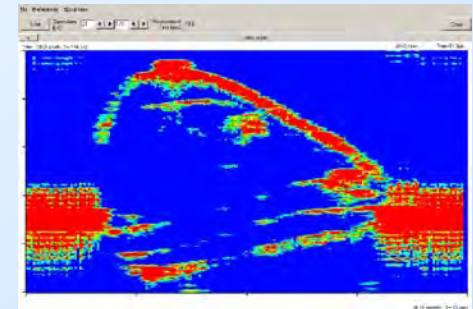
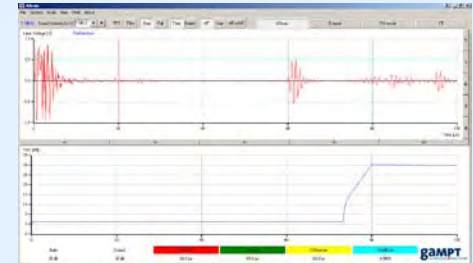
# Ultraschall in der Ausbildung: Echographie

## GAMPT- Scan

Puls- Echo- System mit variabler Sende- und Empfangsleistung (TGC), inkl. PC-Messsoftware

## Themen

- Schallgeschwindigkeit, Dämpfung, Frequenzabhängigkeit
- Transmission, Reflexion, Auflösungsvermögen, Eindringtiefe
- Rayleighwellen, Scherwellen
- Schallfeldcharakteristik (Nah-, Fernfeld, Fresnelzone, Fokus)
- spektrale Untersuchungen (FFT, Cepstrum)
- Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung (NDT)
- Bilderzeugung (B-Bild, TM- Mode, Computertomographie)



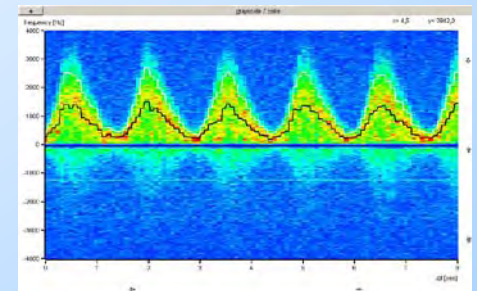
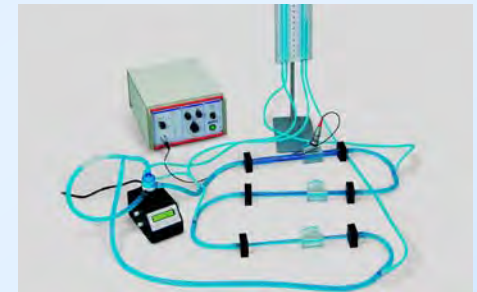
# Ultraschall in der Ausbildung: Doppler-Effekt

## FlowDop

Puls- Doppler- System (1, 2, 4 MHz) mit akustischer Darstellung der Signale, inkl. PC-Messsoftware

## Themen

- Ultraschall- Doppler- Prinzip
- Strömungsgeschwindigkeit, Kontinuitätsbedingung
- statischer und dynamischer Druck (Bernoulli)
- Viskosität, Strömungswiderstand (Hagen-Poiseuille)
- Flussprofil (laminar, turbulent)
- Frequenzanalyse des Doppler-Signals (Doppler- Farbspektrum)
- Doppler Sonographie, Gefäßdiagnostik (Stenose)



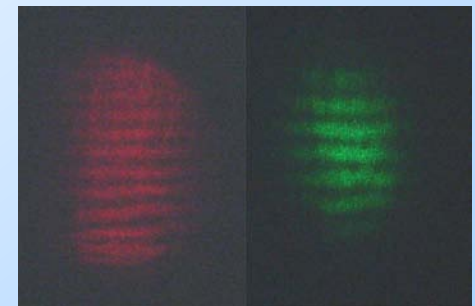
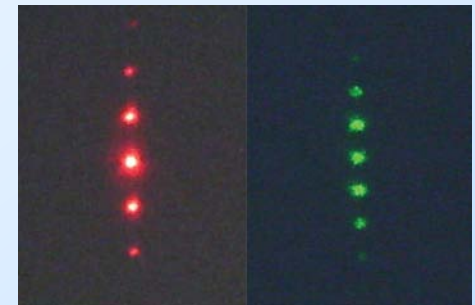
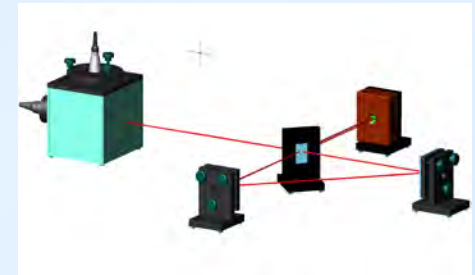
# Ultraschall in der Ausbildung: CW und AOM

## SC500

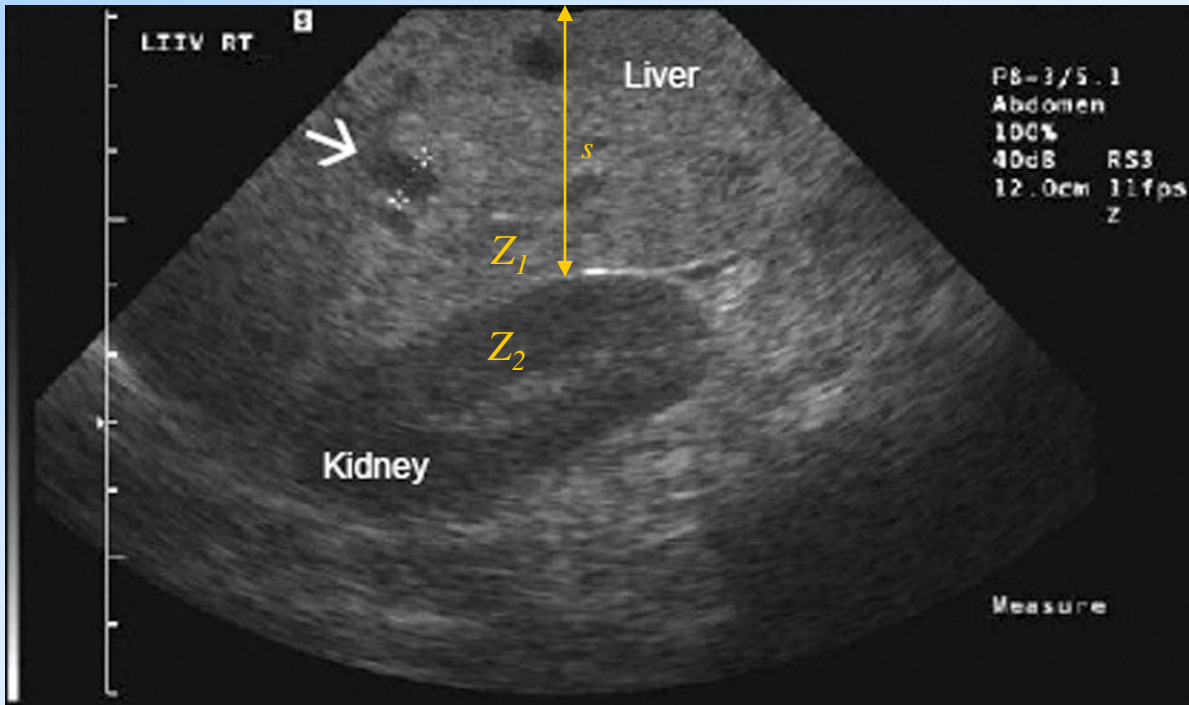
**cw- Generator für Schallwellen hoher Leistung,  
Frequenzen bis 20 MHz einstellbar, zusätzlicher regelbarer  
Anschluss für Laserdiode**

## Themen

- Akustooptische Modulation (AOM)
- Debye- Sears Effekt
- Projektion stehender Wellen
- Phasen- und Gruppengeschwindigkeit von Ultraschall
- Laser Doppler Shift mit Ultraschall
- Thermische Effekte (Ultraschalltherapie)



# Ausbildungsschwerpunkt - Physikalische Grundlagen der Ultraschallausbreitung



## Schallgeschwindigkeit:

$$c = \sqrt{E / \rho} = \lambda * f = 2s/t$$

*E*....Elastizitätsmodul

*ρ*....Dichte

*λ*....Wellenlänge

*f*....Frequenz

*s*....Schallweg

*t*....Laufzeit

## Schallimpedanz:

$$Z = \rho * c$$

*ρ*....Dichte

*c*....Schallgeschwindigkeit

## Reflexionskoeffizient:

$$R = (Z_2 - Z_1)^2 / (Z_2 + Z_1)^2$$

*Z*<sub>1</sub>....Impedanz Medium 1

*Z*<sub>2</sub>....Impedanz Medium 2

## Dämpfung:

$$I_x / I_0 = e^{-2\alpha x}$$

*I*<sub>0</sub>....Anfangswert der Schallintensität

*I*<sub>x</sub>....Schallintensität in der Tiefe *x*

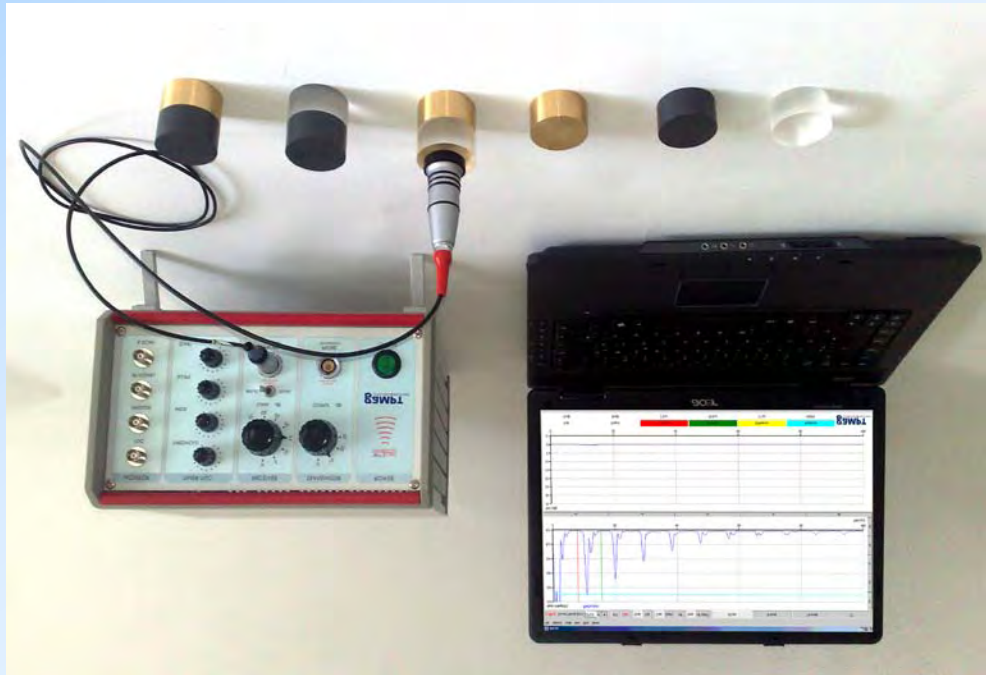
*α*....Dämpfungskoeffizient

# Praktikumsversuch: Charakterisierung der Schallausbreitungsparameter verschiedener Materialien

## Ausbildungsziele:

- **Verständnis der physikalischen Phänomene der Schallausbreitung**
- **Erkennen der Zusammenhänge zwischen Signalentstehung und Materialeigenschaften**
- **Anschauliche Darstellung der Schallfeldgrößen Impedanz, Reflexion und Dämpfung**
- **Signalverarbeitung in Ultraschallgeräten**
- **Basisversuch für alle Fachrichtung**
- **Kombination mit fachspezifischen Versuchserweiterungen**

# Versuchsaufbau



**Ultraschallgerät GAMPT-Scan**

**2 MHz-Sonde**

**6 Materialproben:**

**Acryl**

**PVC**

**Messing**

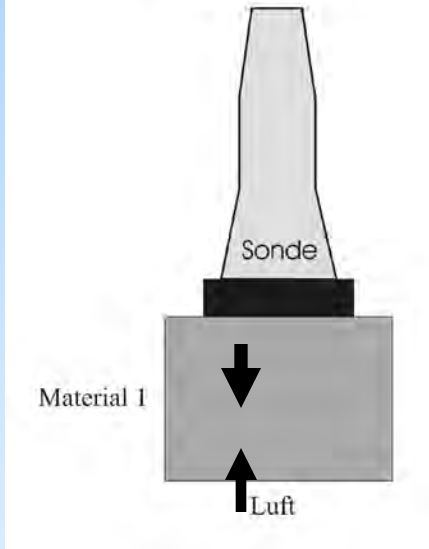
**Acryl / Messing**

**PVC / Messing**

**Acryl / PVC**

# Messergebnisse 1

MESSUNG 1

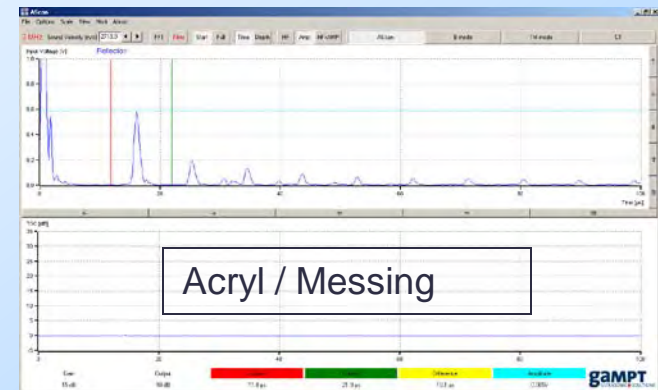
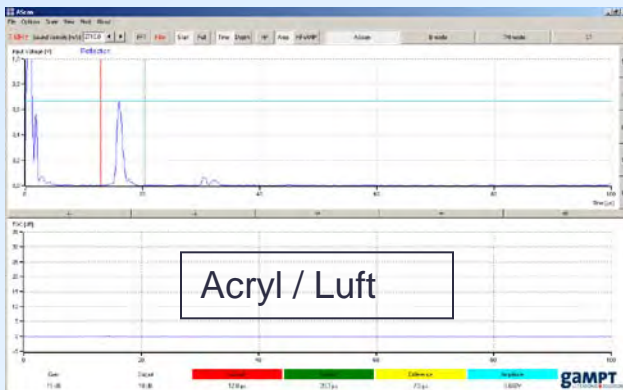
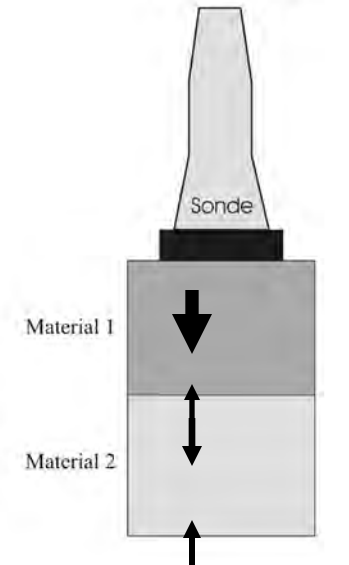


Berechnung des Reflexionskoeffizienten  $R_{12}$  aus Amplitudenmessung der Reflexe  $A_{12}$  im Vergleich zum Reflex an Luft  $A_{1L}$ :

$$R_{12} = \frac{I_{12}}{I_{1L}} = \frac{A_{12}^2}{A_{1L}^2}$$

$$R_{1L} \approx 1$$

MESSUNG 2

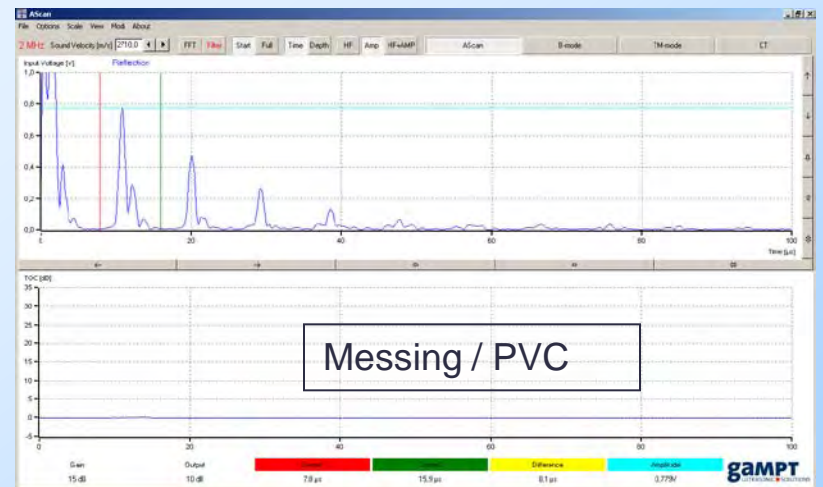
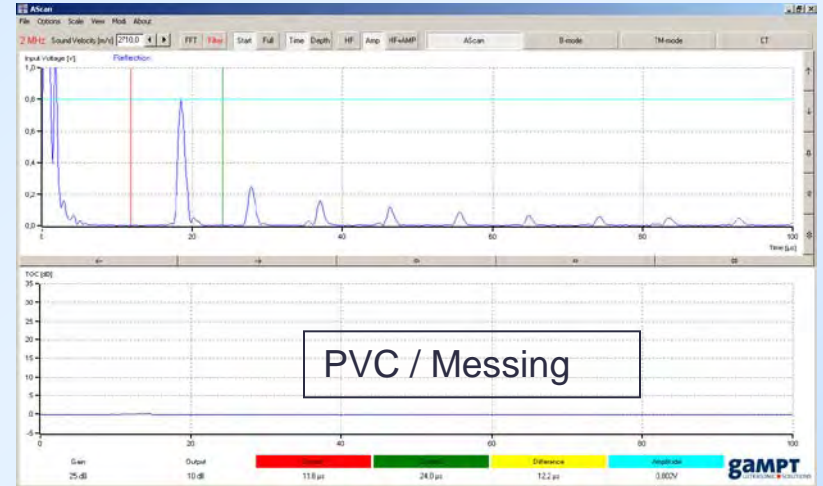


# Messergebnisse 2

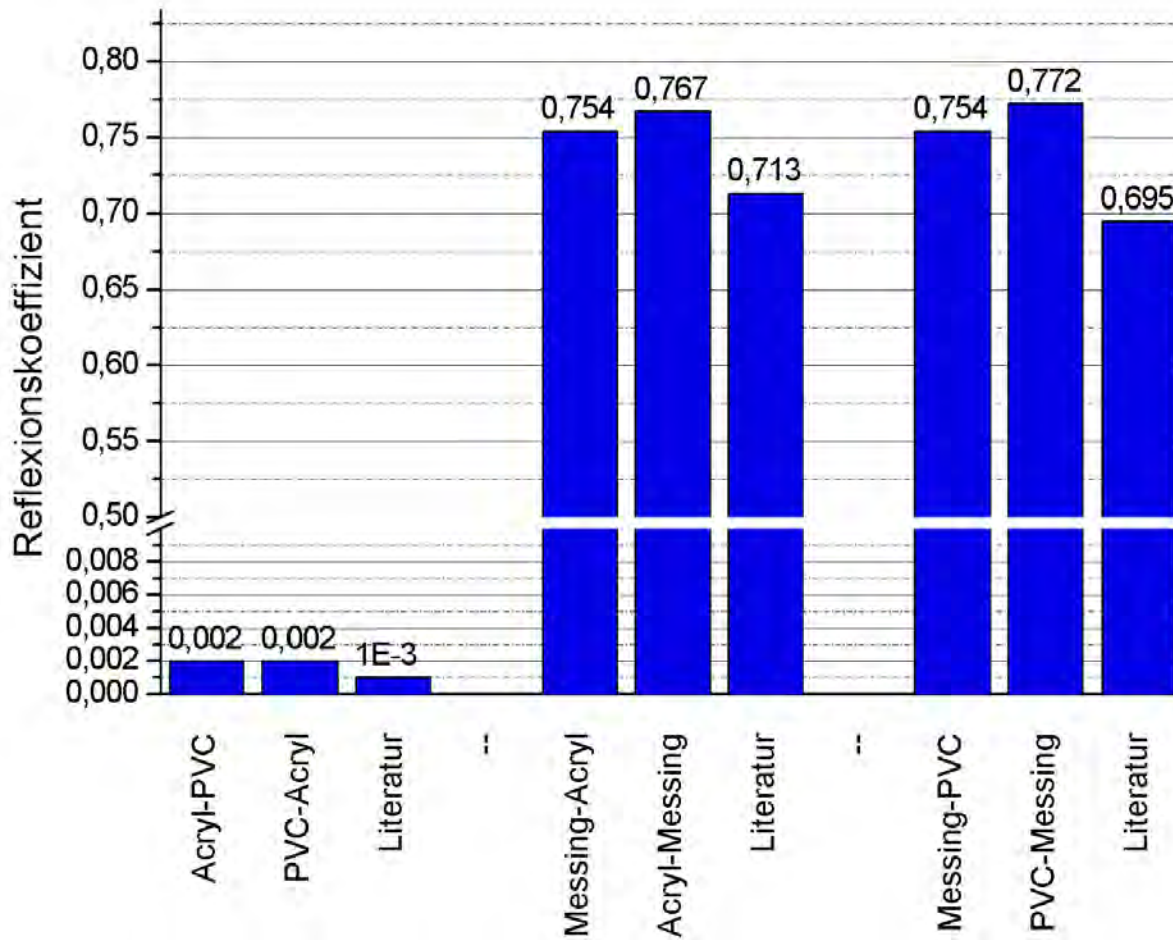
Echomuster wird bestimmt durch:

- Schallgeschwindigkeit
- Dämpfung
- Mehrfachreflexionen

aber  $R_{12} = R_{21} = \left( \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2$



## Messergebnisse 3



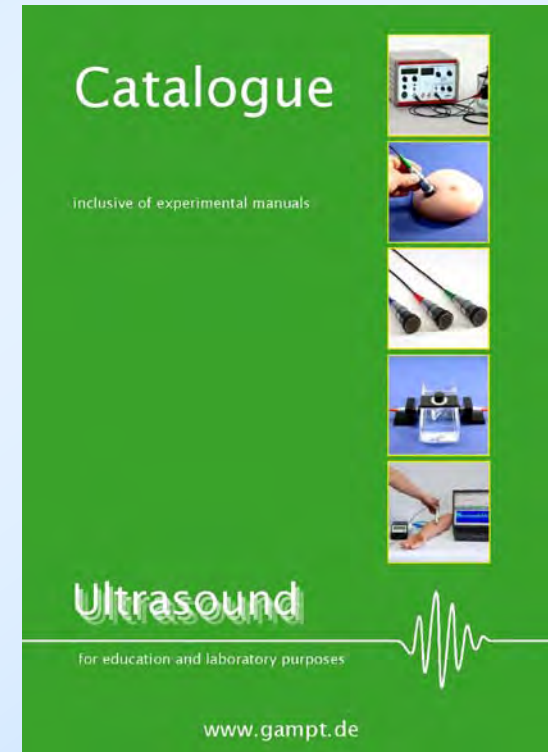
## Zusammenfassung

- **Verständnis grundlegender physikalischer Zusammenhänge (Reflexion abhängig vom Material....) für spätere Anwendungen**
- **Bestimmung spezifischer Materialkonstanten auch an einfachen Modellen möglich**
- **Ausblick: Grundlagenversuch, der in jede Richtung erweiterbar ist, Kombination mit fachspezifischen Versuchserweiterungen**
  - **Medizin: Brust, Auge**
  - **Materialwissenschaften: NDT, Materialprüfung**
  - **Physik: Dämpfung, Impedanz**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**GAMPT** mbH  
Gesellschaft für Angewandte  
Medizinische Physik und Technik

Weitere Informationen unter  
[www.gampt.de](http://www.gampt.de)



oder an unserem Stand hier auf der PLT 2010 in Wien!

GAMPT