

# Messung von Schallabsorption **und Dämmung** mit dem Kundtschen Rohr

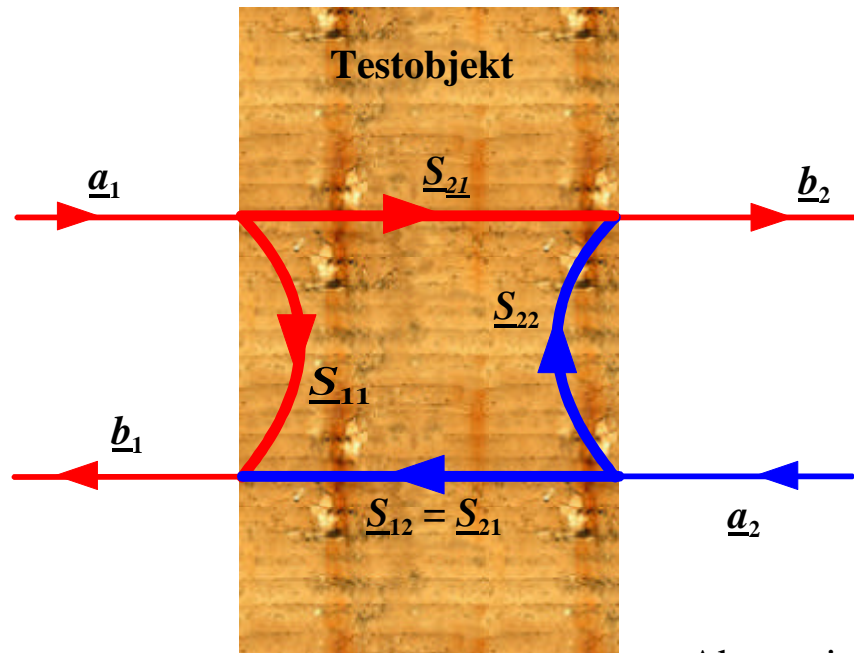
J. Sachs, Technische Universität Ilmenau  
P. Peyerl, MEODAT GmbH Ilmenau

- ▶ **Wellenparameter**
- ▶ **Masongraph einer homogenen Wand**
- ▶ **Masongraph des Kundtschen Rohres**
- ▶ **Kundtsches Rohr mit Luftpolster**
- ▶ **Bestimmung aller Streuparameter**
- ▶ **Meßbeispiel**
- ▶ **3-Term-Fehlermodell**



# Wellenparameter

Masongraph für die Partialwellen an einer ebenen Wand



$\underline{a}, \underline{b}$  normierte Wellen  $[\sqrt{W}]$

$\underline{S}_{mn}$  Wellenparameter, S-Parameter

Absorption für linksseitigen Schalleinfall:  $\underline{a}_l = 1 - |\underline{S}_{11}|^2$

Absorption für rechtsseitigen Schalleinfall:  $\underline{a}_r = 1 - |\underline{S}_{22}|^2$

Dämmwert:  $d = |\underline{S}_{21}|^2 = |\underline{S}_{12}|^2$



(c) MEODAT GmbH 1998  
Tel.: 03677-668645 Fax: -668655

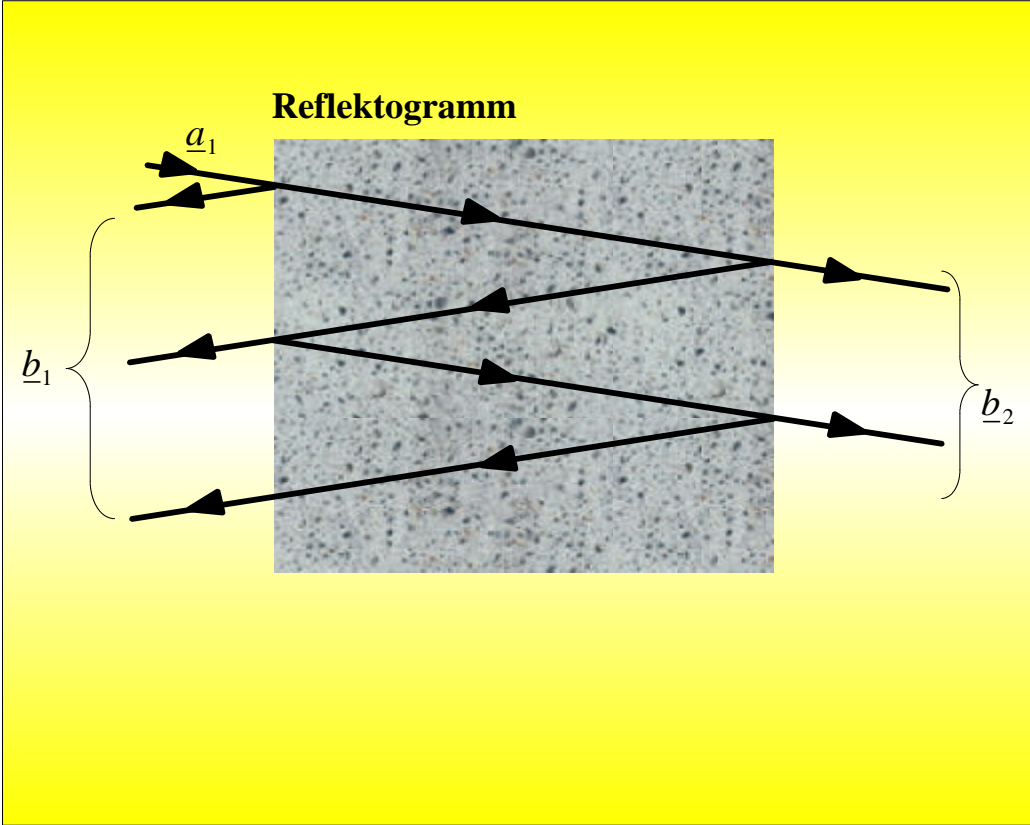
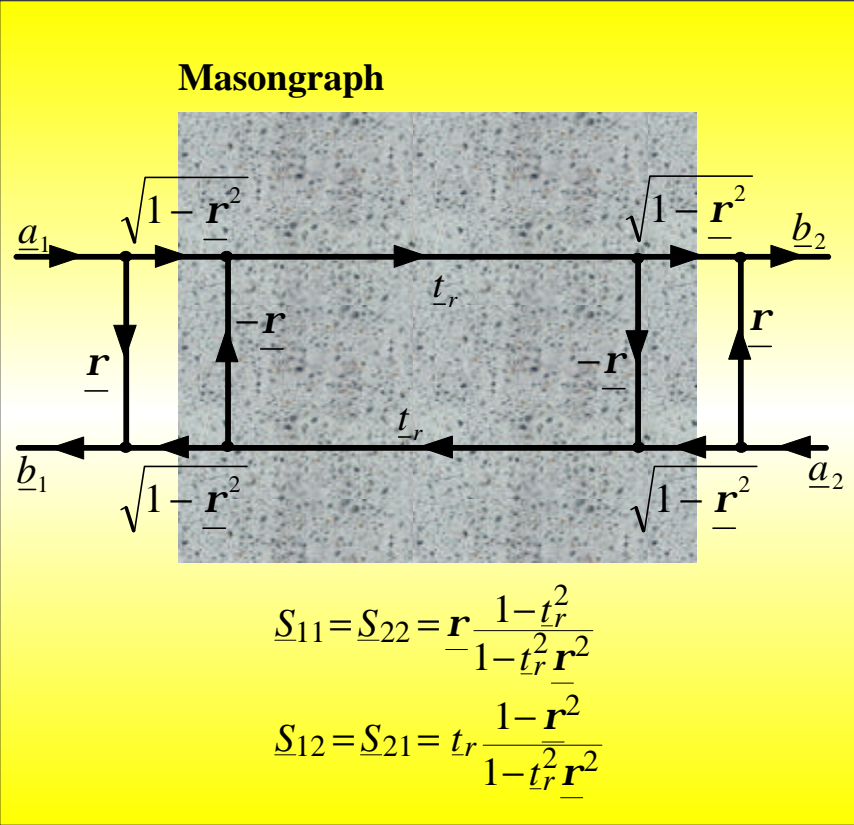


Technische Universität Ilmenau  
Fakultät EI, Fachgebiet EMT

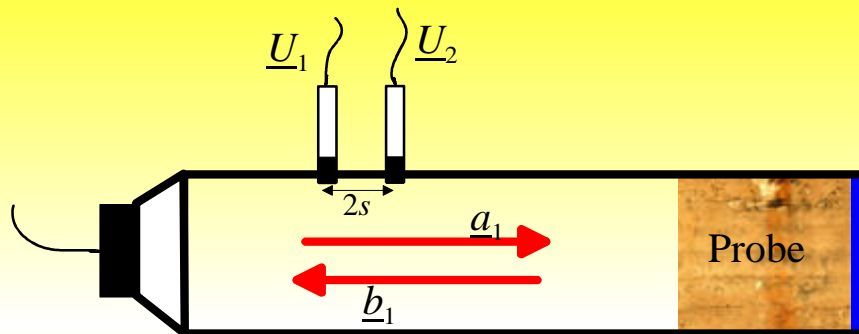
25.03.1998  
DAGA 98

D798PEY.010

# Wellenfluß in einer homogenen Wand

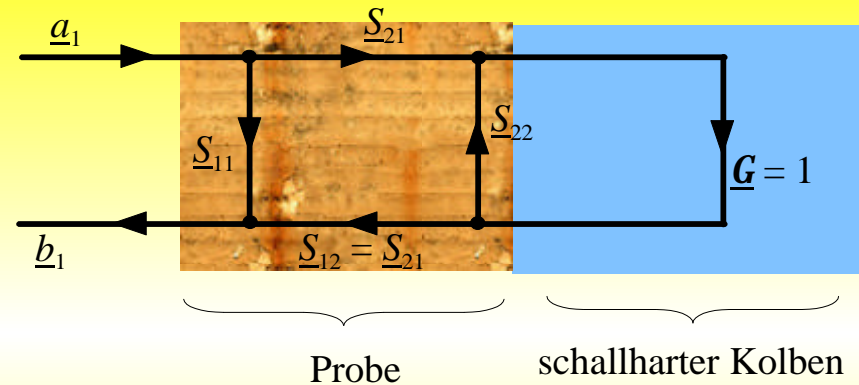


# Kundtsches Rohr



$$a_1 \sim \frac{U_1 e^{jks} - U_2 e^{-jks}}{2j\sqrt{Z} \sin(2ks)} \quad b_1 \sim \frac{U_2 e^{jks} - U_1 e^{-jks}}{2j\sqrt{Z} \sin(2ks)}$$

## Masongraph:



gemessener  
Reflexionsfaktor:

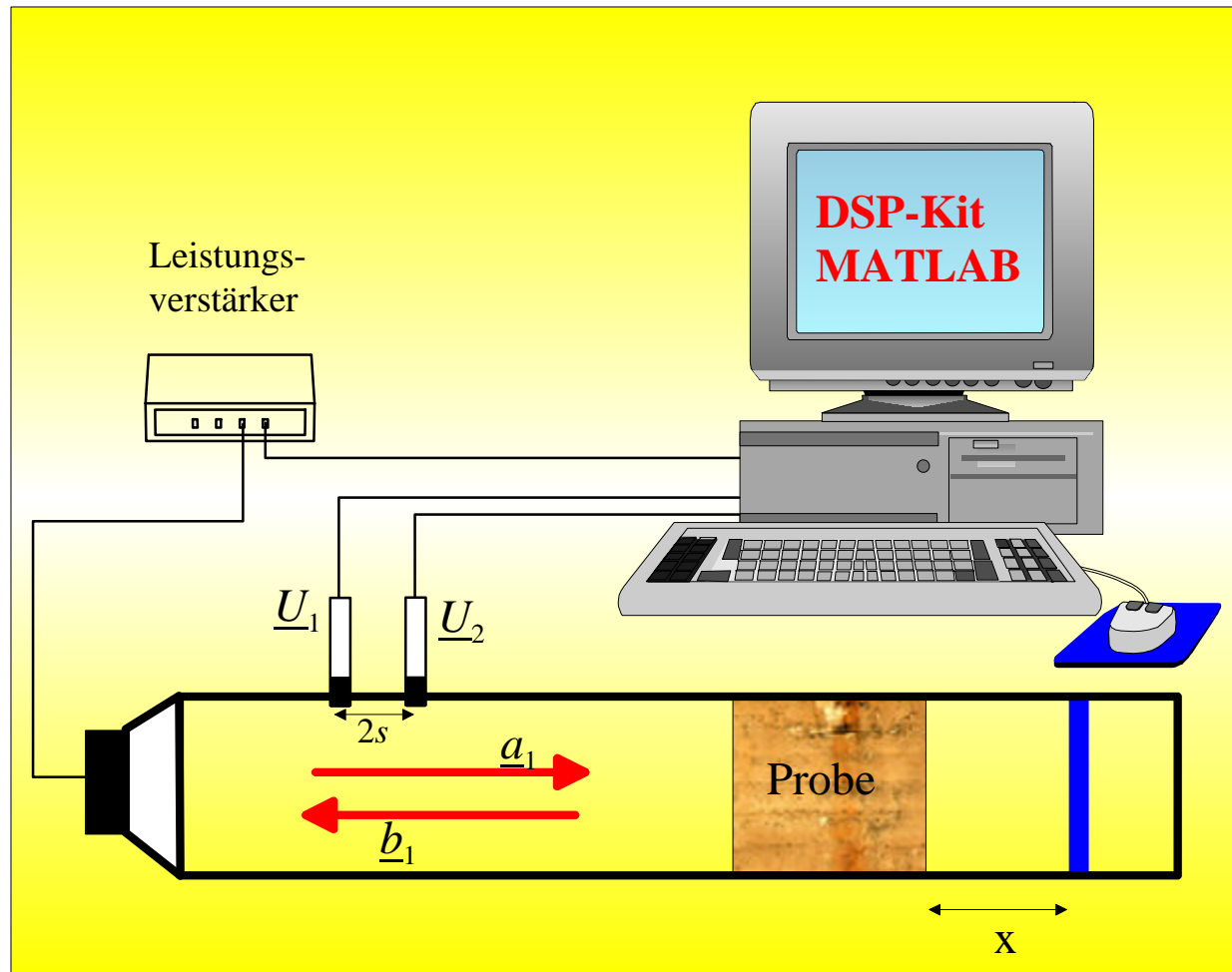
$$S_{tot} = \frac{b_1}{a_1} = S_{11} + \frac{S_{21}^2}{1 - S_{22}}$$

Absorptionsgrad:

$$a_{Kundt} = 1 - |S_{tot}|^2$$



# Kundtsches Rohr mit Luftschicht



# Meßaufbau



(c) MEODAT GmbH 1998  
Tel.: 03677-668645 Fax: -668655



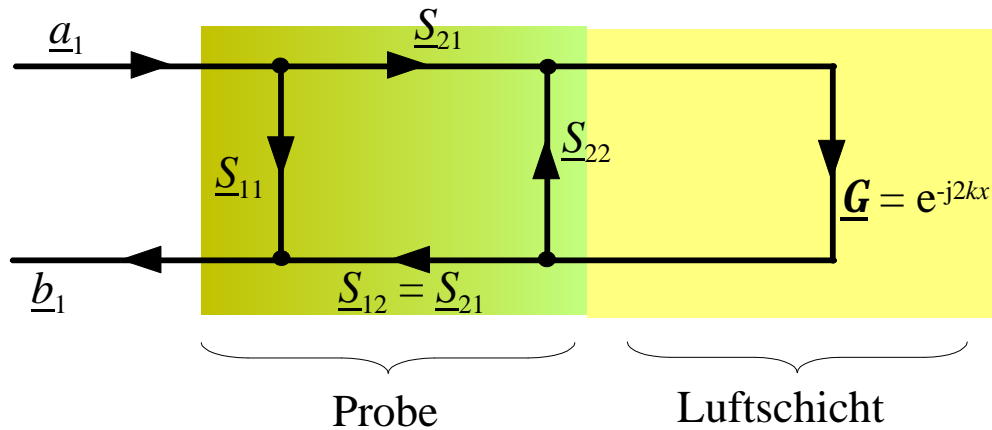
Technische Universität Ilmenau  
Fakultät EI, Fachgebiet EMT

25.03.1998  
DAGA 98

D798PEY.010

# Kundtsches Rohr mit Luftschicht

Masongraph:



$$\underline{S}_{tot,n} = \frac{\underline{b}_1}{\underline{a}_1} = \underline{S}_{11} + \frac{\underline{S}_{21}^2 \cdot \underline{G}_n}{1 - \underline{S}_{22} \underline{G}_n}$$

$$\underline{R} = \frac{\underline{S}_{tot} \cdot \underline{C}^*}{\underline{C} \cdot \underline{C}^*}$$

$$\underline{R} = \begin{vmatrix} \det \underline{S} & \underline{S}_{11} & -\underline{S}_{22} \end{vmatrix}$$

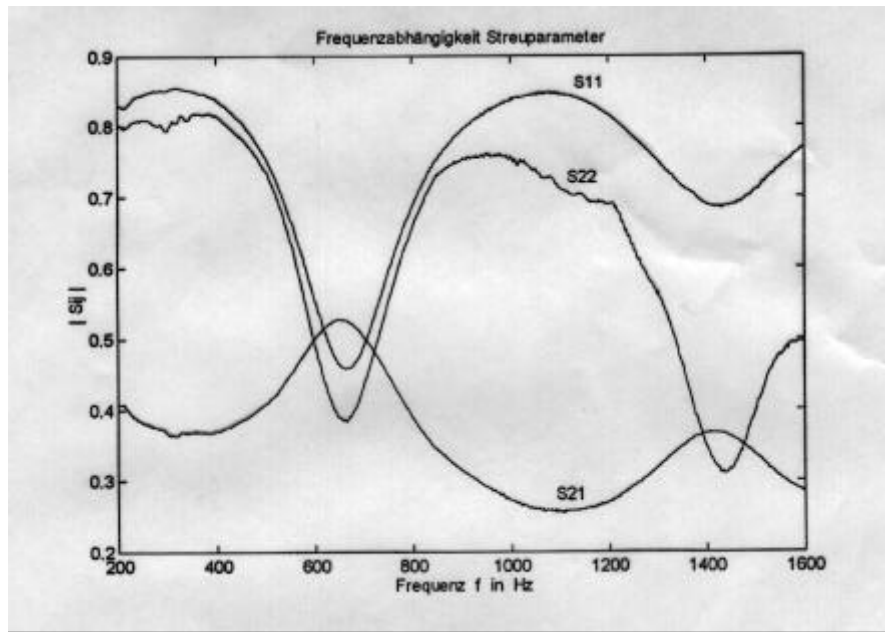
mit

$$\underline{C} = \begin{vmatrix} \underline{G}_{11} & \underline{G}_2 & \dots \\ 1 & 1 & \dots \\ -\underline{S}_{tot,1} \underline{G}_1 & -\underline{S}_{tot,2} \underline{G}_2 & \dots \end{vmatrix}$$

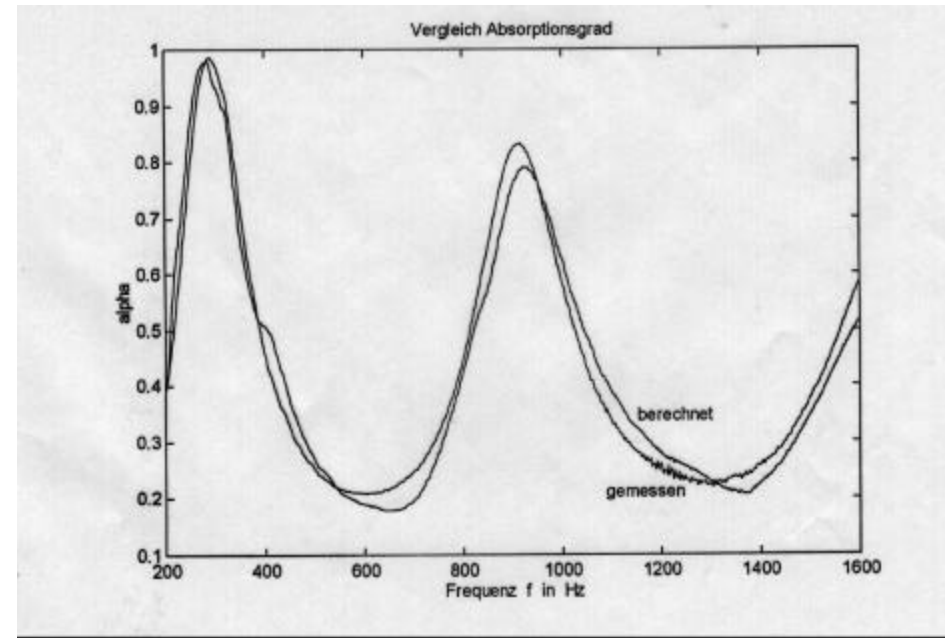
$$\underline{S}_{tot} = \begin{vmatrix} \underline{S}_{tot,1} & \underline{S}_{tot,2} & \dots \end{vmatrix}$$



# Beispiel: Leichtbeton



Betrag aller Streuparameter

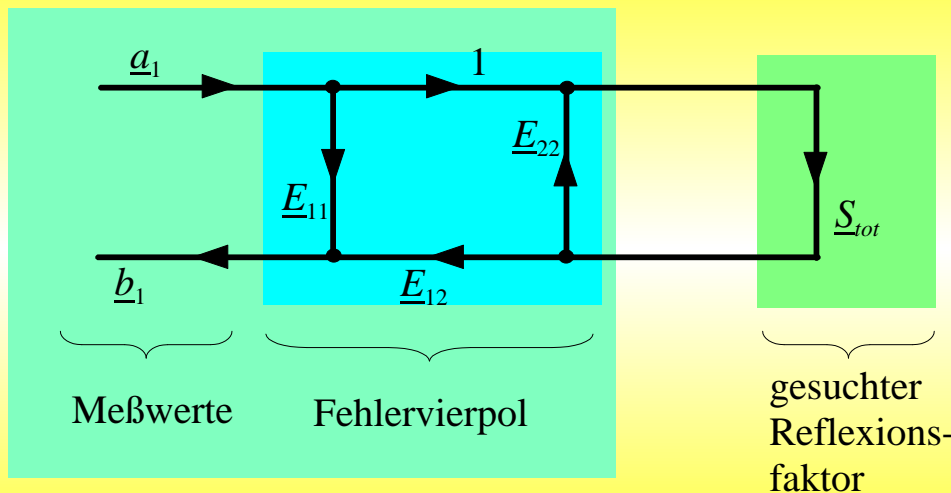


Gegenüberstellung beider Methoden



# 3-Term-Fehlermodell

Kundtsches Rohr mit systematischen Fehlern



Mikrophonvertauschung: nur  $\underline{E}_{12}$  wird berücksichtigt

$$\underline{S}_M = \frac{b_1}{a_1} \quad \text{verfälschter Meßwert}$$

**korrigierter Meßwert**

$$\underline{S}_{tot} = \frac{\underline{S}_M - \underline{E}_{11}}{\underline{E}_{22}\underline{S}_M + \underline{E}_{12} - \underline{E}_{11}\underline{E}_{12}}$$



# Zusammenfassung

- ▶ Durch Verwendung einer Luftschicht zwischen Probe und Kolben wird es möglich, **alle Streuparameter** einer Materialprobe zu bestimmen.
- ▶ Für die Experimentalvorrichtung wurde ein **kommerzielles Impedanzmeßrohr** verwendet.
- ▶ Signalerzeugung, -erfassung und -verarbeitung lassen sich sehr einfach mit dem **DSP-KIT unter MATLAB** realisieren.
- ▶ Aus Gründen der Meßgeschwindigkeit und Störsicherheit ist als Testsignal der **Multisinus** zu bevorzugen.
- ▶ Die Meßmethode erlaubt die **vollständige Bestimmung der systematischen Fehler** des Kundtschen Rohres.
- ▶ Aus den Streuparametern können **Absorption und Dämpfung** für verschiedene Bedingungen bestimmt werden (frei stehendes Material, Material vor schallharter Wand, Materialschichtungen)

