

VIII.4
BAM

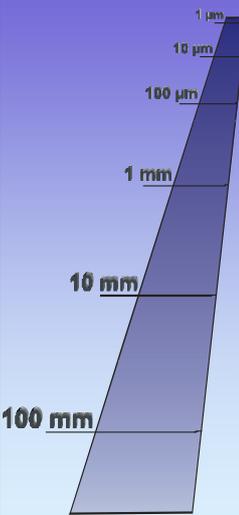
Ultraschallverfahren – Bewährte Lösungen und neue Technologien in Forschung und Produktion

Marc Kreuzbruck
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, BAM Berlin
Fachgruppe VIII.4, Akustische und Elektromagnetische Verfahren



DGZFP Jahrestagung 2010, 10. Mai, Erfurt

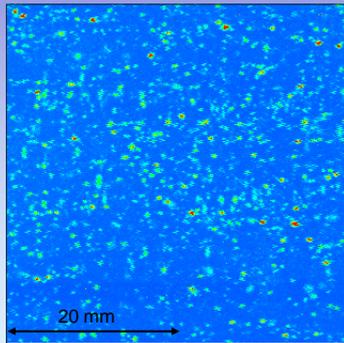
VIII.4
Überblick
BAM



1. Tauchtechnik – Detektion kleinster Reflektoren, für die Reinheitsgradbestimmung
2. Phased Array – Beispiel aus der Stangenprüfung
3. SAFT- Beispiele für eine verbesserte Bildgebung
4. Kurzer Vergleich mit TOFD
5. Anregung geführter Wellen in Platten mittels Gruppenstrahlertechnik
6. Luftultraschall

Prüfkopf: 25 MHz – 2“
 Fokusschlauch im Stahl: 9 mm
 Fokuspunkt: 0,5 mm

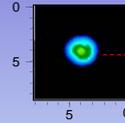
Referenzreflektor:
 FBB > ø 110 µm wird **Rot** angezeigt



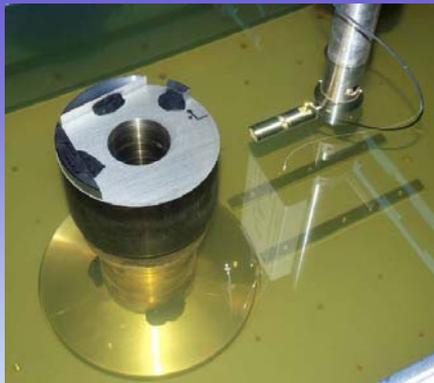
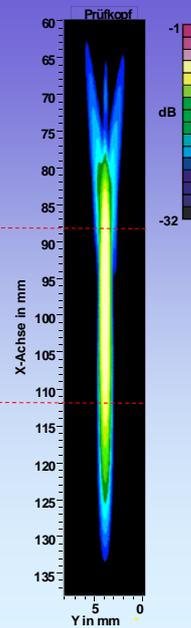
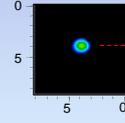
C-Bild einer Stahlprobe (Raster 0,2 x 0,2 mm²)
 (Volumen: 40 x 40 x 8,5 mm³)

Schallfeldmessung:
 Prüfkopf: 10 MHz / 4“
 (Komposit)

Schnitt bei 88 mm

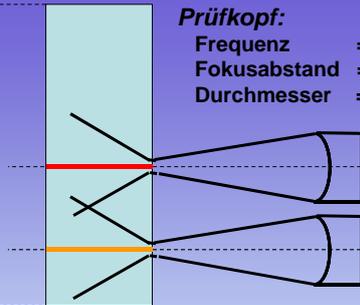


Schnitt bei 112 mm

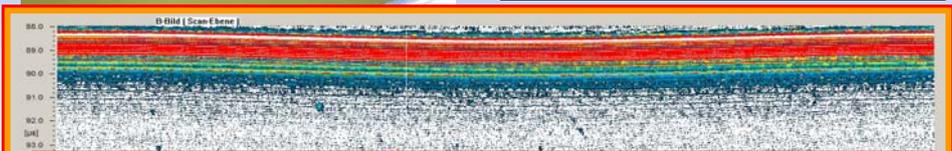


Prüfkopf:

Frequenz = 10 MHz
 Fokusabstand = 100 mm
 Durchmesser = 10 mm



Positionierung 0,1 mm
 Amplitudenbewertung 80%KSR 0,125 mm



Die ZfP mit Ultraschall ist unter optimierten Randbedingungen an diesen Teilen in der Lage, hochauflösend Positions- und Fehlergrößen zu liefern, die bis in die Größenordnung der Reifebestimmung gehen.

VII.4 **1. UT- und CT- Messung an ausgewählter Anzeige** **BAM**

*Di.2.B.1, Dirk Gohlke
10:40 Uhr*

größte Anzeige

Würfelausschnitt

C-Bild

605
600
595
590
585

y - Achse [mm]

230 235 240 245 250

x - Achse [mm]

P297a

BAM
Computertomographie
3456 ICE 297a

Fehlstelle 1 Y: 2.39 mm

Fehlstelle 1 X: 5.59 mm

Fehlstelle 1 Länge: 0.63 mm

metallografische Zielpräparation
nachgewiesener Einschluss in Probe 297a.

50 µm

VII.4 **Stangenprüfung mit UT-Gruppenstrahlertechnik** **BAM**

KARL DEUTSCH

Prüfkonzept für die automatisierte Prüfung

Sensor-Array **Sensor-Array**

➤ Viertelschalenarray mit 128 Elementen, 5 MHz, 0,84 mm Elementabstand

➤ Laufzeitsteuerung von 16, 24 oder 32 Elementen einer Strahleranordnung

➤ Elektronischer Schallbündelversatz („virtuelle Prüfköpfe“)

➤ Elektronische Schallfeldsteuerung

➤ Signifikante Verringerung der erforderlichen Prüfköpfe und der Umrüstzeiten

Mi.4.A.1, Gottfried Schenk, 13:20 Uhr

➤ Temperatureinflusses

➤ Geradheitsabweichungen

➤ Ovalitätsabweichungen

➤ Anpassung der Verzögerungszeitbelegung

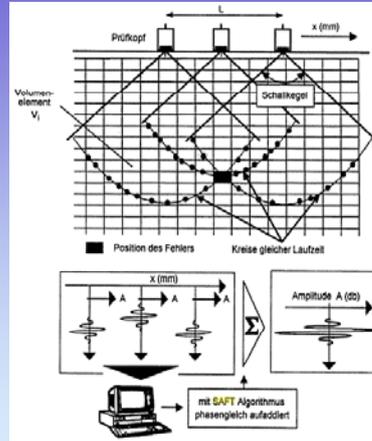
SAFT Motivation:

I. Verbesserung des Signal-Rausch-Abstandes

1. Reflektivität zuverlässiger bestimmen
Durch verbessertes SNR kann der Fehler bei geringen Amplituden und die damit verbundene Abschätzung der Kreisscheibe sicherer vorgenommen werden.
2. Sichtbarmachung von Reflektoren, die ansonsten im A-Bild nicht erkennbar wären

II. Verbesserung der Ortsauflösung

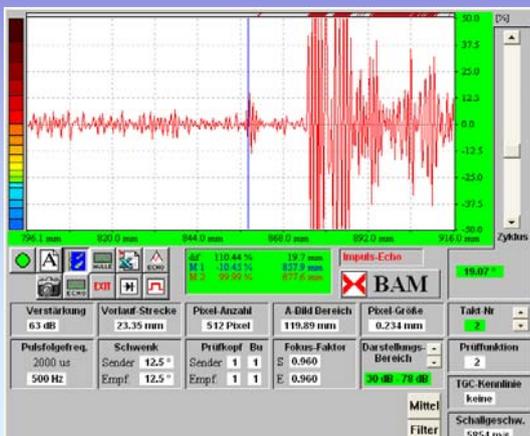
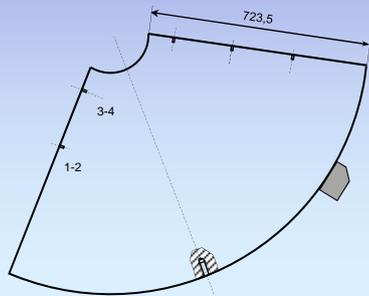
3. Eventuell räumliche Trennung von Poren Nestern
5. Fehlergrößenbestimmung durch Rissspitzenortung
4. Für $d > \lambda$ ergibt sich auch eine zuverlässigere Fehlergrößenbestimmung durch die Halbwertschere

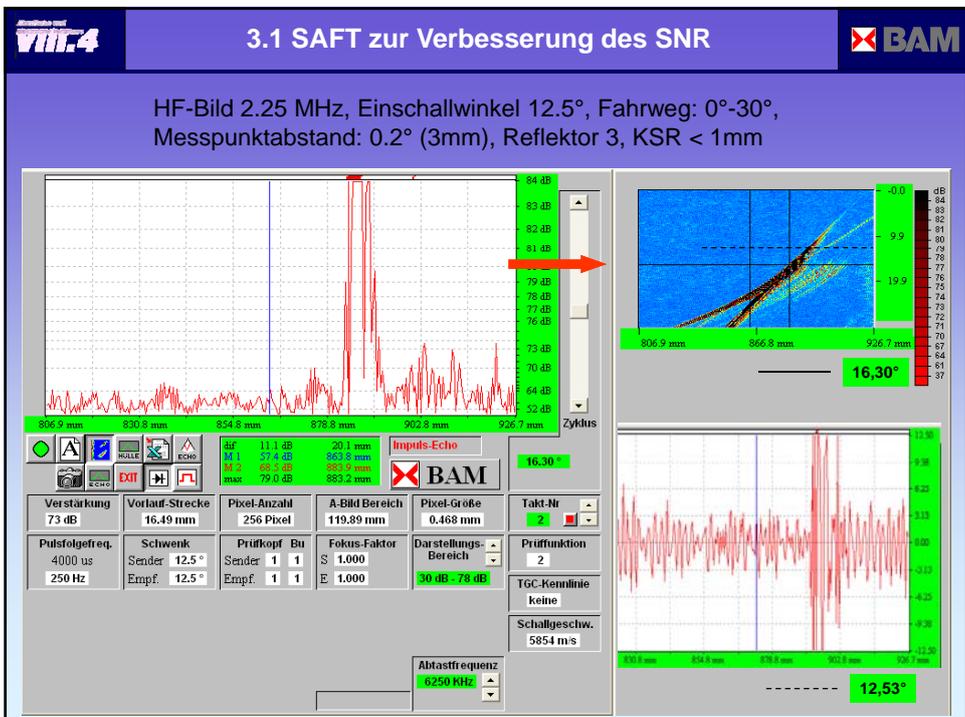
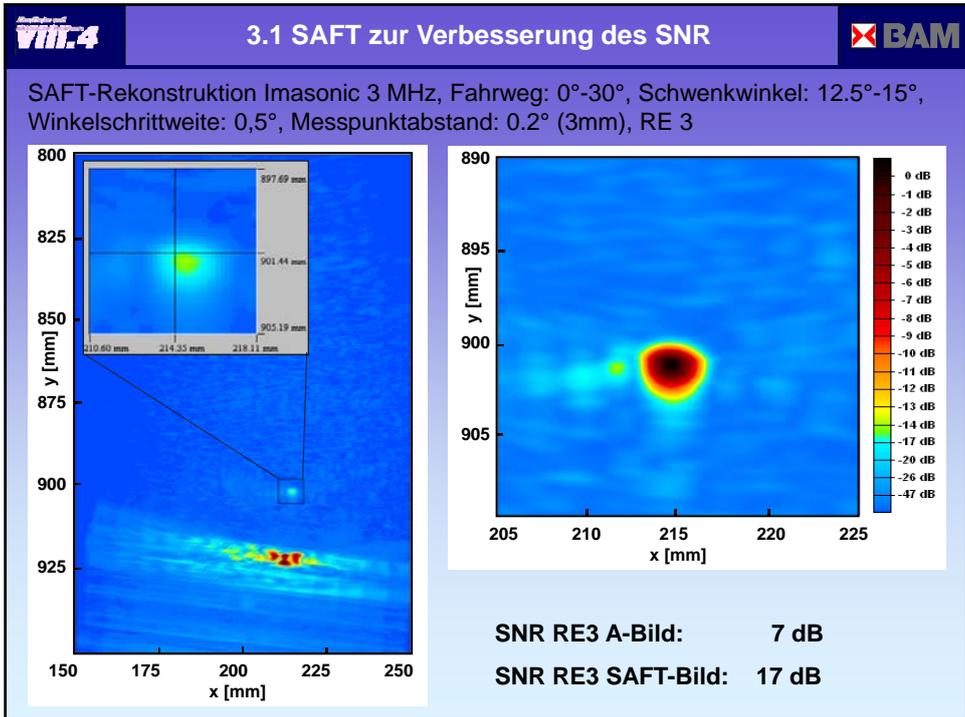


Prinzip SAFT - Rekonstruktion

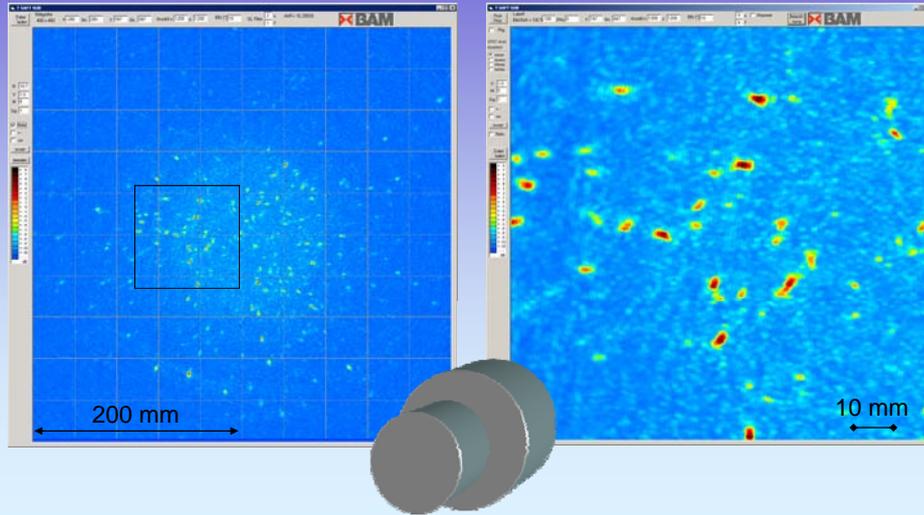


HF-Bild 3 MHz, Einschallwinkel 12.5°,
Fahrweg: 0°-30°, Messpunktabstand: 0.2° (3mm),
Reflektor 3, KSR < 1mm





SAFT-Daten, Siemens-Testkörper 4D290,
 Turbinenwelle, Da = 1600 mm, L = 810 mm, Ausschnitt aus Kernbereich



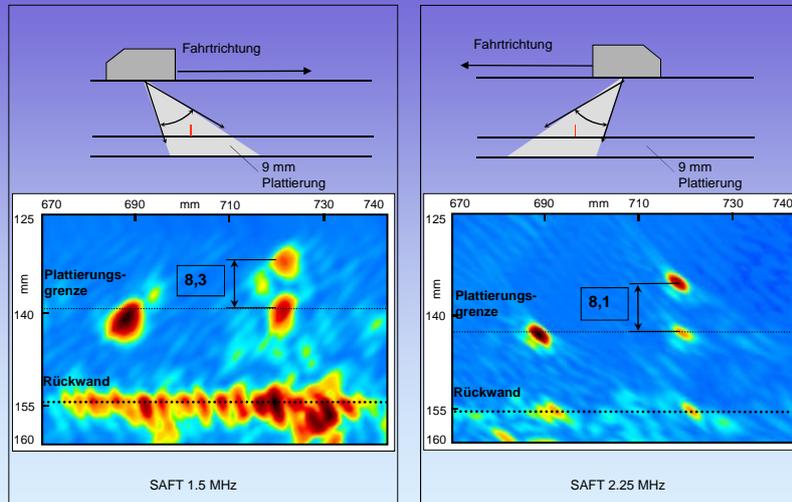
AKW Paks, Ungarn



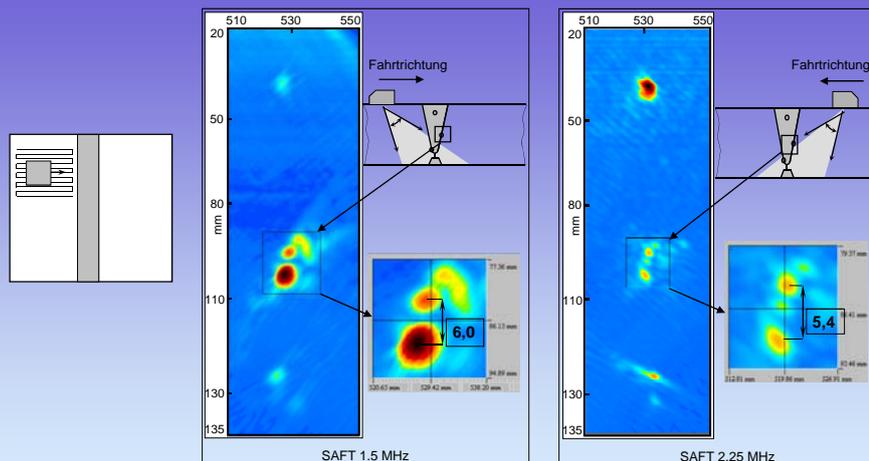
Gruppenstrahlerprüfkopf 1.5 MHz



plattierte Druckbehältertestwand, Messaufbau

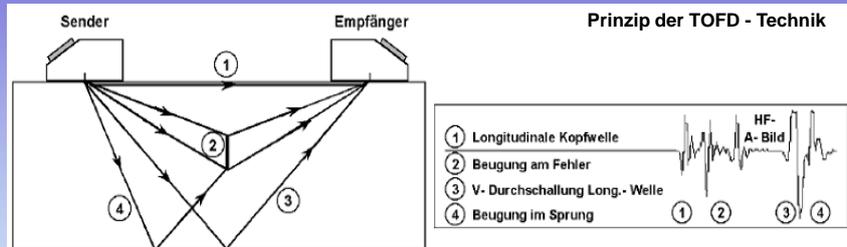


SAFT - Rekonstruktion: 8 mm tiefe Nut im Plattierungsbereich

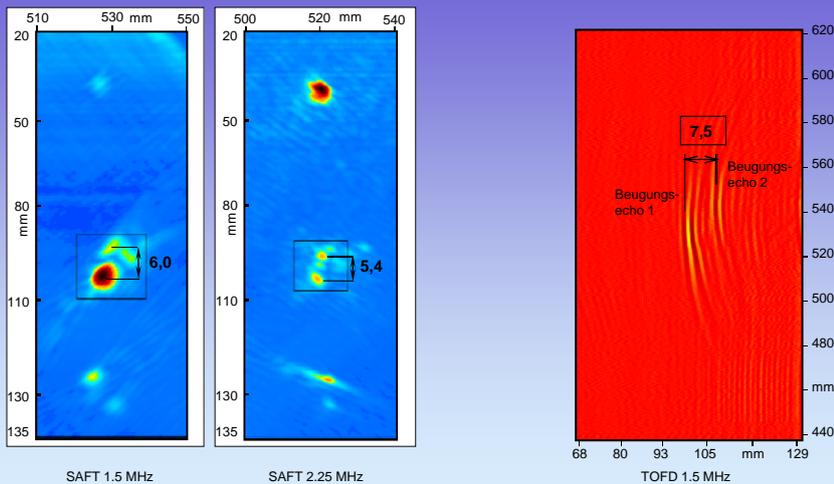
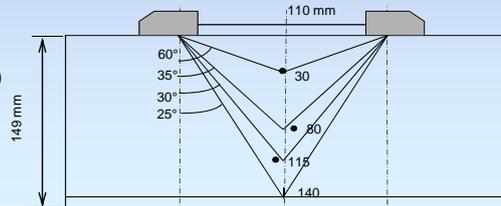


SAFT - Rekonstruktion 5 mm Keramikscheibe in Schweißnahtflanke

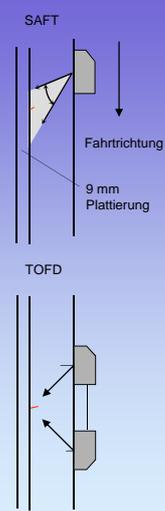
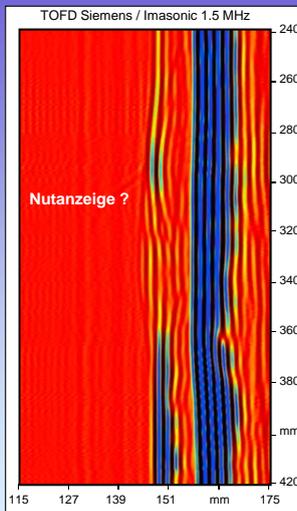
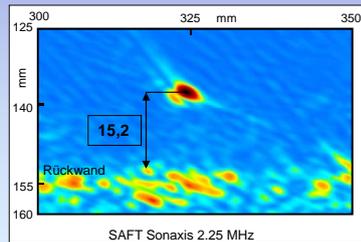
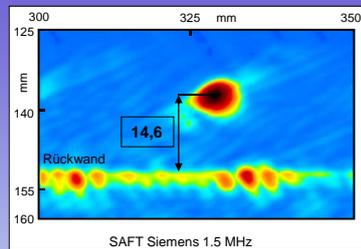
- V - Durchschallung mit zwei Winkelprüfköpfen
- aus Laufzeiten wird Tiefenlage der Reflektoren ermittelt
- Fehlergrößenbestimmung aus Laufzeitunterschied



Einschallwinkel für Tiefenbereiche der Defekte (30, 80, 115, 140 mm) angepaßt



Keramikscheibe in der Schweißnaht, 5 mm im Durchmesser



Reflektor 15, 6 mm tief im ferritischen Grundwerkstoff, 60°

Vorteile TOFD

- Bestimmung von Lage und ggf. Größe in einer Messfahrt bei dünnwandigen Bauteilen, hohe Prüfgeschwindigkeit möglich

Nachteile TOFD

- Zugang von beiden Seiten der Schweißnaht erforderlich
- tote Zone nahe der Oberfläche und der Gegenfläche von ca. $2 \cdot \lambda$
- Fehlergrößenbestimmung nur bei sehr großen Reflektoren zuverlässig möglich.

Vorteile SAFT

- verbessertes SNR und erhöhte Ortsauflösung
- berechnete SAFT - Rekonstruktionen leichter zu interpretieren
- Zuverlässigere Fehlergrößenbestimmung

Nachteile SAFT

- große Rohdatenmenge, eher als Analyseverfahren geeignet

5. Anregung geführter Wellen in Platten mittels Gruppenstrahlertechnik

Phasengeschwindigkeit

Anregungswinkel

Stand der Technik:

- Tiefe Frequenzen – Single Mode Excitation
- Nur eine Mode angeregt
- Keine Moden-Umwandlung

Nachteile:

- Interaktion ist abhängig von Mode, Frequenz, Fehlertyp und Ausrichtung

Problemstellung:

- Selektive Modenanregung und -empfang
- Elektronische Steuerung der Modenanregung

Lösungsansatz:

- Verwendung der Gruppenstrahlertechnik
- Modenauswahl ohne mechanische Einstellungen (Transducer set-up)

5. Experimente zur selektiven Modenanregung

$S_0 - 53^\circ$

$A_0 - 72^\circ$

$A_1/S_1 - 26^\circ$

$$STFT(u, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot g(t-u) \cdot e^{-j\xi t} dt$$



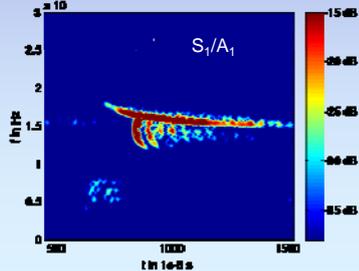
Flachbodenbohrung

- Durchmesser: 1 mm
- Tiefe: 0.6 mm
- Schwenkwinkel: 0...72° (1°-Schritte)
- Impuls/Echo

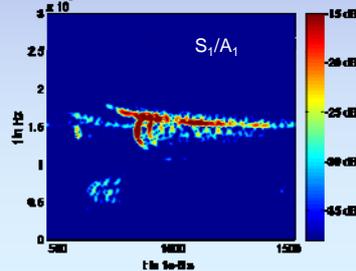
Beste Ergebnisse mit: A_1



Fehlerfreie Platte ($\beta = 25^\circ, r = 1.1m$)



Platte mit Bohrung ($\beta = 25^\circ, r = 1.1m$)



Besten Dank an die Mitarbeiter der Fachgruppe VIII.4

Insbesondere an	
Thomas Heckel, Dirk Gohlke	AG VIII.43
Gottfried Schenk	AG VIII.41
Jessica Kitze, Gerhard Brekow, Daniel Brackrock	AG VIII.42
Rainer Böhm, Jens Prager	AG VIII.42
Christian Klinger	V.3
Jürgen Goebels	AG VIII.51

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !