

Bild A1: Cs-Proben nach ASTM E 813-89 für Einzel- und Vielprobenprüfmaschinen

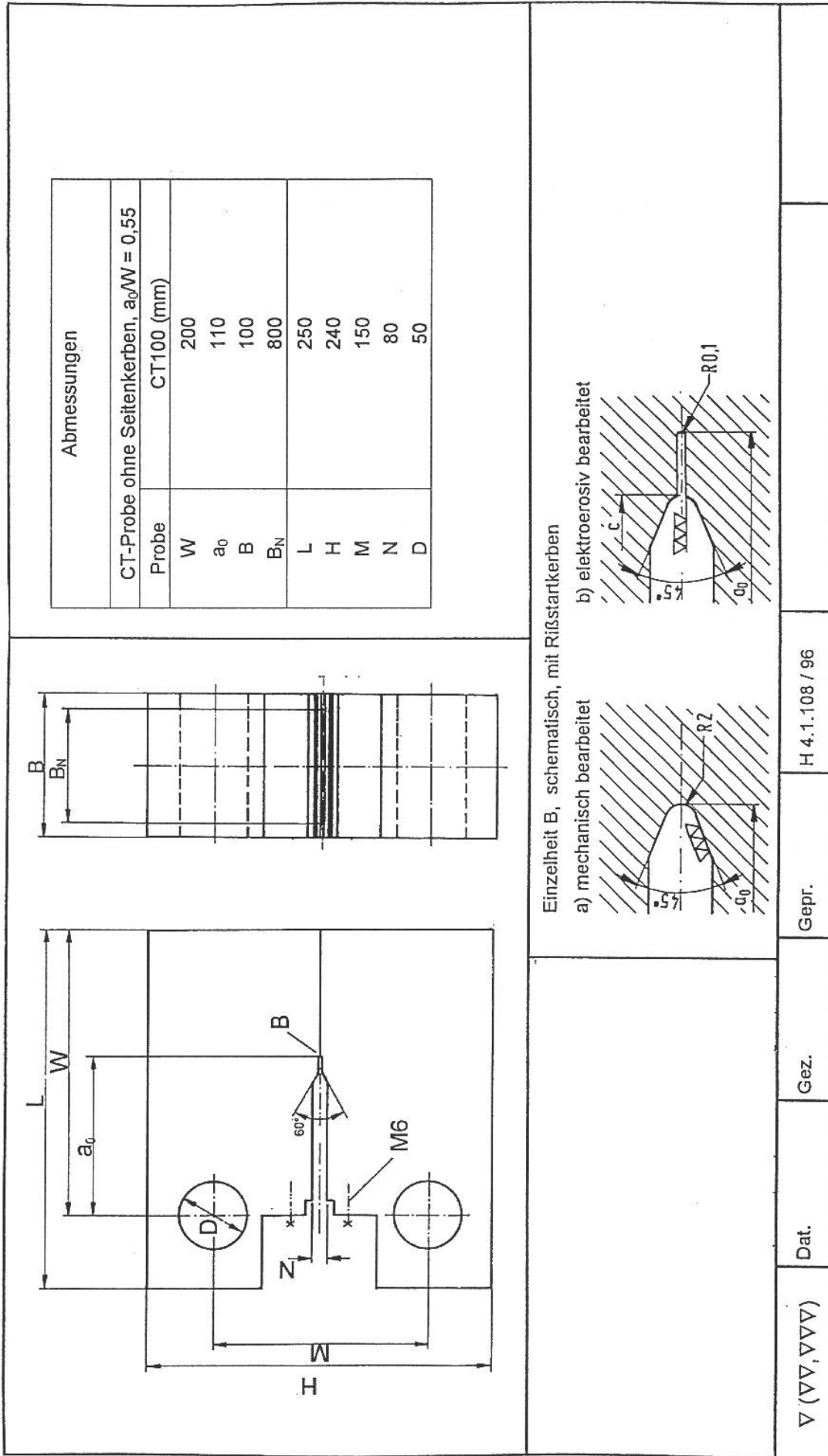


Bild A2: CT100-Probe ohne Seitenkerben für Kriechrissuntersuchungen

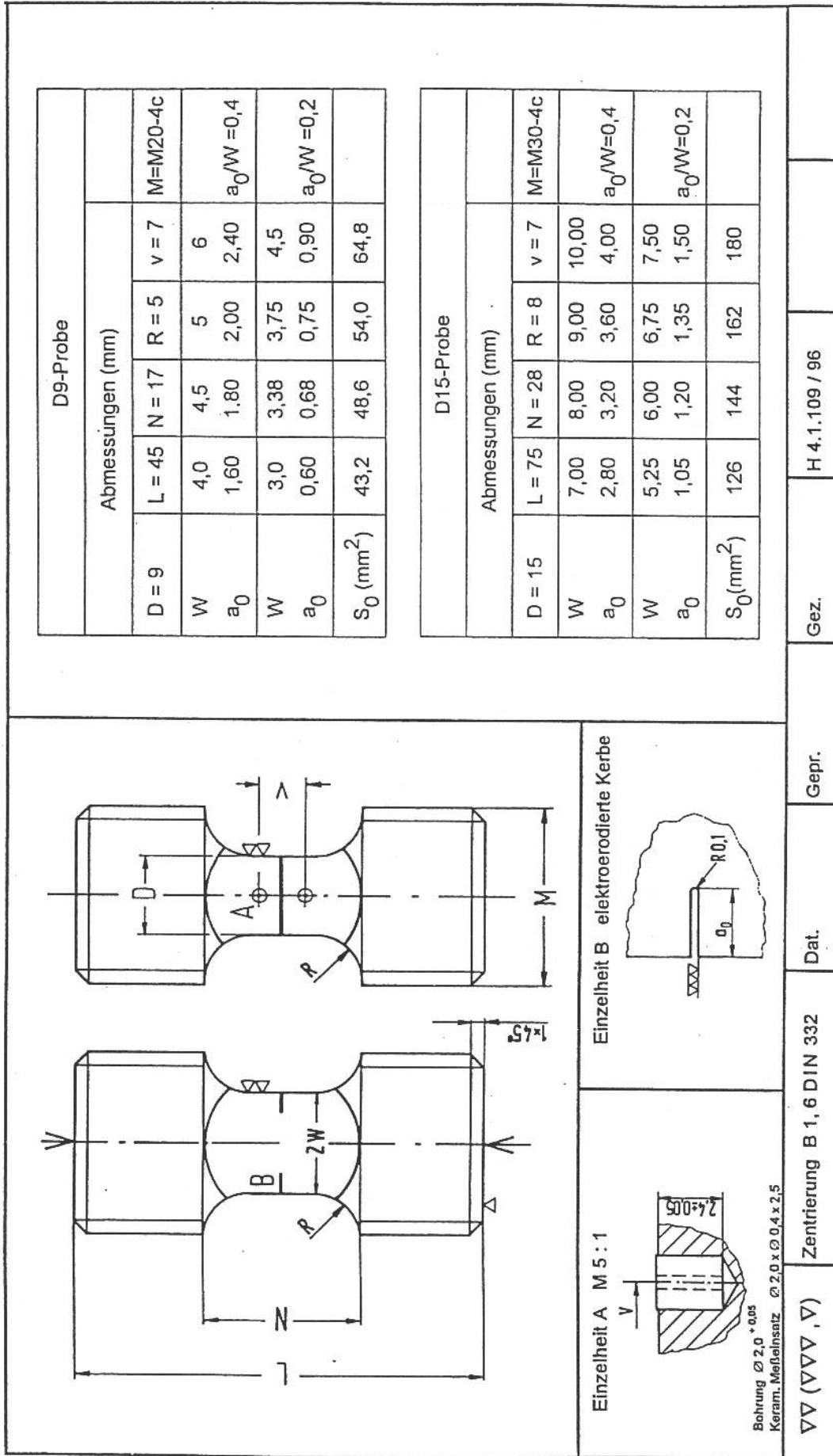


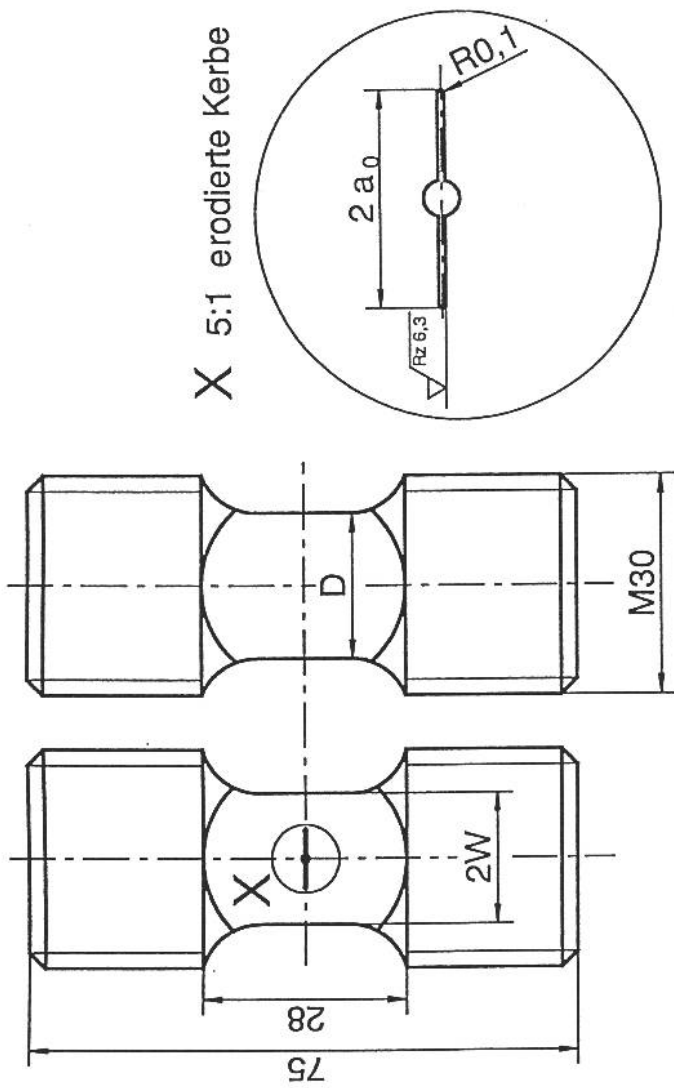
Bild A3: DENT-Proben, Typ 63 für Einzel- und Vielprobenprüfmaschinen

| | | D30-Probe | D60-Probe | |
|--------------------------|--|------------------|-----------|---------------|
| | | Abmessungen (mm) | | |
| D | | 30 | 60 | |
| L | | 180 | 300 | |
| N | | 102 | 116 | |
| R | | 20 | 20 | |
| M | | M64x4 | M120x4 | |
| W | | 22,5 | 50 | |
| a_0 | | 2,2 | 5,0 | $a_0/W = 0,1$ |
| | | 4,5 | 10,0 | $a_0/W = 0,2$ |
| | | 9,0 | 20,0 | $a_0/W = 0,4$ |
| S_0 (mm ²) | | 1218 | 2700 | $a_0/W = 0,1$ |
| | | 1080 | 2400 | $a_0/W = 0,2$ |
| | | 810 | 1800 | $a_0/W = 0,4$ |

Einzelheit B elektrorodierte Kerbe

| | | | | | |
|-------------|----------------------------|------|-------|------|----------------|
| ∇∇ (∇∇∇, ∇) | Zentrierung B 1, 6 DIN 332 | Dat. | Gepr. | Gez. | H 4.1.109 / 96 |
|-------------|----------------------------|------|-------|------|----------------|

Bild A4: Großproben vom Typ D30 und D60 für Einzelprüfmaschinen



X 5:1 erodierte Kerbe

| | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|-------|-------------|
| W (mm) | 7,00 | 8,00 | 9,00 | 10,00 | D=15 mm |
| a_0 (mm) | 2,80 | 3,20 | 3,60 | 4,00 | $a_0/W=0,4$ |
| W (mm) | 5,25 | 6,00 | 6,75 | 7,50 | D=15 mm |
| a_0 (mm) | 1,05 | 1,20 | 1,35 | 1,50 | $a_0/W=0,2$ |
| S_0 (mm ²) | 126 | 144 | 162 | 180 | |

Bild A5: CNT-Probe

Beanspruchung: Ermüdungsrissversuch

Probe: B33-2

Prüftemperatur ϑ : 550 °C

Typ: Cs25

Frequenz f : $5 \cdot 10^{-2}$ Hz

Werkstoff: 30CrMoNiV4-11

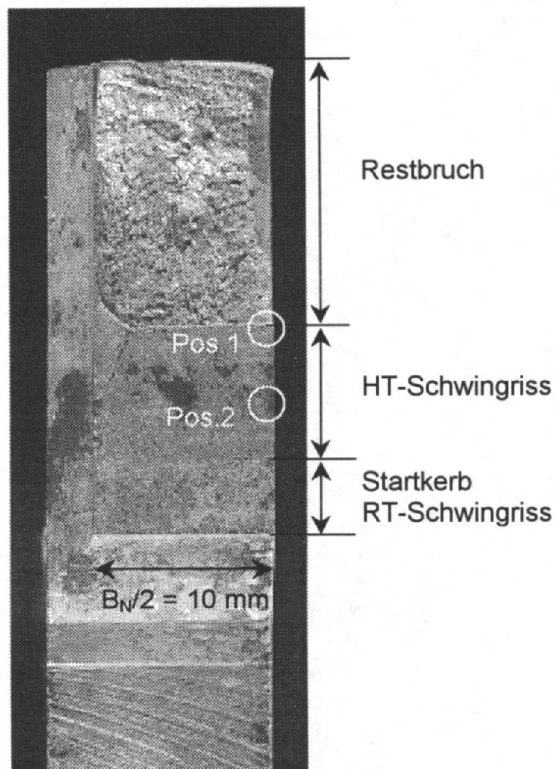
Anrissdauer t_A : 13 h

Bild A6.1:
Übersichtsaufnahme der
Bruchfläche

Pos. 1:
 $K_I = 33,9 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$
 $t = 51 \text{ h}$

Pos. 2:
 $K_I = 20,8 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$
 $t = 13 \text{ h}$

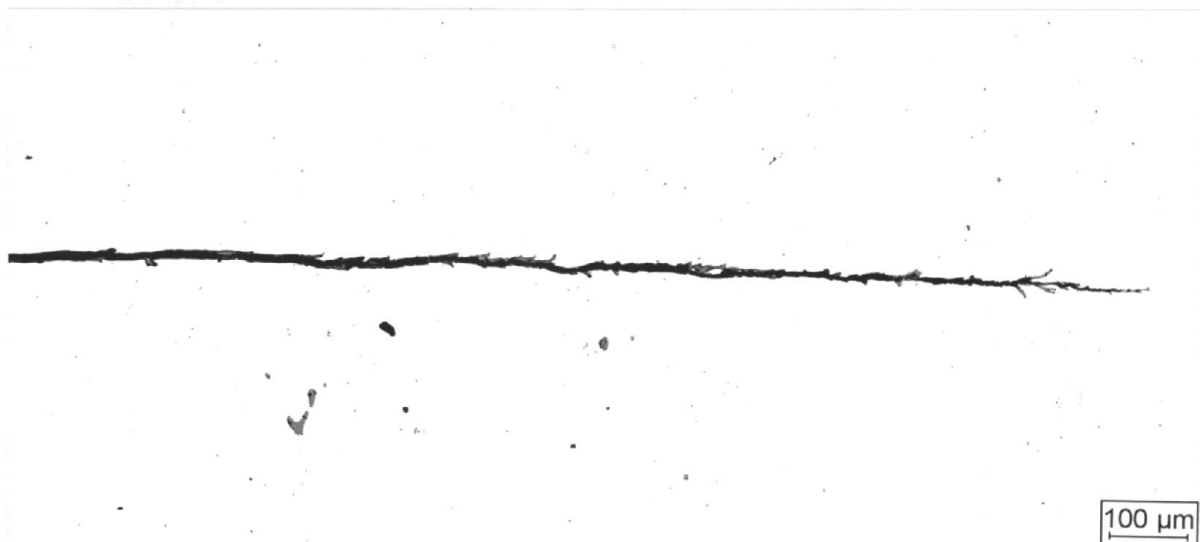


Bild A6.2: Transkristalline Rissausbreitung im ungeätzten Querschliff

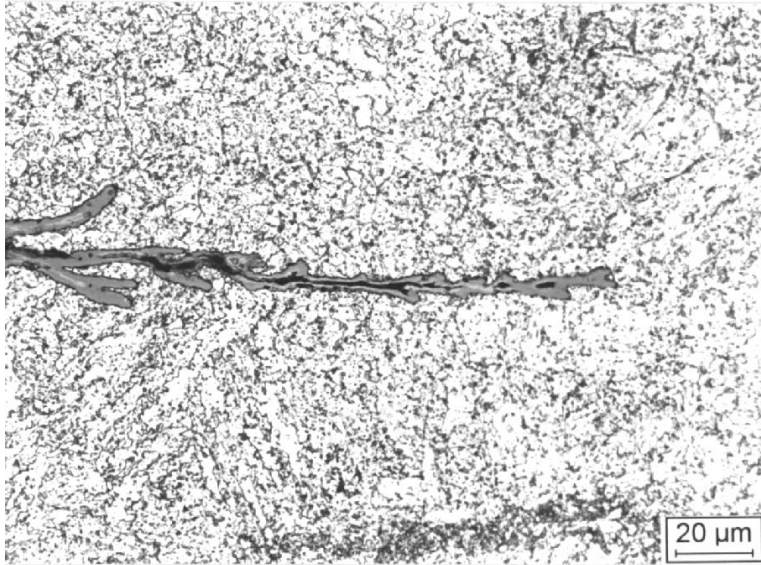


Bild A6.3

Vergrößerung aus Bild
A6.2, Rissverlauf an Pos. 1

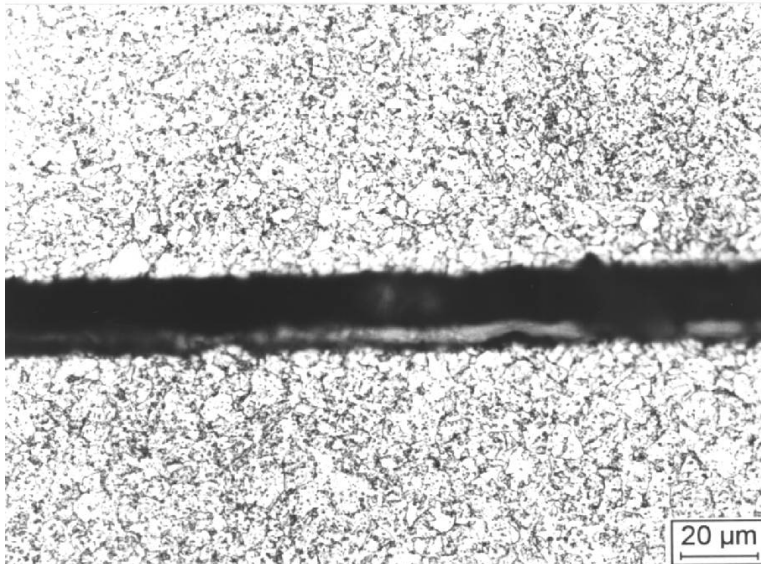


Bild A6.4

geätzter Schliff, Ausschnitt
aus Bild A6.2, Pos. 2

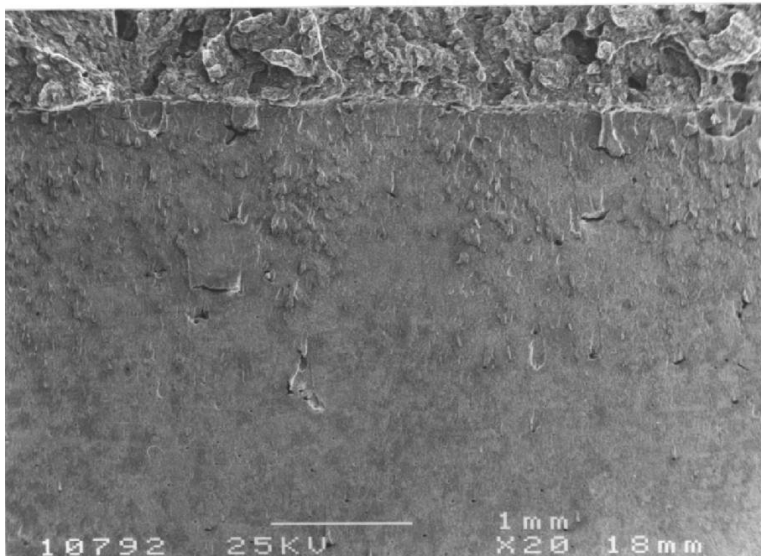


Bild A6.5

Rasterelektronen-
mikroskopische Übersicht
der Bruchfläche,
Rissverzweigungen treten
mit zunehmender
Risslänge häufiger auf,
resultierend aus dem
Anstieg der
Spannungsintensität

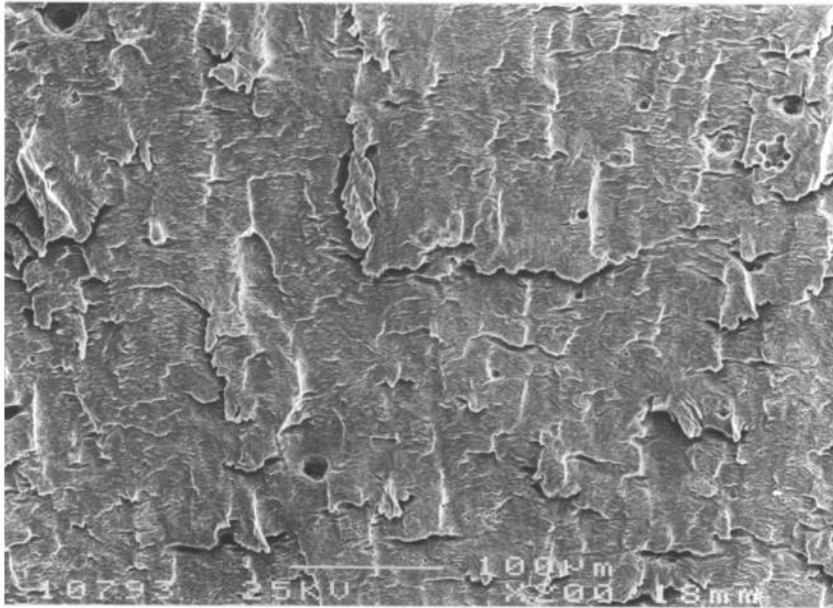


Bild A6.6

Vergrößerung aus Bild
A6.5, transkristalliner
Rissverlauf

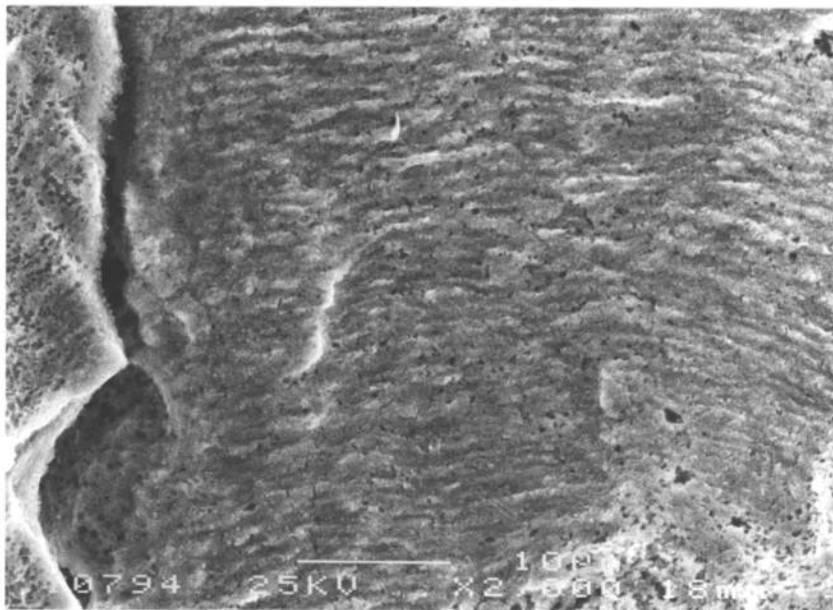


Bild A6.7

Vergrößerung aus Bild
A6.6, Schwingstreifen auf
der Bruchfläche mit
mittlerem Abstand von 1 –
3 µm

Beanspruchung: Ermüdungsrissversuch

Probe: Xa23c3

Prüftemperatur ϑ : 600 °C

Typ: Cs25

Frequenz f : $5 \cdot 10^{-2}$ Hz

Werkstoff: X10CrMoVNb9-1

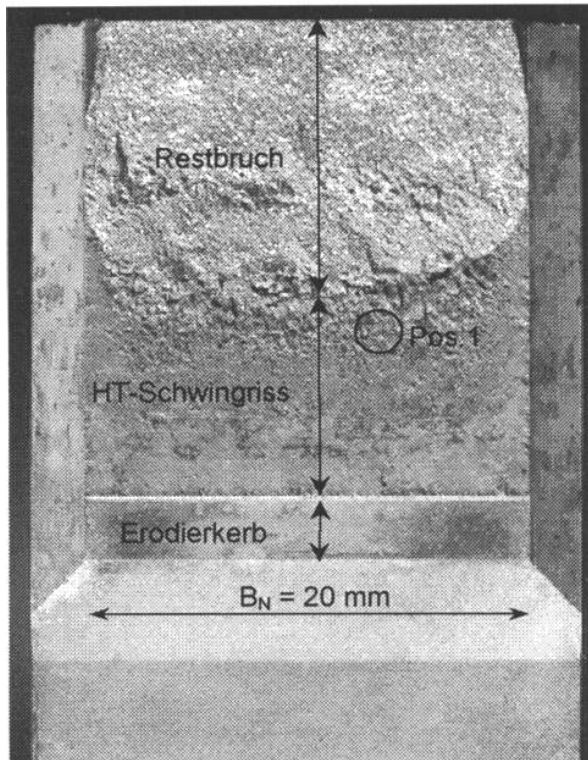
Anrissdauer t_A : 94 h

Bild A7.1:

Übersichtsaufnahme der
Bruchfläche

Pos. 1:

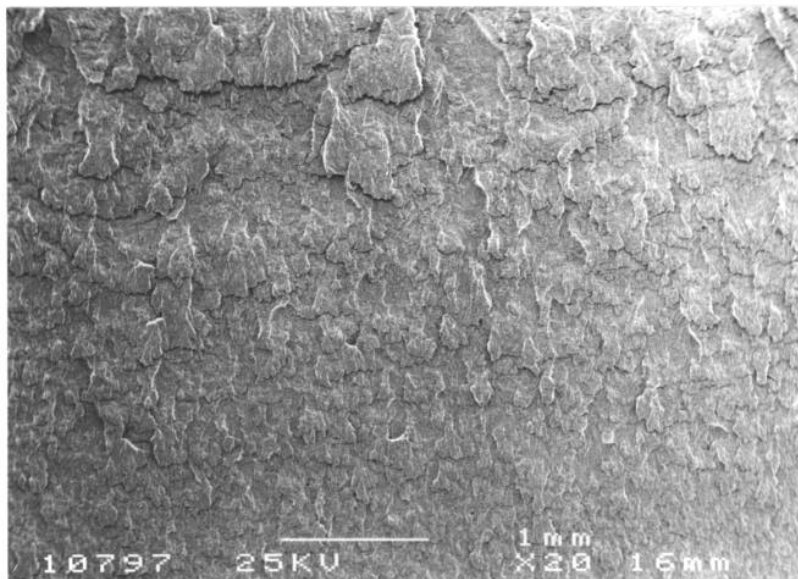
 $K_I = 30 \text{ Mpa}\sqrt{\text{m}}$ $t = 400 \text{ h}$ 

Bild A7.2:

Bruchfläche im REM,
Transkristalline Rissaus-
breitung nach zyklischer
Beanspruchung

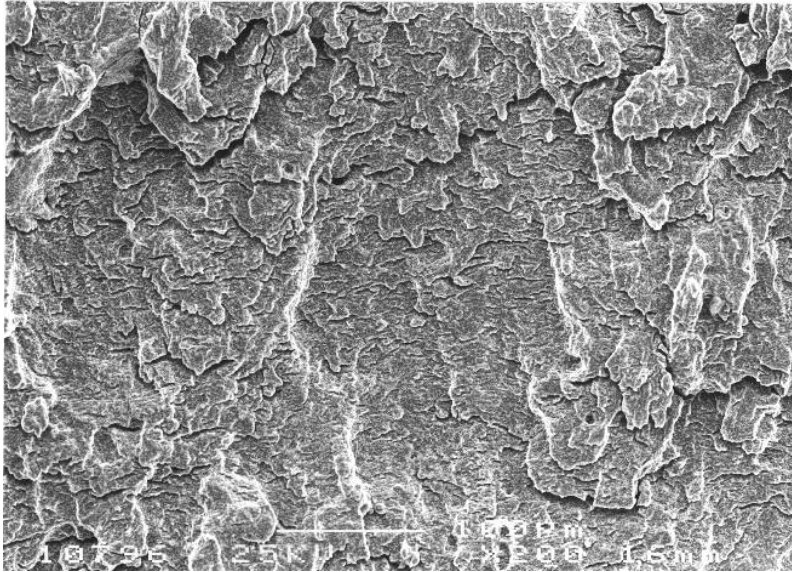


Bild A7.3:

Vergrößerung aus Bild
A7.2, Schwingstreifen sind
unter festhaftenden
Oxidbelänge nicht
erkennbar

Beanspruchung: Kriechermüdrungsversuch

Probe: 7a4c8

Prüf­temperatur ϑ : 550 °C

Typ: Cs25

Frequenz f : $2,6 \cdot 10^{-3}$ Hz

Werkstoff: 30CrMoNiV4-11

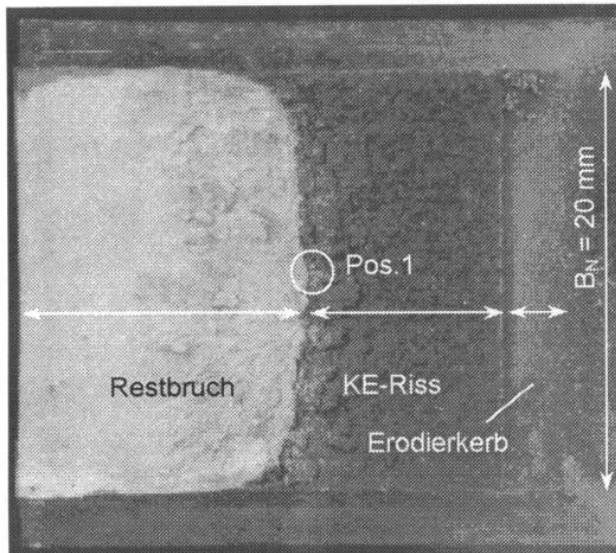
Haltezeit t_H : 0,1 hAnrissdauer t_A : 412 h

Bild A8.1

Übersichtsaufnahme der Bruchfläche

Pos. 1:

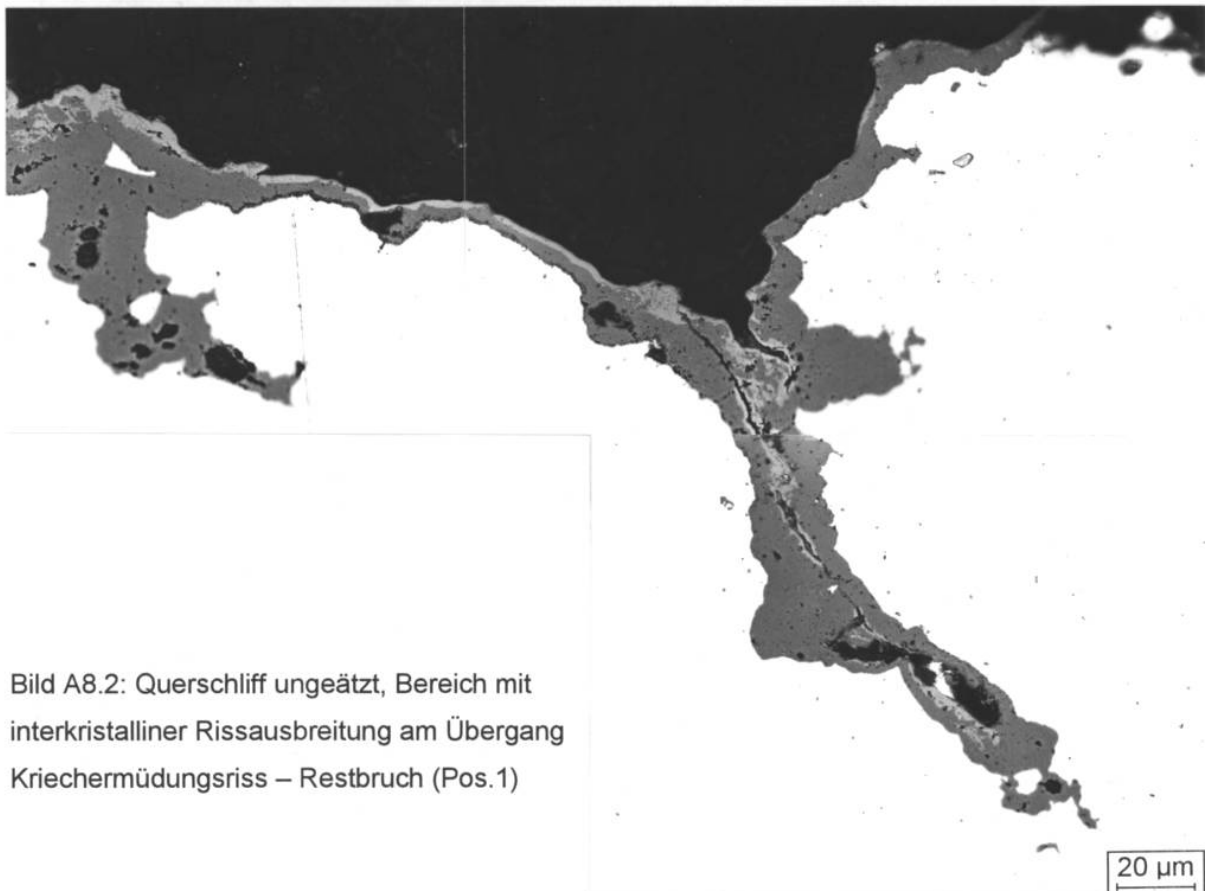
 $K_I = 32,5 \text{ Mpa}\sqrt{\text{m}}$ $t = 2188 \text{ h}$ 

Bild A8.2: Querschliff ungeätzt, Bereich mit interkristalliner Rissausbreitung am Übergang Kriechermüdrungsrisse – Restbruch (Pos.1)

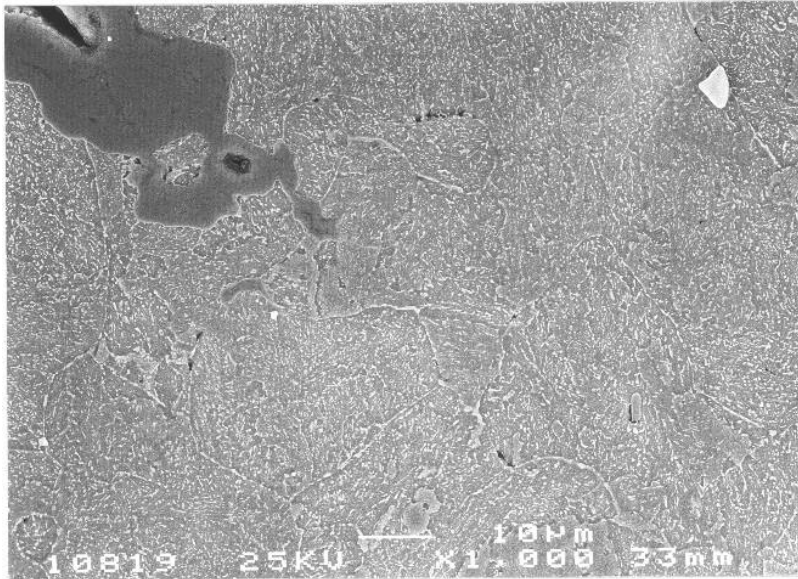


Bild A8.3:
Querschliff geätzt an Pos.
1 im REM, porenbelegte
Korngrenzen

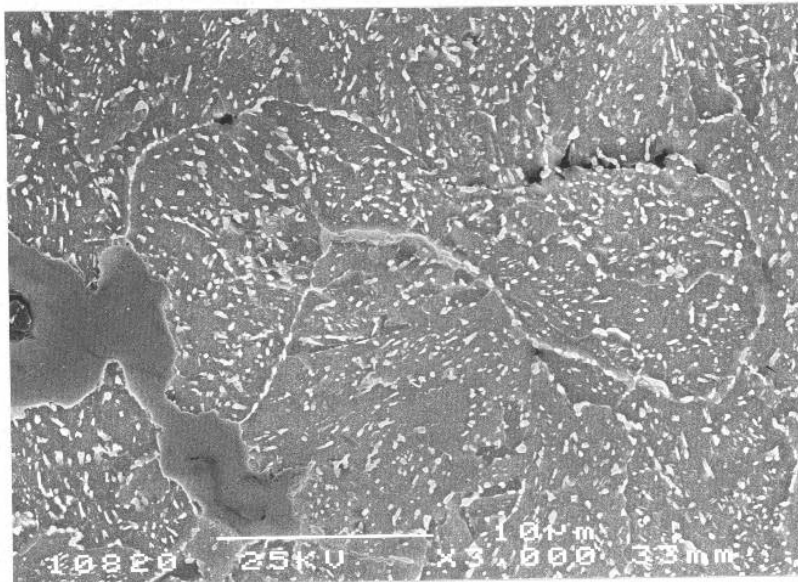


Bild A8.4:
Vergrößerung aus Bild
A8.3

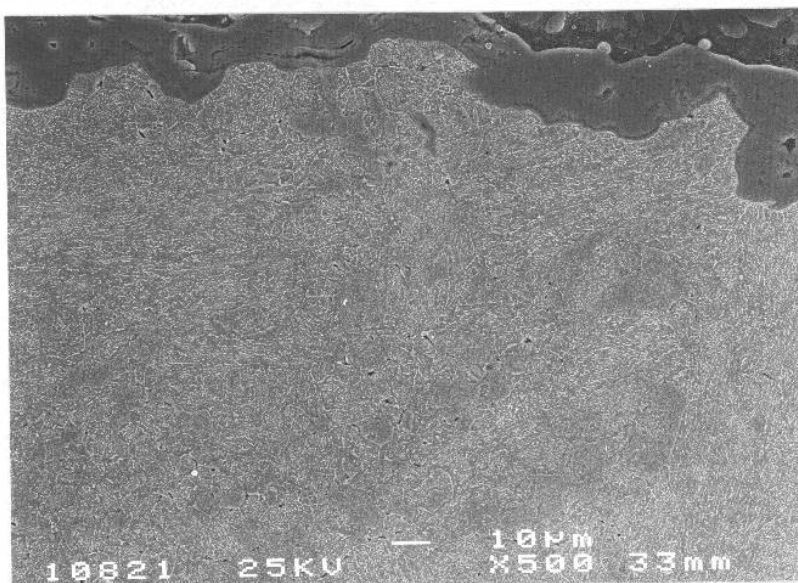


Bild A8.5:
Rissverlauf an Pos. 2,
Gefüge mit starker
Zeitstandschädigung

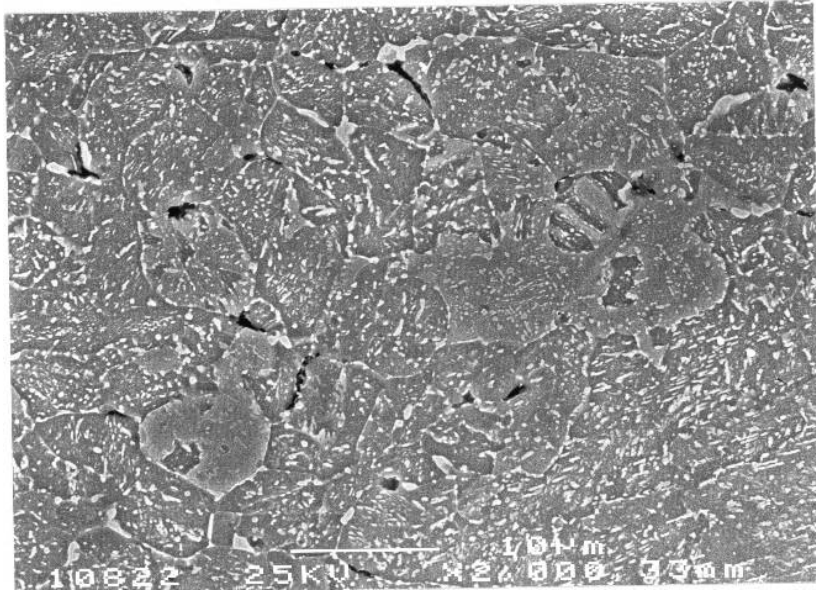


Bild A8.6:

Vergrößerung aus Bild
A8.5, Porenbelegung der
Korngrenzen

| Beanspruchung: Kriechermüdigungsrisssversuch | | | |
|--|---------------|------------------------------|------------------------|
| Probe: | Xa23c8 | Prüftemperatur ϑ : | 600 °C |
| Typ: | Cs25 | Frequenz f: | $2,6 \cdot 10^{-3}$ Hz |
| Werkstoff: | X10CrMoVNb9-1 | Haltezeit t_H : | 0,1 h |
| | | Anrissdauer t_A : | 310 h |

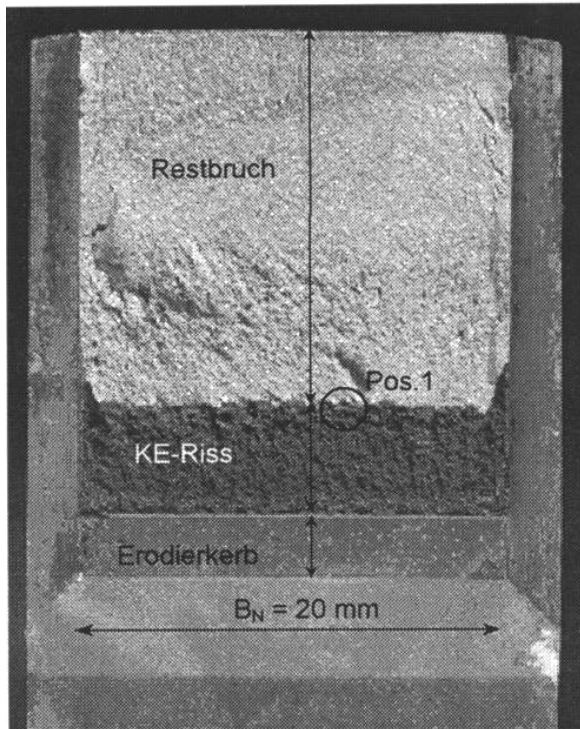


Bild A9.1:
Übersichtsaufnahme der
Bruchfläche

Pos. 1:
 $K_I = 24,4 \text{ Mpa}\sqrt{\text{m}}$,
 $t = 1195 \text{ h}$



Bild A9.2:
Querschliff ungeätzt,
vorwiegend transkristalline
Rissausbreitung

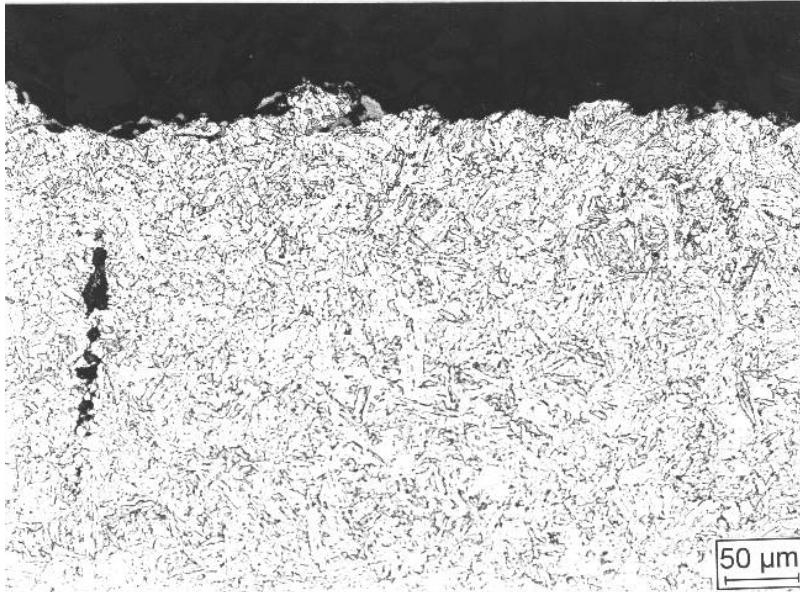


Bild A9.3:
Ausschnitt aus Bild A9.2
Querschliff geätzt im
Bereich des Überganges
von Kriechermüdigungsriss
zu Restbruch (Pos. 1)

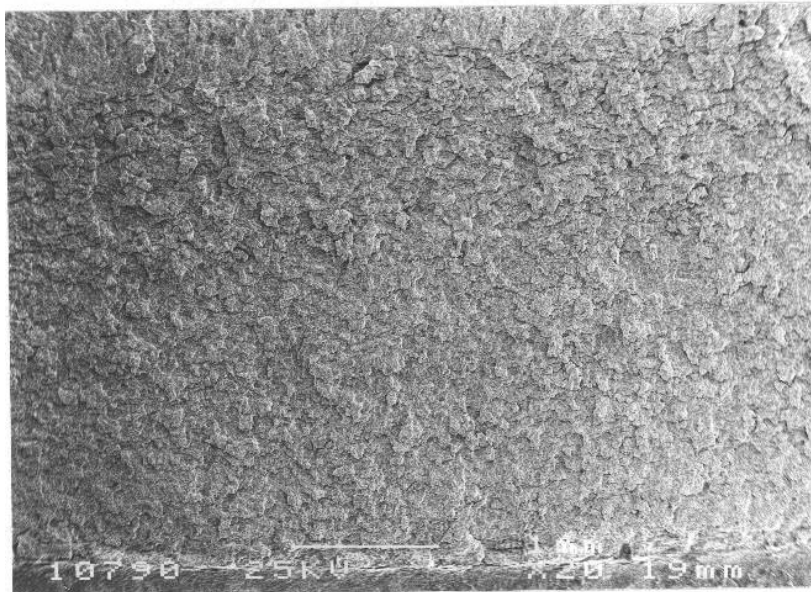


Bild A9.4:
Bruchfläche im REM,
Transkristalline Rissaus-
breitung nach zyklischer
Beanspruchung

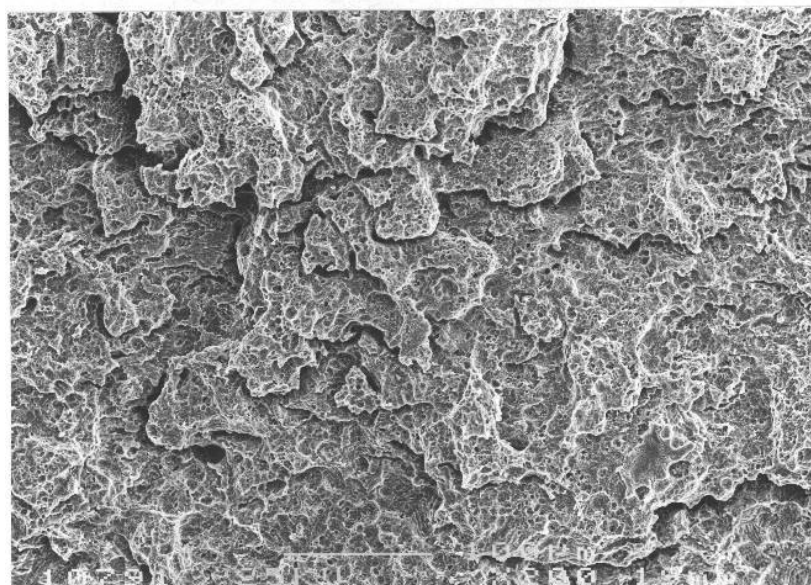
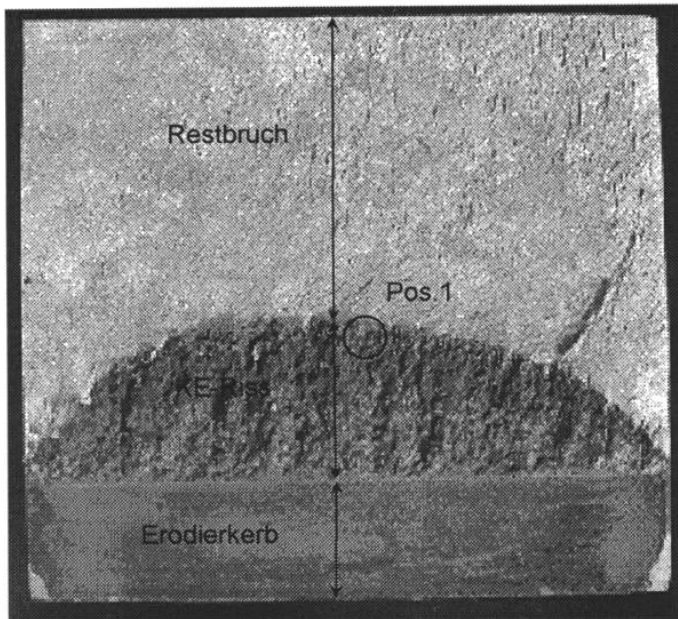


Bild A9.5:
Ausschnitt aus Bild A9.4,
vorwiegend Spaltbruch,
stärkere Bildung von
Nebenrissen als bei Probe
Xa23c3, starke Oxidbeläge

Beanspruchung: Kriechermüdungsversuch

| | | | |
|------------|---------------|------------------------------|------------------------|
| Probe: | 7ADG11 | Prüftemperatur ϑ : | 550 °C |
| Typ: | D60 | Frequenz f: | $2,6 \cdot 10^{-4}$ Hz |
| Werkstoff: | 30CrMoNiV4-11 | Haltezeit t_H : | 1,0 h |
| | | Anrissdauer t_A : | 6033 h |



B = 60 mm



Bild A10.1:
Übersichtsaufnahme der
Bruchfläche, Seite 1

Pos. 1:
 $K_I = 27,2 \text{ Mpa}\sqrt{\text{m}}$
 $t = 8080 \text{ h}$

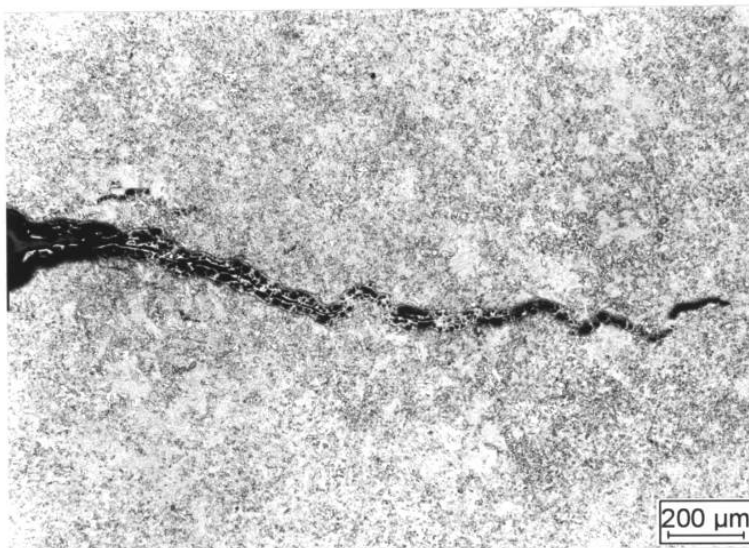


Bild A10.2:
Querschliff geätzt,
Kriechermüdungsriß
senkrecht zur
Hauptnormalspannung,
ausgehend vom
Erodierkerb, Seite 2



Bild A10.3:
Spitze des
Kriechermüdrisses
nach 8080 h
Beanspruchungsdauer,
interkristalline
Werkstofftrennung

Beanspruchung: Kriechermüdigungsversuch

Probe: AMA55c607

Prüftemperatur ϑ : 550 °C

Typ: Cs25

Frequenz f : $2,6 \cdot 10^{-4}$ Hz

Werkstoff: 30CrMoNiV4-11

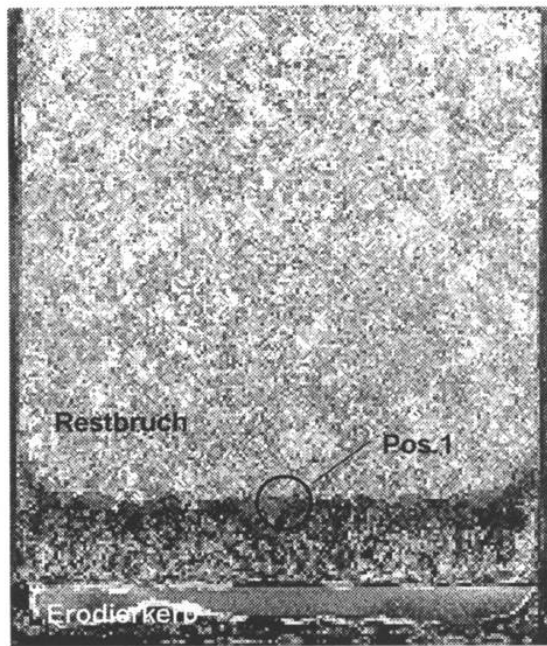
Haltezeit t_H : 1,0 hAnrissdauer t_A : 1000 h $B_N = 20$ mm

Bild A11.1:

Übersichtsaufnahme der
Bruchfläche (Probe
AMA55c606 mit gleicher
Belastung)

Pos. 1:

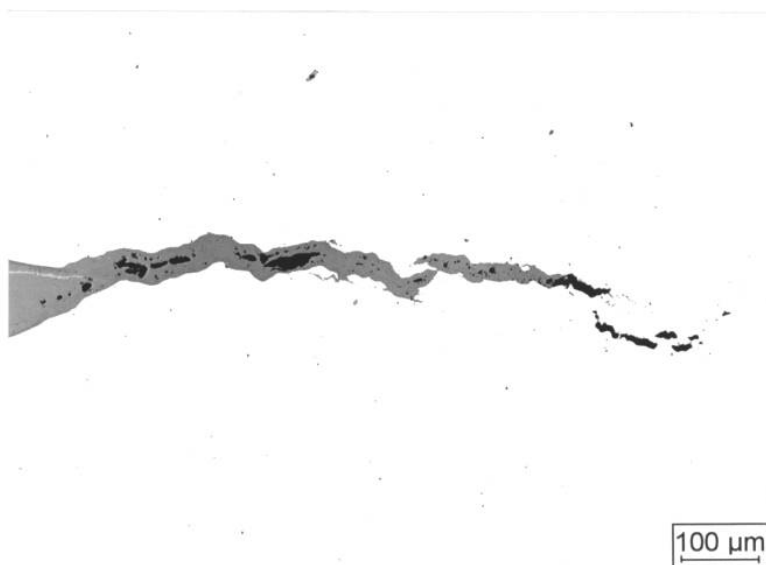
 $K_I = 21,1 \text{ Mpa}\sqrt{\text{m}}$ $t = 8010 \text{ h}$ 

Bild A11.2:

Spitze des
Kriechermüdigungsris-
ses,
Querschliff ungeätzt,

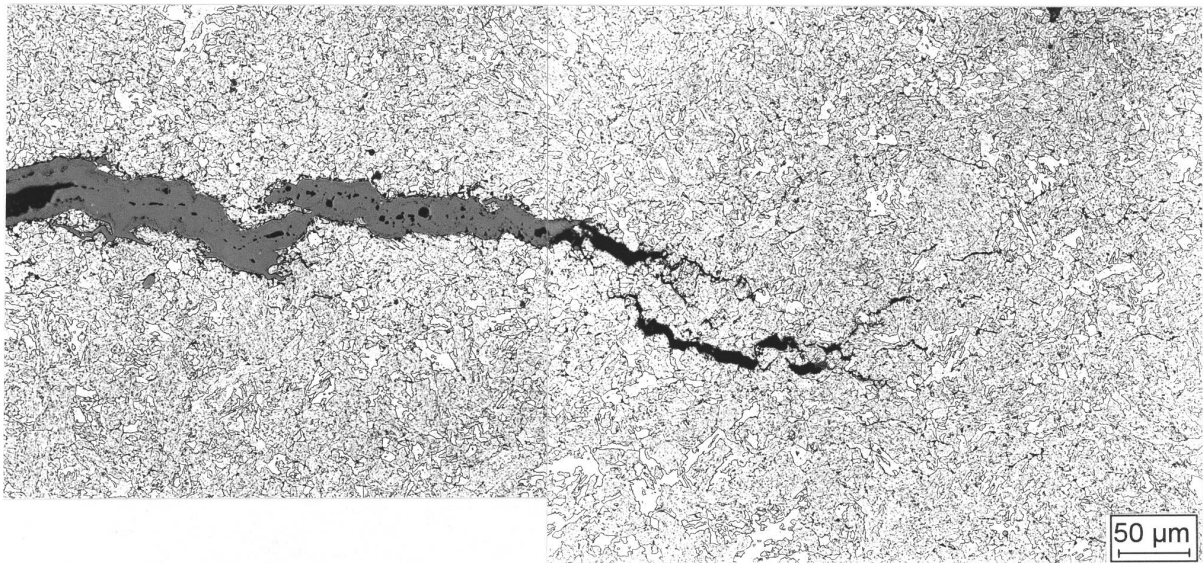


Bild A11.3: Ausschnitt aus Bild A11.2, Querschliff geätzt

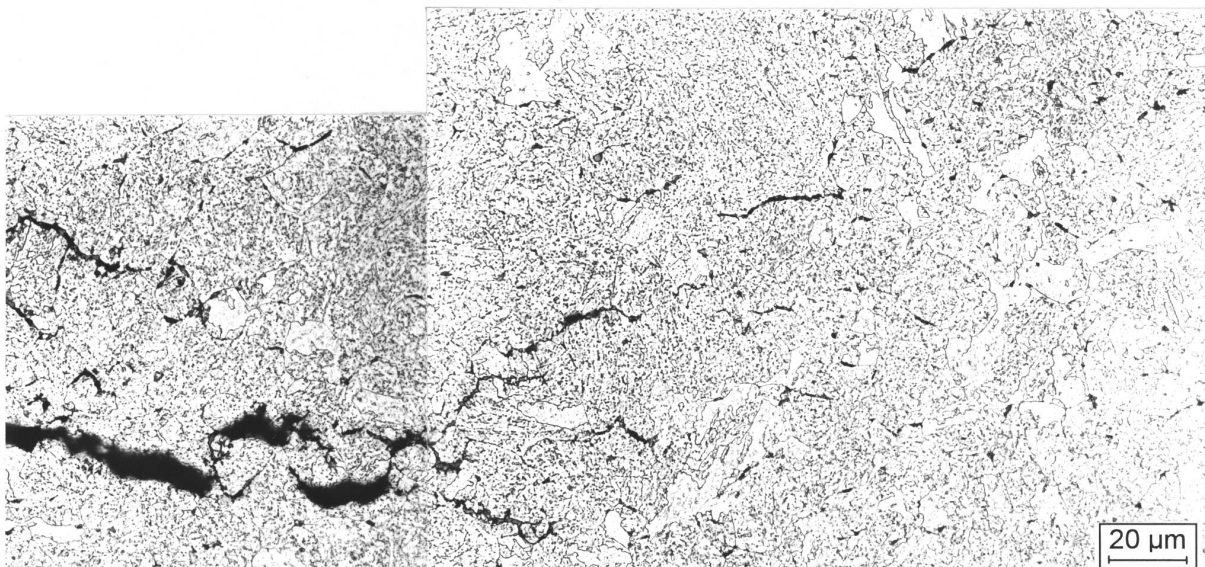


Bild A11.4: Vergrößerung aus Bild A11.3, interkristalline Werkstofftrennung unter Kriechermüdungsbeanspruchung mit $t_H = 1$ h

| Beanspruchung: Kriechermüdigungsrissversuch | | | |
|---|---------------|------------------------------|------------------------|
| Probe | X10A23D2 | Prüftemperatur ϑ : | 600 °C |
| Typ | D60 | Frequenz f: | $2,6 \cdot 10^{-4}$ Hz |
| Werkstoff | X10CrMoVNb9-1 | Haltezeit t_H : | 1 h |
| | | Anrissdauer t_A : | 2110 h |

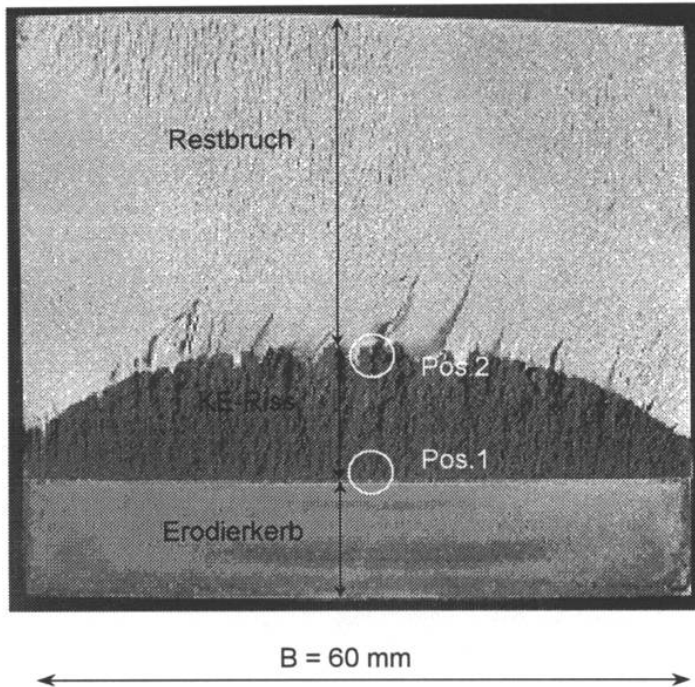


Bild A12.1:

Übersichtsaufnahme der
Bruchfläche, Seite 1

Pos. 1:

$$K_I = 19,9 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$$

$$t = 2110 \text{ h}$$

Pos.2:

$$K_I = 27,9 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$$

$$t = 7540 \text{ h}$$

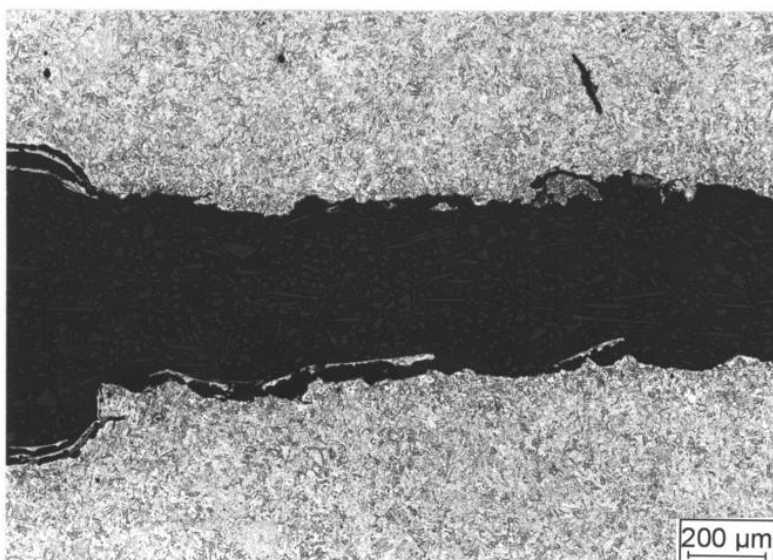


Bild A12.2:

Rissverlauf nach dem
Erodierkerb, Seite 2, Pos. 1

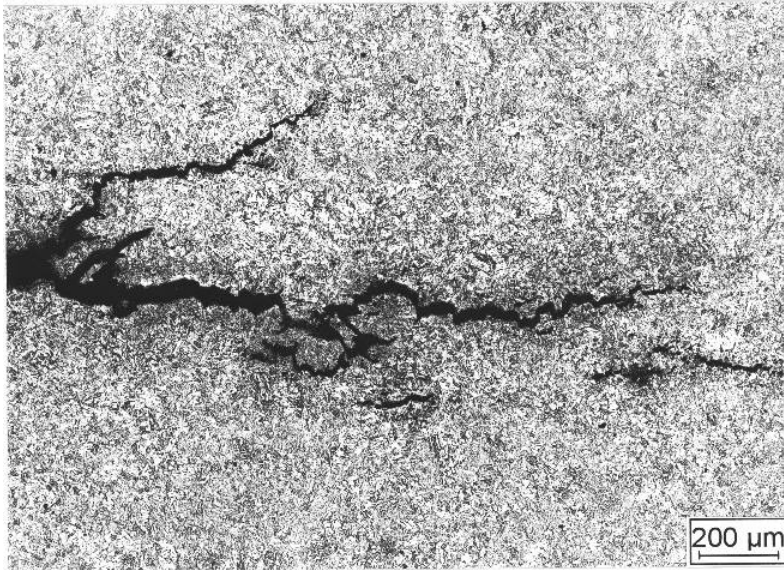


Bild A12.3
Rissverzweigungen an der
Risspitze, interkristalliner
Rissverlauf

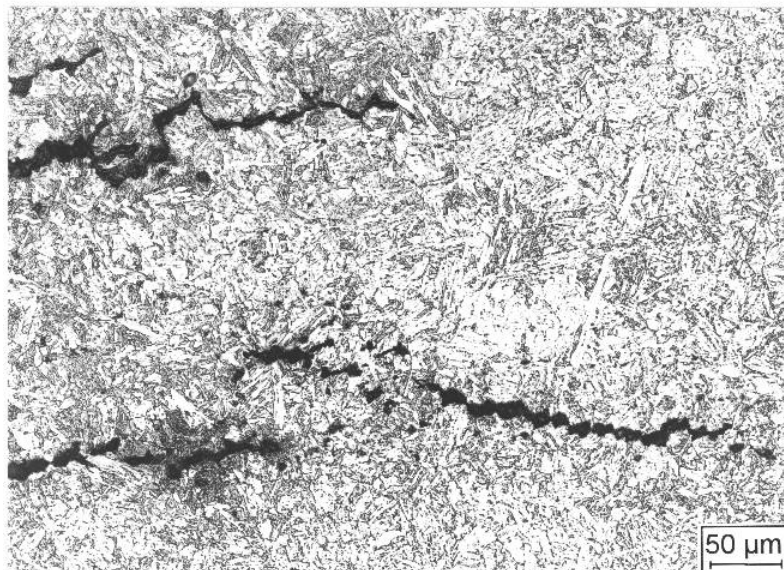


Bild A12.4
Vergrößerung aus Bild
A12.3,
Mikrorissbildung
ausgehend von orientierten
Einzelporen auf
Korngrenzen

Beanspruchung: Kriechermüdungsrisssversuch

| | | | |
|------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| Probe: | Axo6c309 | Prüf­temperatur ϑ : | 600 °C |
| Typ: | Cs25 | Frequenz f: | $8,2 \cdot 10^{-4}$ Hz |
| Werkstoff: | X10CrMoVNb9-1 | Haltezeit t_H : | 3,2 h |
| | | Anrissdauer t_A : | 400 h |

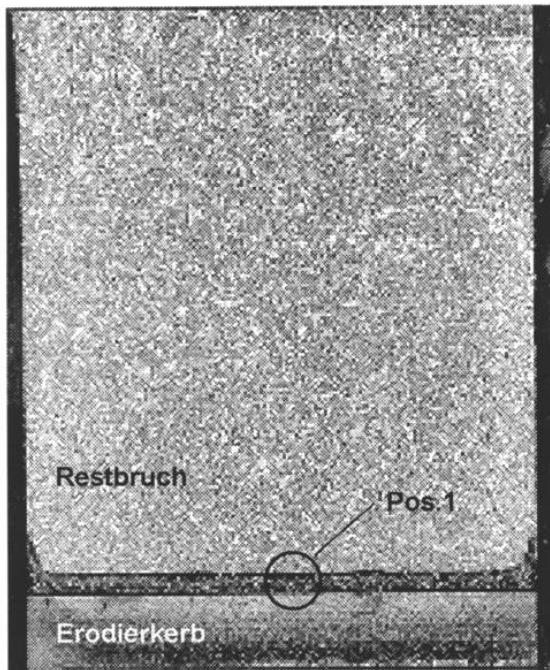


Bild A13.1

Übersichtsaufnahme der
Bruchfläche
(Probe Axo6c314 mit
gleicher Belastung)

Pos. 1:

 $K_I = 19,9 \text{ Mpa}\sqrt{\text{m}}$ $t = 800 \text{ h}$

$B_N = 20 \text{ mm}$

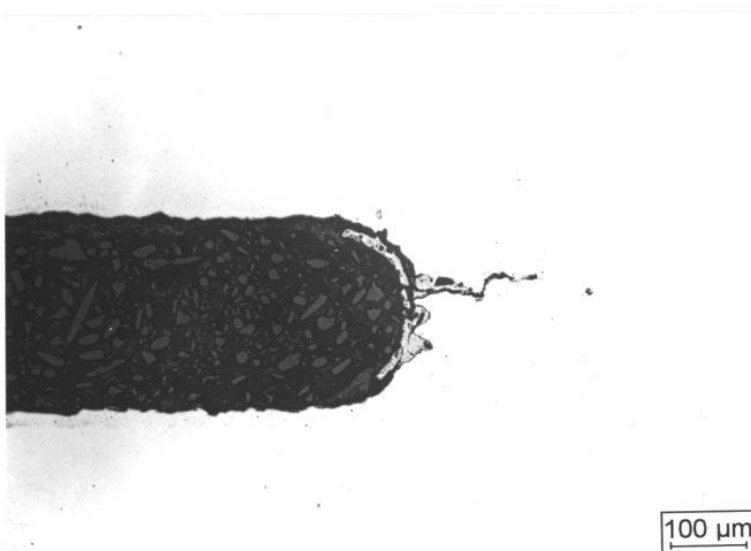


Bild A13.2

Kriechermü­dungsrisssbildung
am Erodierkerb einer Cs25-
Probe mit $t_H = 3,2 \text{ h}$,
Querschliff ungeätzt

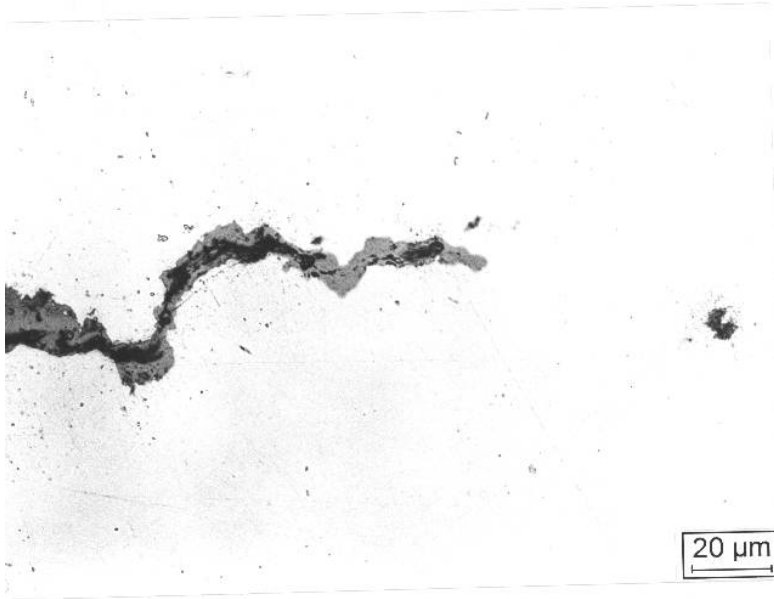


Bild A13.3

Vergößerung aus Bild
A13.2

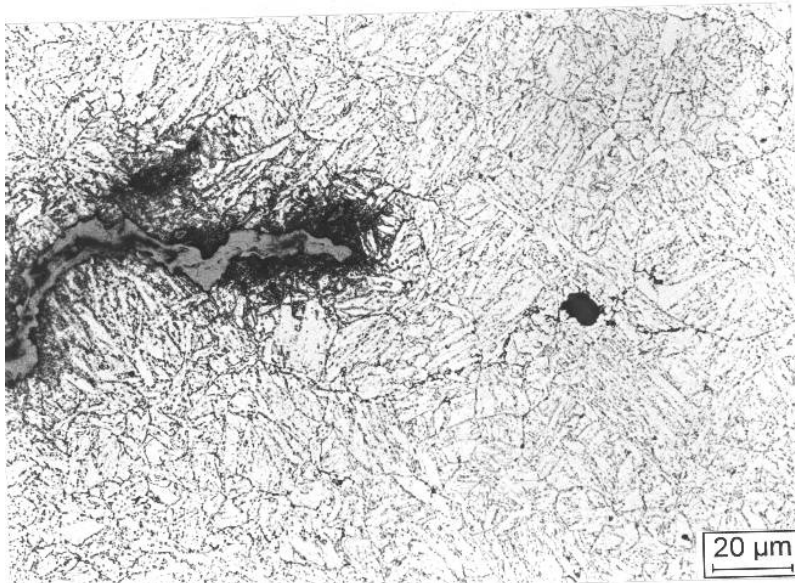


Bild A13.4

geätzter Schliff, Ausschnitt
wie Bild A13.3,
vor der Risspitze sind
Korn grenzschädigungen
in Form von Kriechporen
erkennbar

Beanspruchung: Kriechrissversuch

Probe: Axo6c6

Prüf­temperatur ϑ : 600 °C

Typ: Cs25

Anrissdauer t_A : 700 h

Werkstoff: X10CrMoVNb9-1

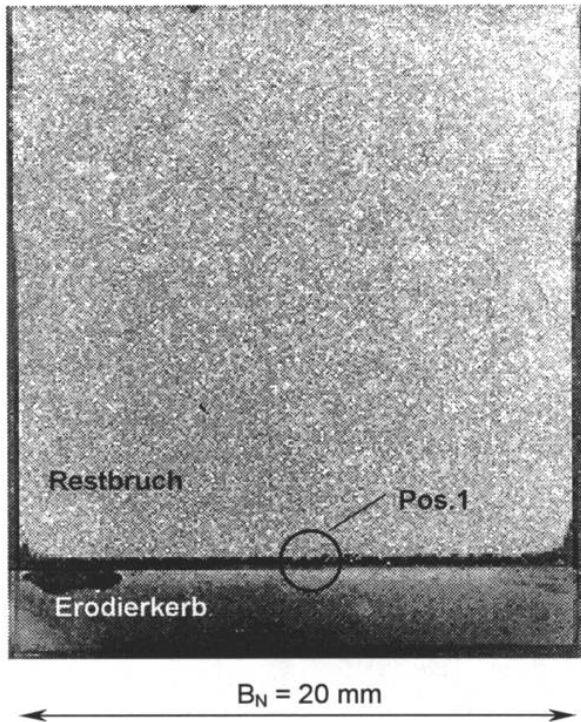


Bild A14.1

Übersicht über die
Bruchfläche
(Probe Axo6c5 mit gleicher
Belastung)

Pos. 1:

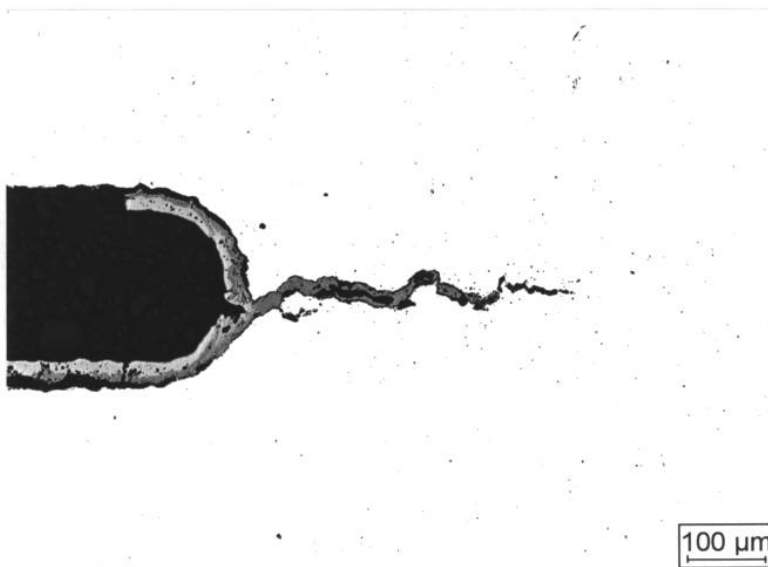
 $K_I = 18,3 \text{ Mpa}\sqrt{\text{m}}$ $t = 1620 \text{ h}$ 

Bild A14.2

Kriechrissbildung an einer
Cs25-Probe im Querschliff

Bild A14.3

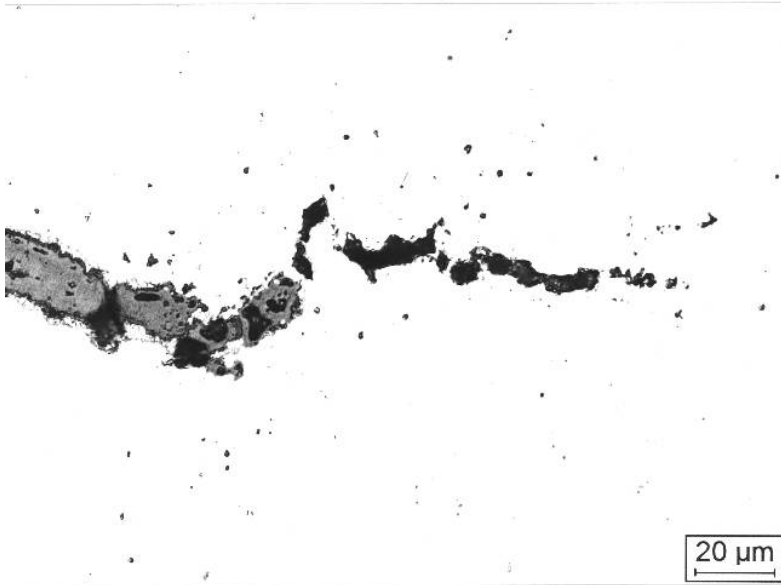


Bild A14.3

Vergrößerung aus Bild
A14.2

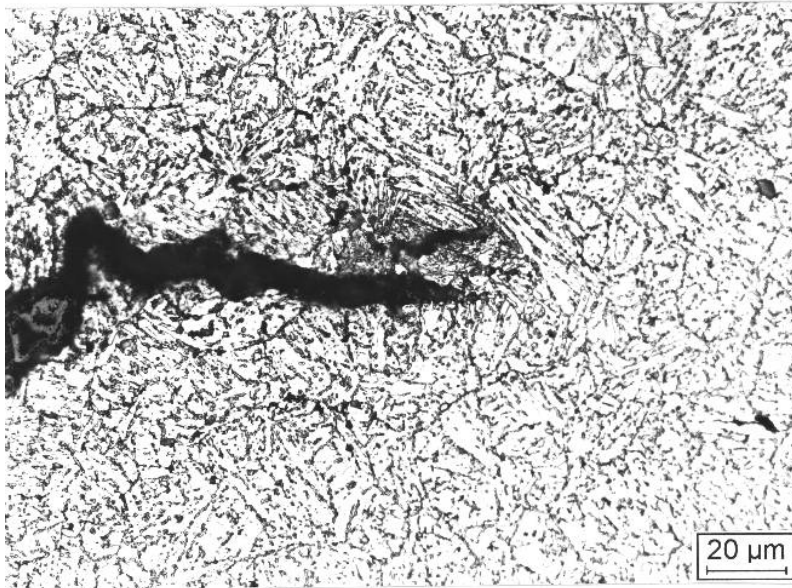


Bild A14.4

geätzter Schliff, Ausschnitt
wie Bild A14.3,
interkristalline Rissbildung