

# NE Drahtforum

---

Aurubis
Metals for Progress

BECHEM
LUBRICATION
TECHNOLOGY

Cu Deutsches Kupferinstitut
Copper Alliance

NIEHOFF
GRUPPE

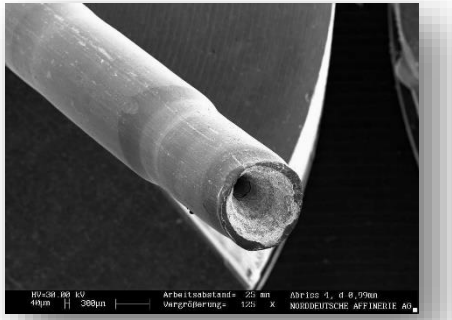
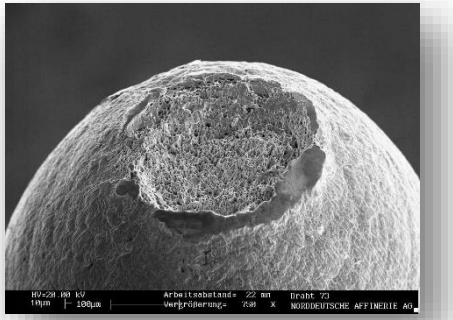
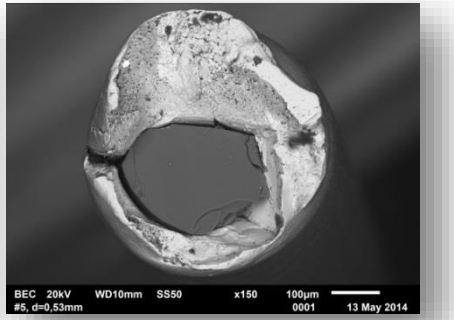
NE Drahtforum

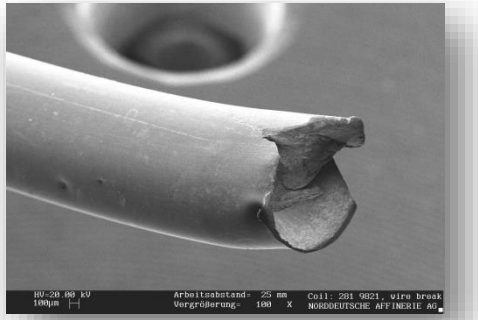
# Drahtbrüche

*Merkmale - Schädigungsmechanismen - mögl. Ursachen*

NE Drahtforum GbR

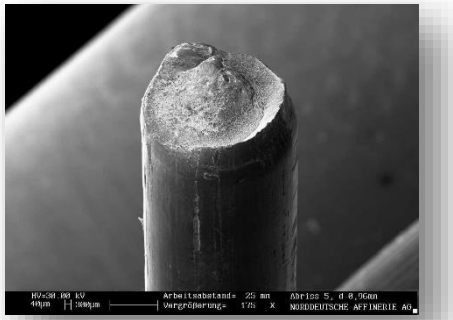
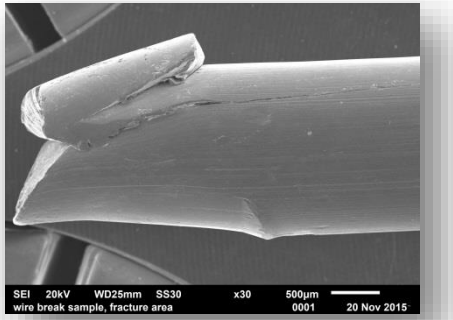
# Einleitung

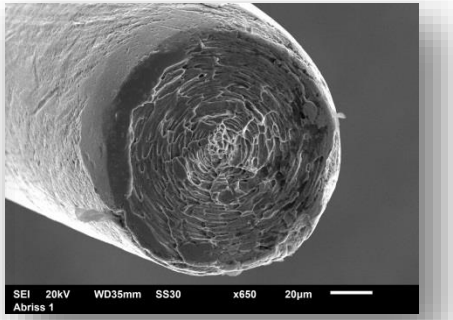




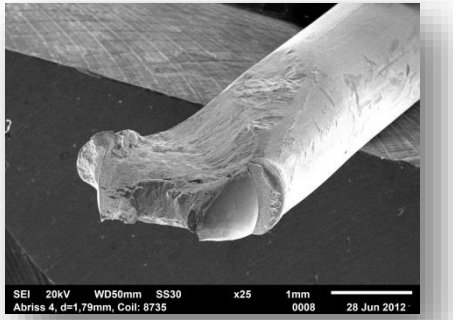


## Brüche / Drahtabrisse

… sind das unerwünschte Ergebnis von im Material ablaufenden Formänderungen, anliegenden Spannungen und metall-physikalischen Vorgängen über die Belastungsgrenzen des Werkstoffes hinaus.

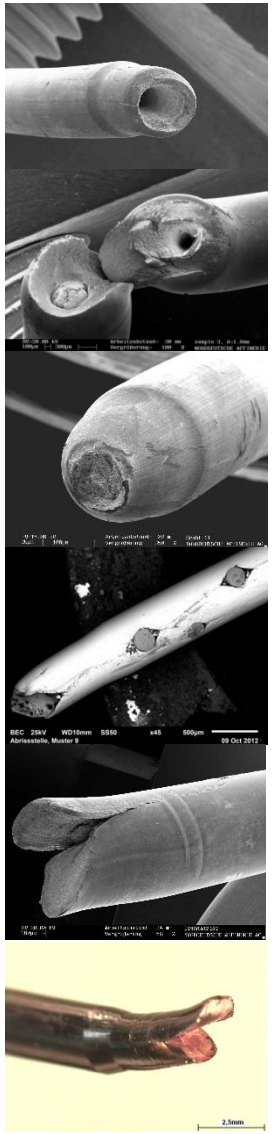





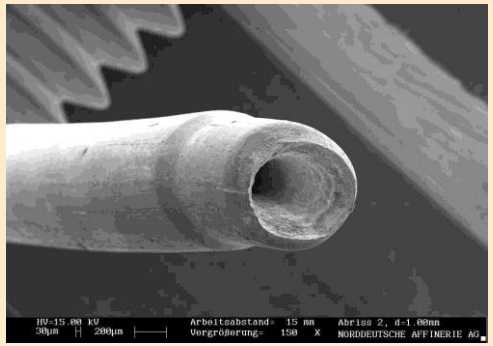
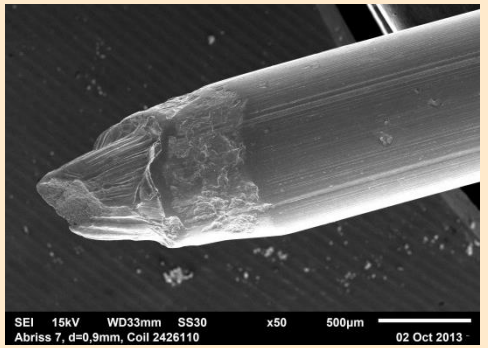
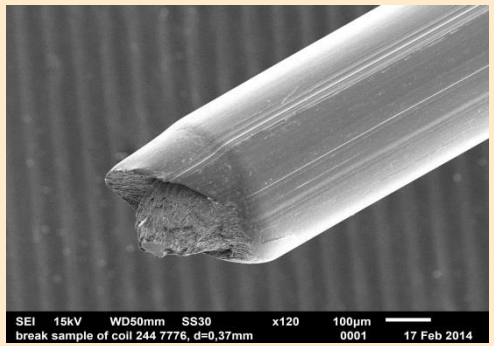
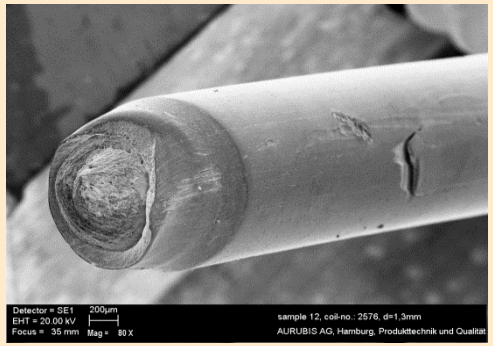
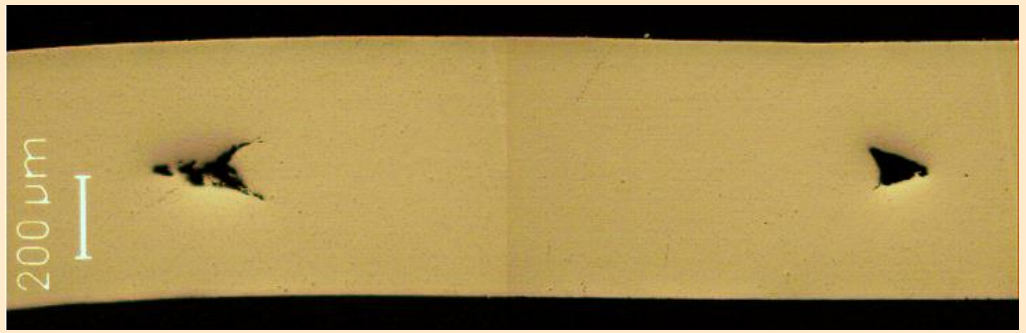


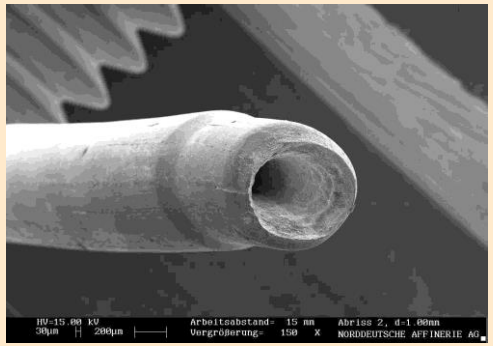
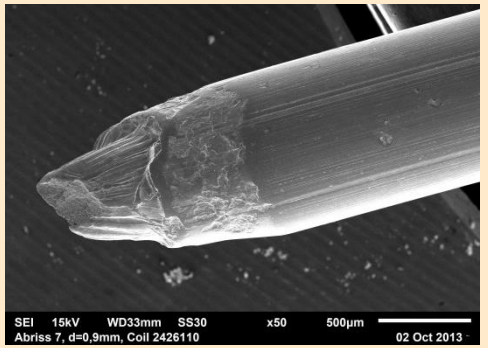
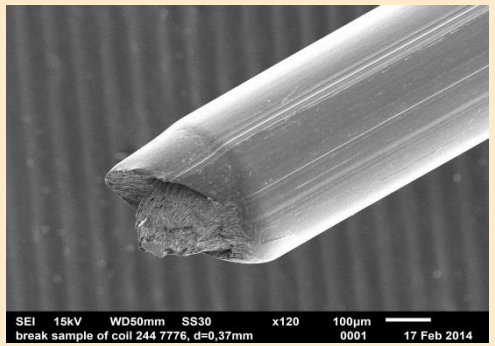
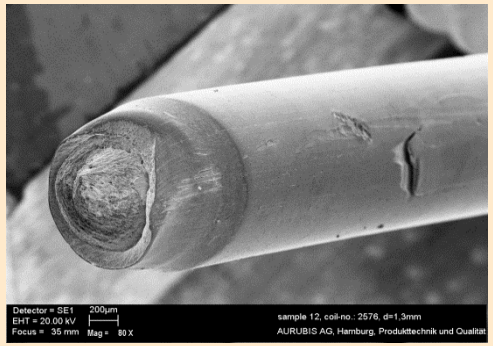
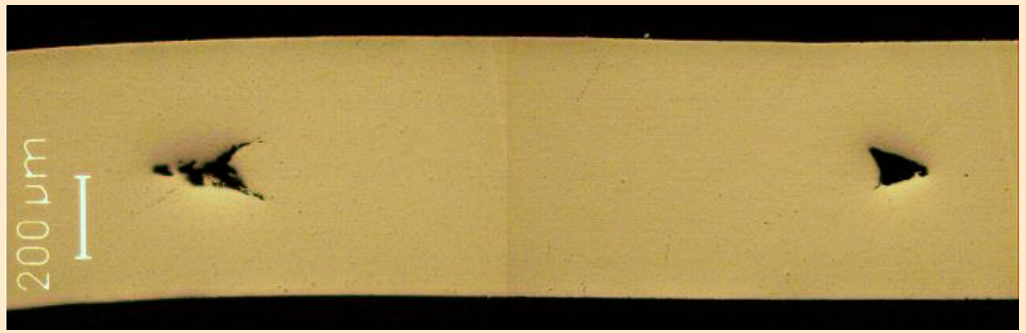
# Typische Drahtbrüche

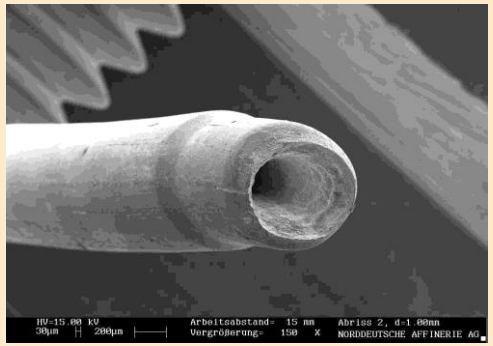
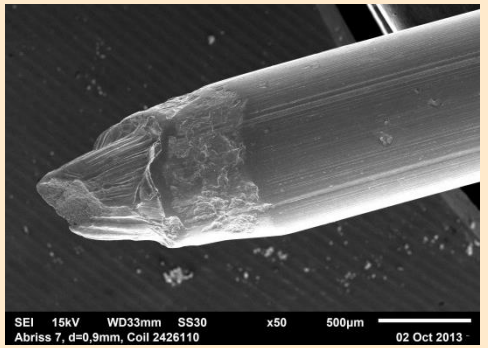
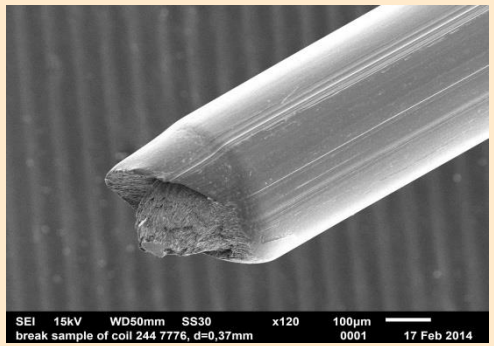
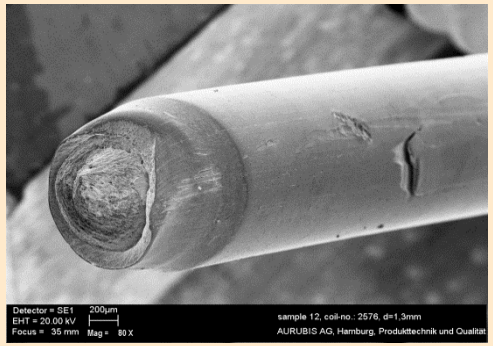
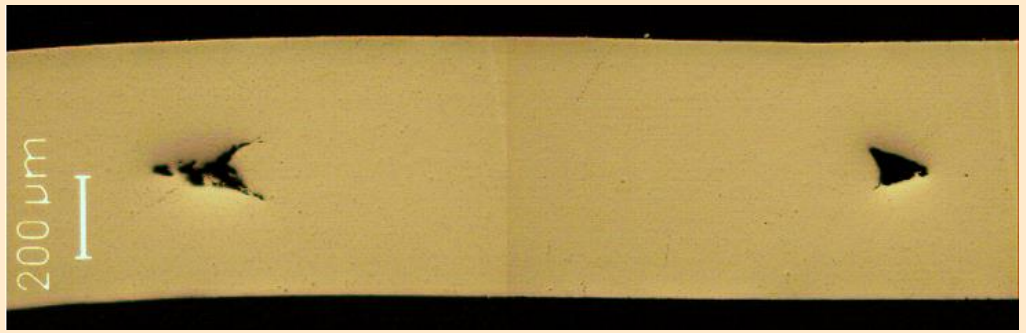
- Cup- and Cone Bruch  I (Ziehprozess bedingt)
- Cup- and Cone Bruch II (Gießwalzdrahtprozess bedingt)
- Duktiler Gewaltbruch / Dehnungsbruch
- Einschlussbruch
- Gewaltbruch durch eingewalzte oder eingezogene Späne / mech. Beschädigung (Oberflächenbruch)
- Schweißstellenbruch
- Glühbruch

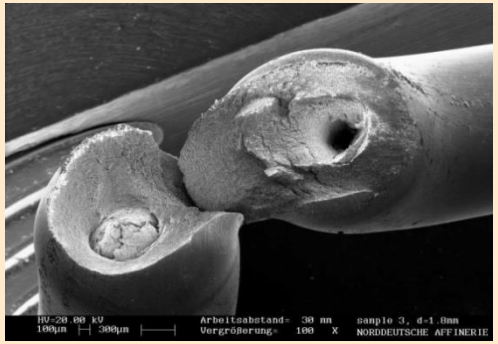
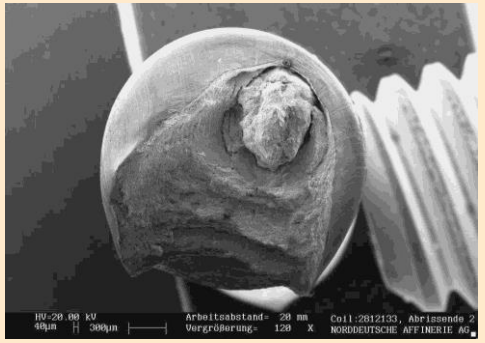
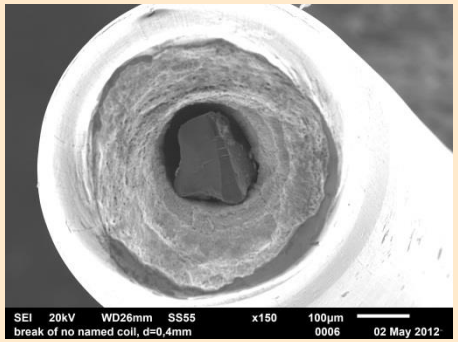
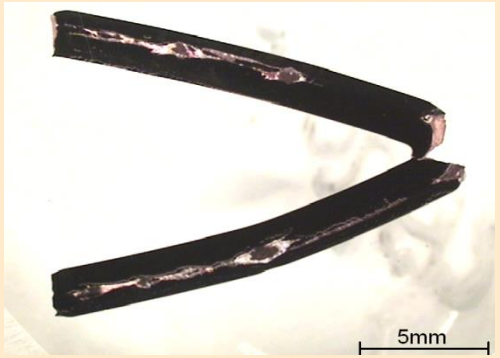
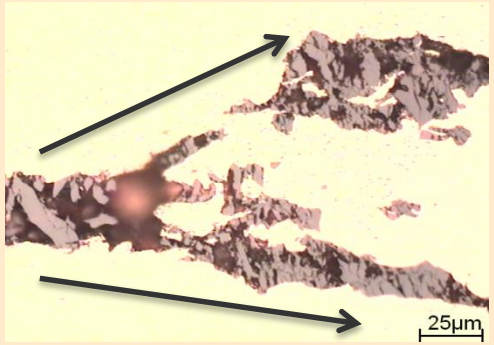


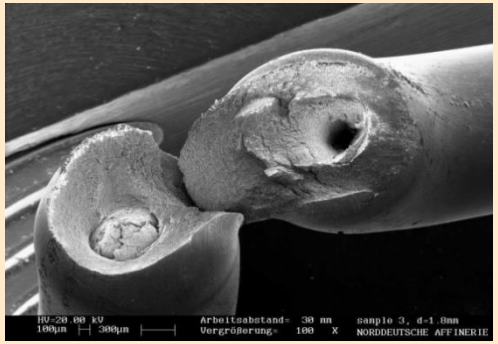
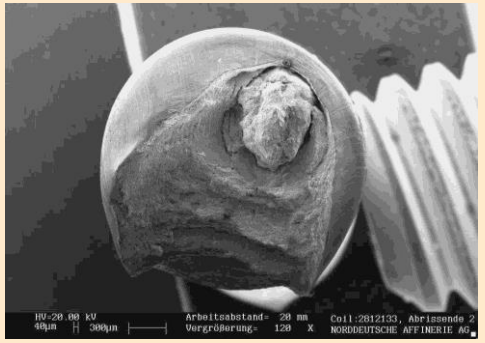
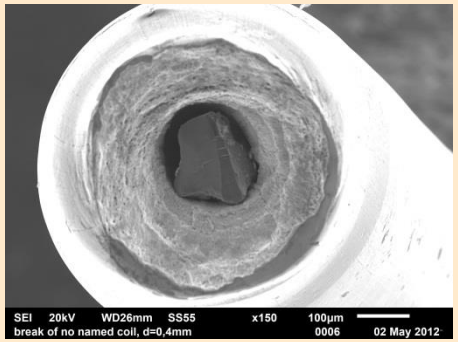
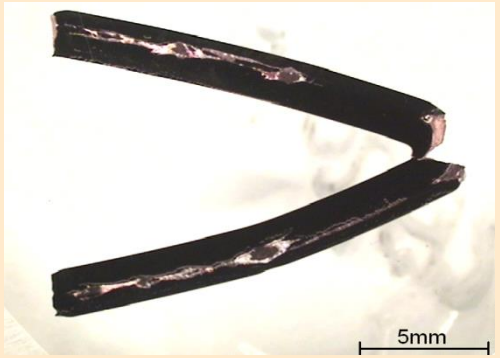
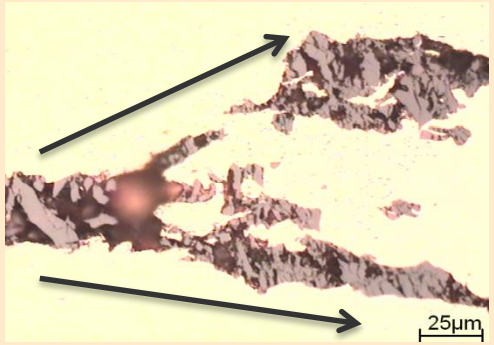
NE Drahtforum

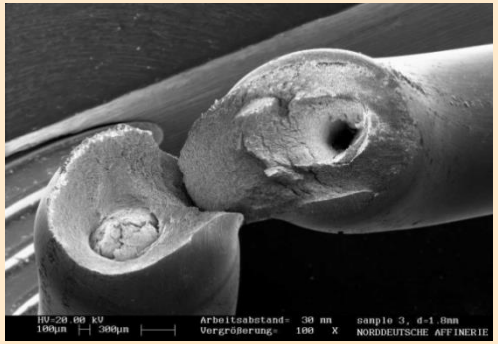
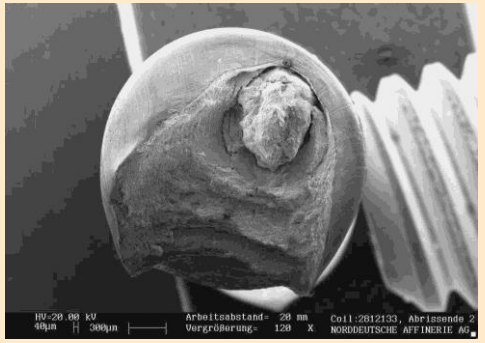
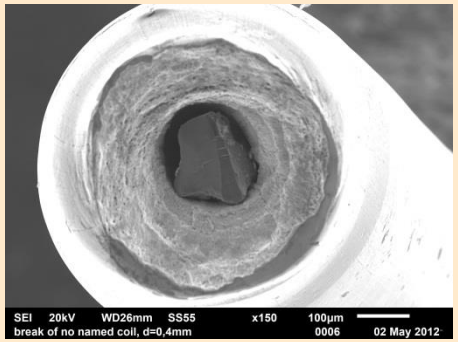
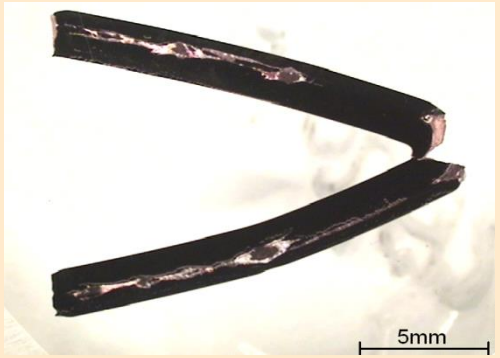
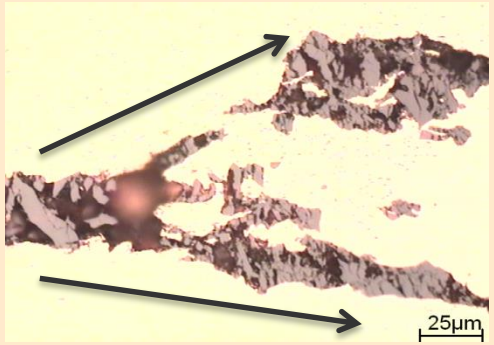
| Bruchart | Cup- and Cone- Bruch I (Ziehprozess bedingt) |
|---|---|
| Beispiele |      |
| Merkmale | - Loch und Kegel in Bruch und Gegenbruchfläche<br>- symmetrische Einschnürung im Bruchbereich<br>- Oberflächenfehler (Ziehriefen, Absätze) hinter der Bruchfläche vorhanden<br>- ein- oder beidseitig geöffnete, kegelförmige Materialtrennungen<br>- keine Fremdphasenanreicherungen im Grundgefüge |

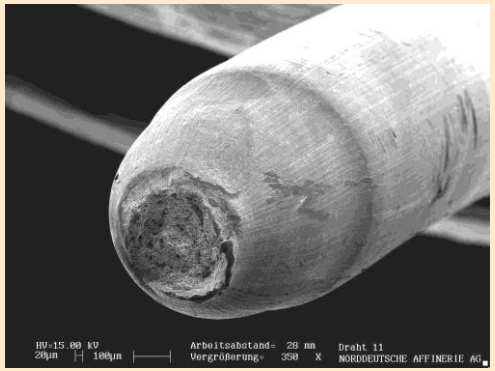
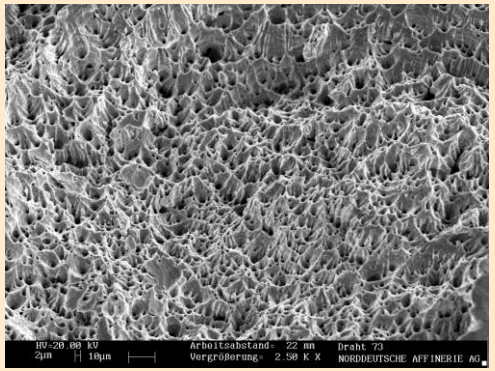
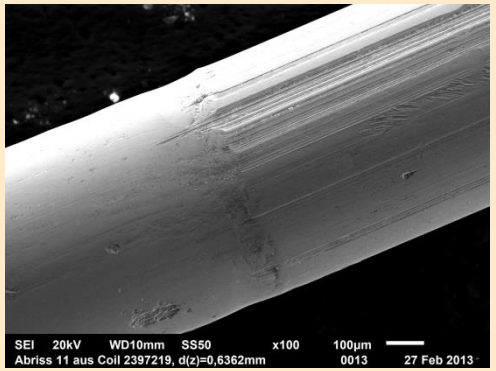
| Bruchart | Cup- and Cone- Bruch I (Ziehprozess bedingt) |
|---|---|
| Beispiele |      |
| Schädigungs-mechanismus | - Ungleichmäßige Formänderungsverteilung über den Drahtquerschnitt verursacht hohe Scherspannungen und bedingt an deren Spitzen lokales Werkstoffversagen (Gefügeschädigungen, z.B. innere Anrisse)<br>- Mit weiterer Beanspruchung wachsen diese Risse und verringern den tragenden Querschnitt des Drahtes bis der Werkstoff versagt bzw. bricht |

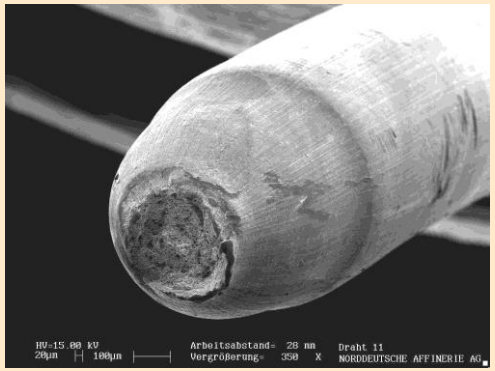
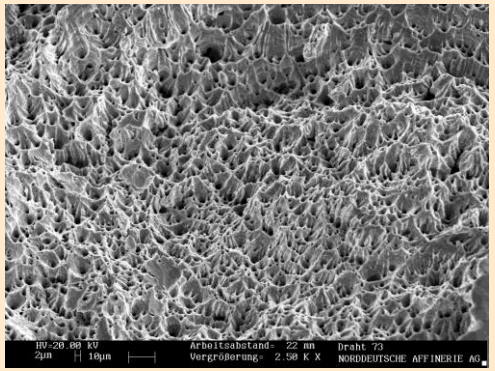
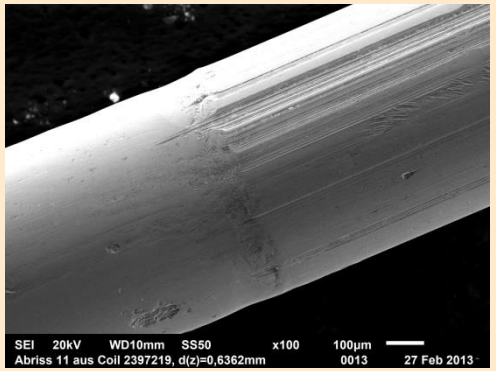
| Bruchart | Cup- and Cone- Bruch I (Ziehprozess bedingt) |
|---|---|
| Beispiele |      |
| Mögliche Ursachen | - kleine Ziehwinkel mit geringen Querschnittsabnahmen und somit ungleichmäßige Umformung des Drahtquerschnitts<br>- mangelhafte Schmierung / Schmierfilmabriss in Ziehdüse<br>- Ziehsteinverschleiß / zugesetzte Ziehsteine |

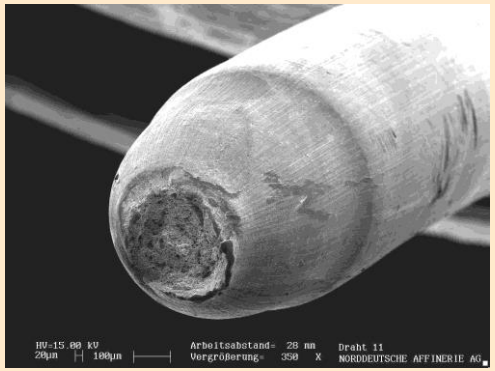
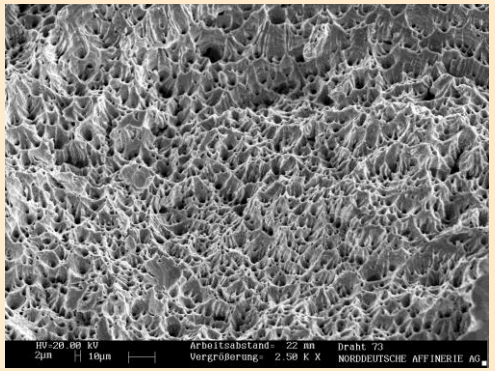
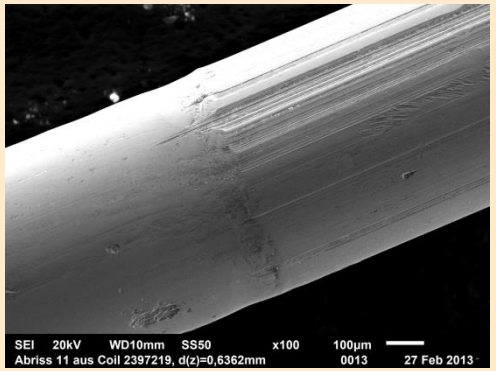
| Bruchart | Cup- and Cone- Bruch II (Gießwalzdraht bedingt) |
|---|---|
| Beispiele |          |
| Merkmale | - Loch und Kegel in Bruch und Gegenbruchfläche vorhanden<br>- symmetrische Einschnürung im Bruchbereich<br>- einseitige oder zu beiden Seiten hin geöffnete kegelförmige Materialtrennungen in Verarbeitungsrichtung<br>- lokale Phasenanreicherungen im Gefüge vorhanden |

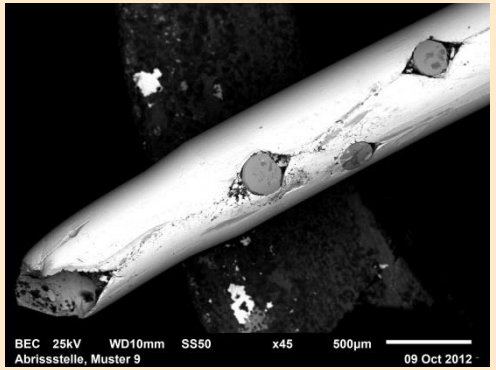
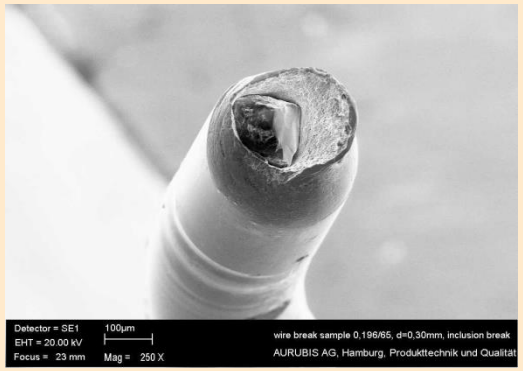
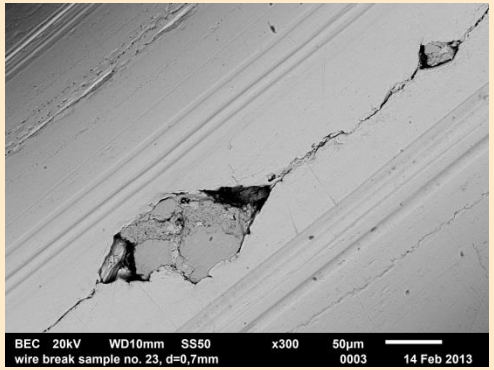
| Bruchart | Cup- and Cone- Bruch II (Gießwalzdraht bedingt) |
|---|---|
| Beispiele |          |
| Schädigungs-mechanismus | -Phasenanreicherungen verursachen Spannungen im Gefüge bedingt durch deren Größe, Form, Verteilung und andersartigen Umformeigenschaften<br>- ungleichmäßige Verteilung der Formänderung über den Drahtquerschnitt<br>- Entstehen von Anrissen, Anwachsen zu größeren Materialtrennungen, duktiles Versagen des tragenden Restquerschnittes |

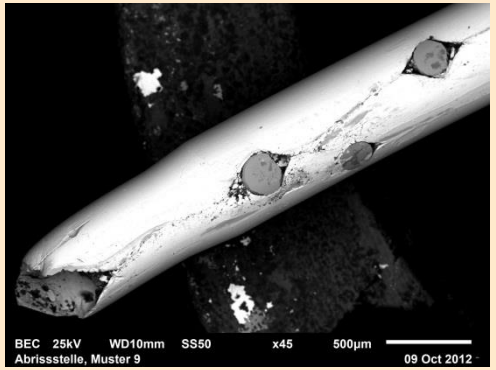
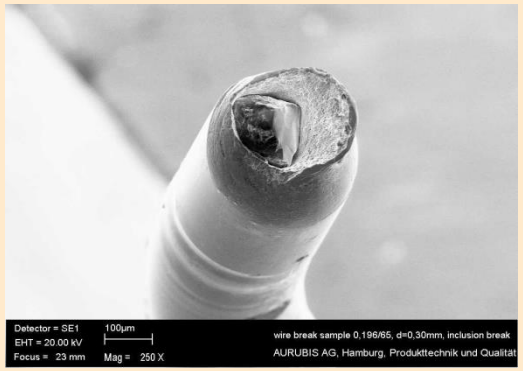
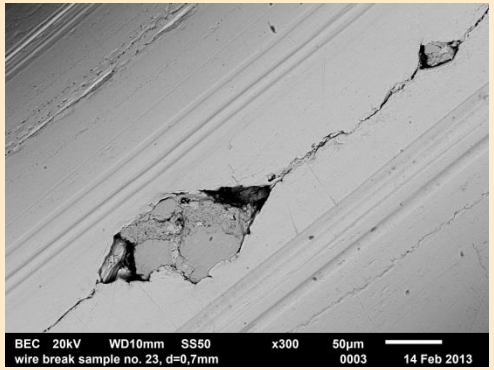
| Bruchart | Cup- and Cone- Bruch II (Gießwalzdraht bedingt) |
|---|---|
| Beispiele |          |
| Mögliche Ursachen | Im Heissbereich einer Gießwalzdrahtanlage in die Kupferschmelze eingetragene Anreicherungen von Kupferoxiden |

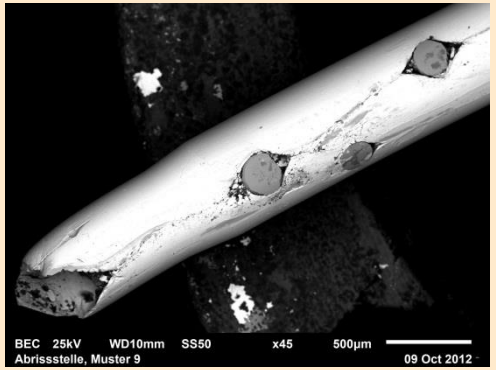
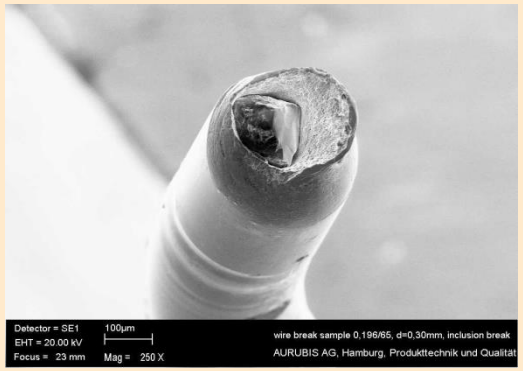
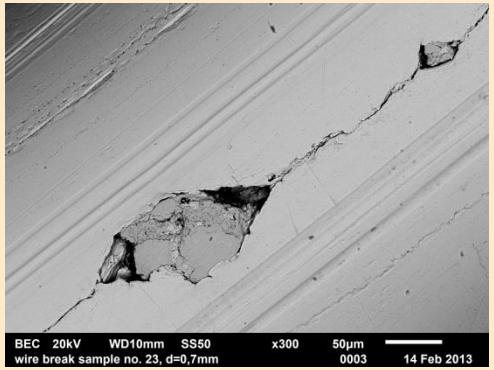
| Bruchart | Duktiler Gewaltbruch / Dehnungsbruch |
|---|---|
| Beispiele |       |
| Merkmale | lokale, symmetrische Einschnürung<br>- trichter- / wabenförmige Restbruchfläche<br>- Ziehriefen und andere Oberflächenfehler in Bearbeitungsrichtung hinter der Bruchebene möglich |

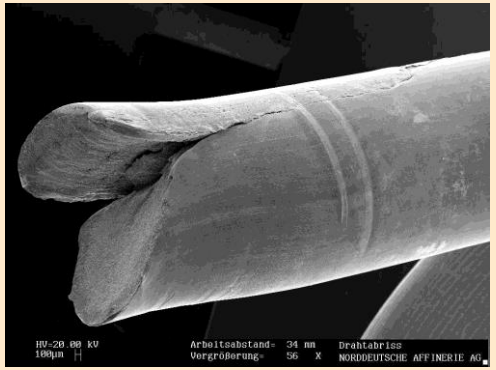
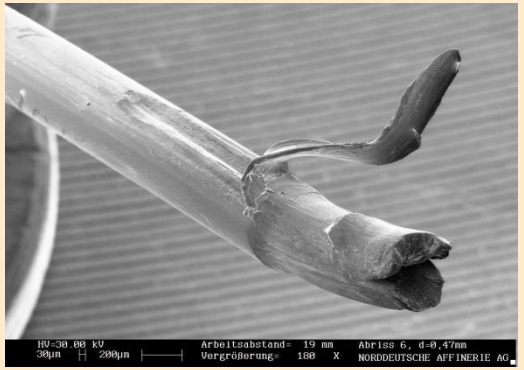
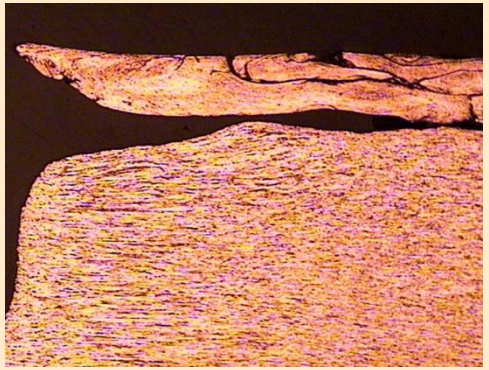
| Bruchart | Duktiler Gewaltbruch / Dehnungsbruch |
|---|---|
| Beispiele |    |
| Schädiguns-mechanismus | - Geometrische Entfestigung bzw. Einschnürung des Drahtes **>** physikalische Verfestigung<br>- unkontrollierte lokale plastische Verformung ausschließlich durch Zugspannungen |

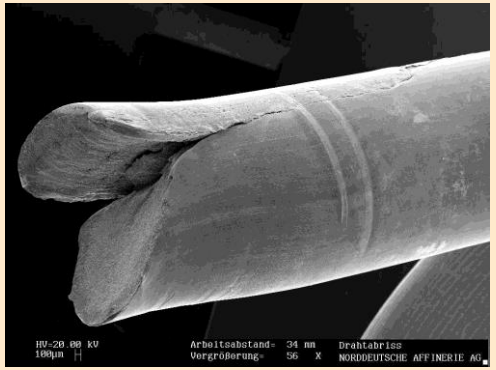
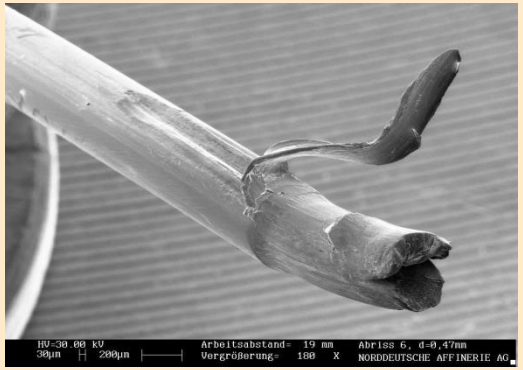
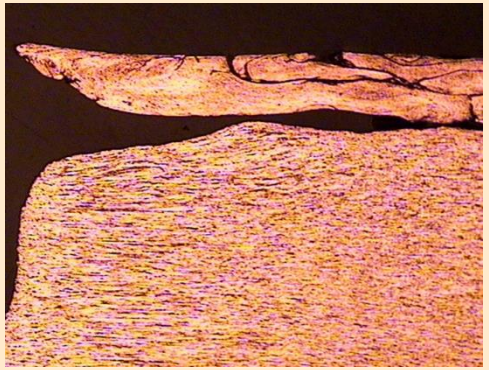
| Bruchart | Duktiler Gewaltbruch / Dehnungsbruch |
|---|---|
| Beispiele |       |
| Mögliche Ursachen | ungünstige Wechselwirkungen im System Kupfer – Drahtoberfläche – Ziehprozesse<br>z.B. nicht optimale Ziehsteingeometrie bzw. -abstufung, Schmierstoffmangel, etc.<br>- Blockierung der Drähte auf Ziehkonus<br>- stark vorverfestigter Drahtwerkstoff (verstärkende Sensitivität) |

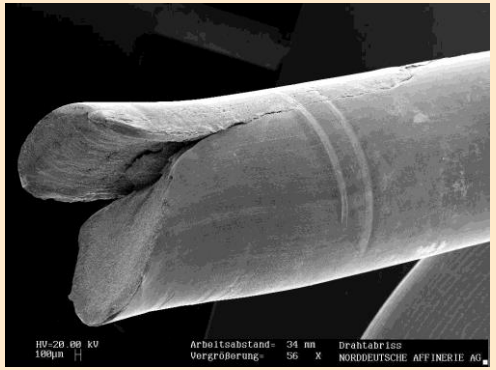
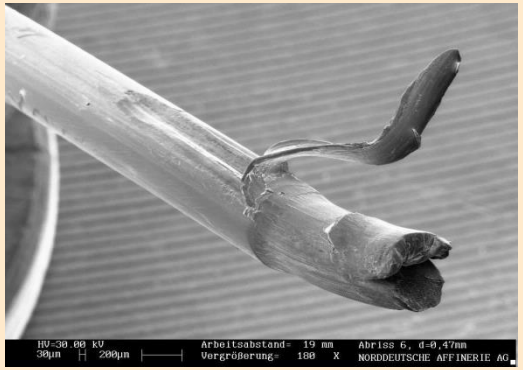
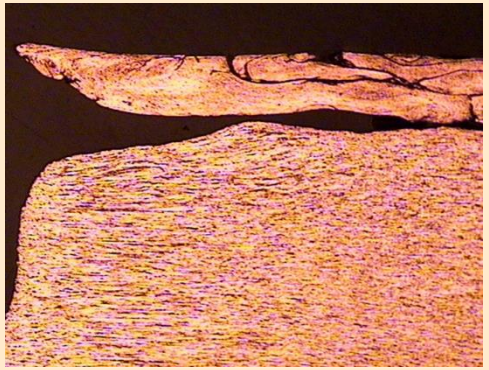
| Bruchart | Einschlussbruch |
|---|---|
| Beispiele |    |
| Merkmale | V-förmiger Bruchbereich mit oder ohne auf- bzw. eingedrückte oder innere Partikel<br>- Oberflächenanriss in Bearbeitungsrichtung ggf. mit weiteren Einschluss- bzw. Partikelresten (Satelliten) |

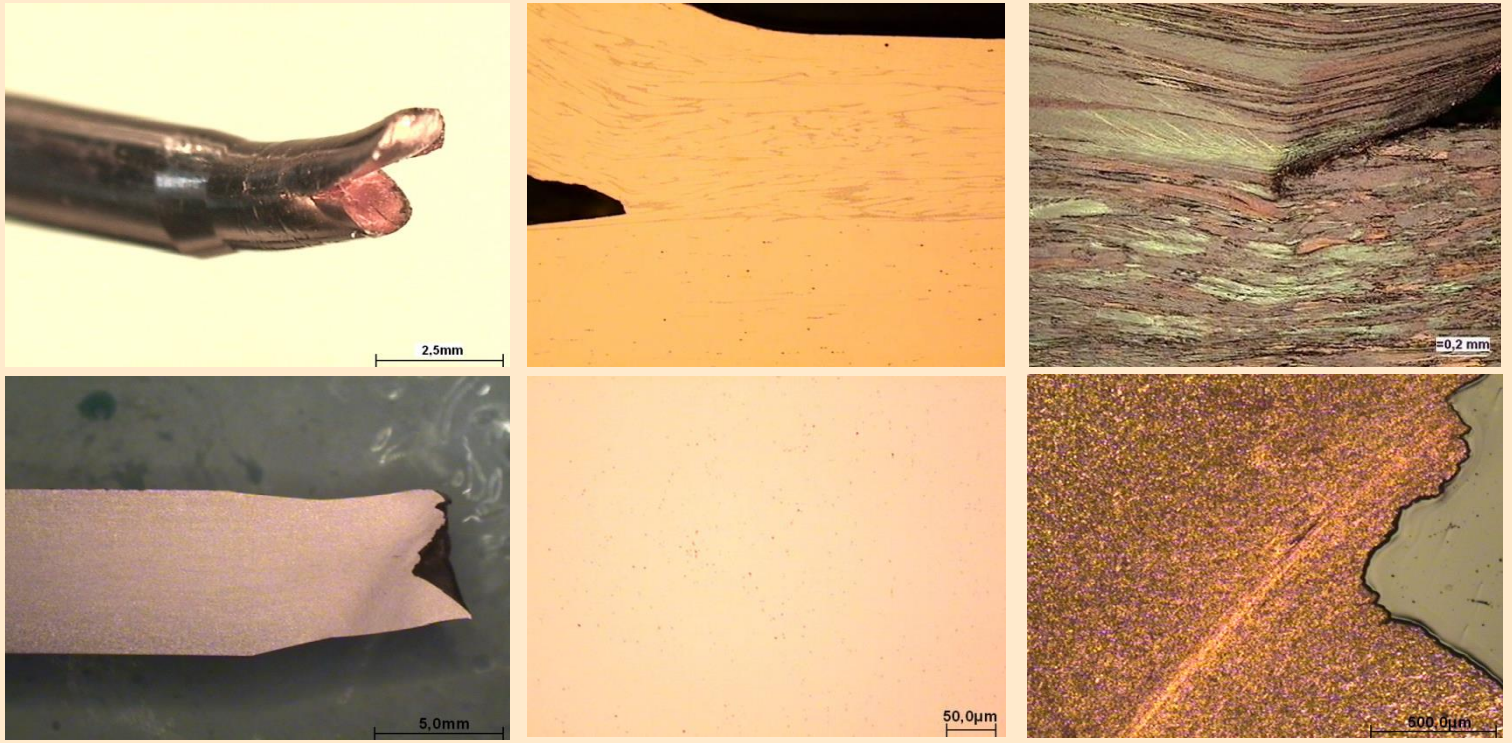
| Bruchart | Eiunschlussbruch |
|---|---|
| Beispiele |    |
| Schädigungs-mechanismus | - Verringerung des tragenden Querschnittes durch Fremdpartikel bei gleichzeitiger Durchmesserverringerung<br>- Kerbwirkung und Überschreitung der Bruchspannung |

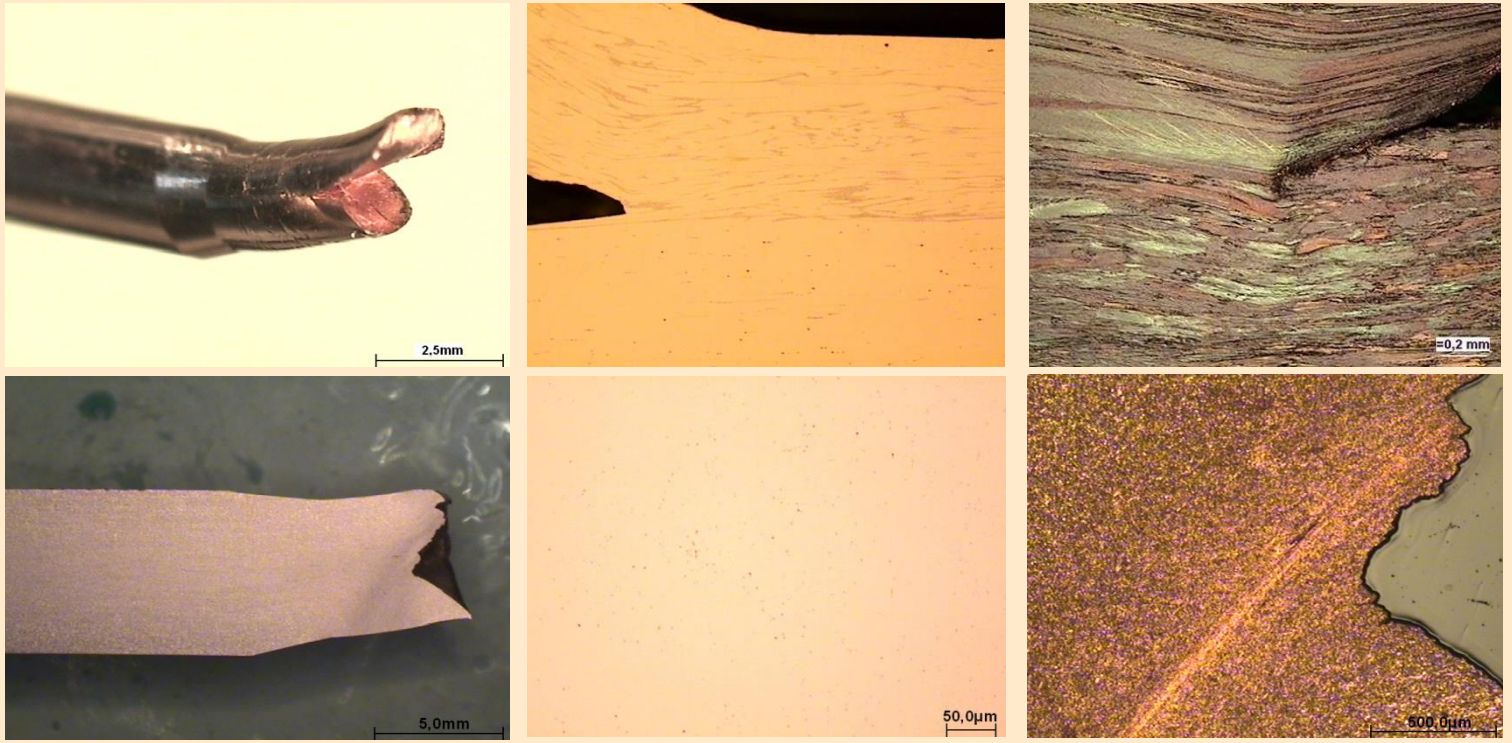
| Bruchart | Einschlussbruch |
|---|---|
| Beispiele |    |
| Mögliche Ursachen | ungünstige Wechselwirkungen im System Kupfer – Drahtoberfläche – Ziehprozesse<br>z.B. - Kontakt der Drahtoberfläche mit losen Partikeln der unmittelbaren Fertigungs-, Transport- oder Lagerumgebung<br>- Fremdpartikel aus dem Schmelz-, Walz- oder Ziehanlagenbereich |

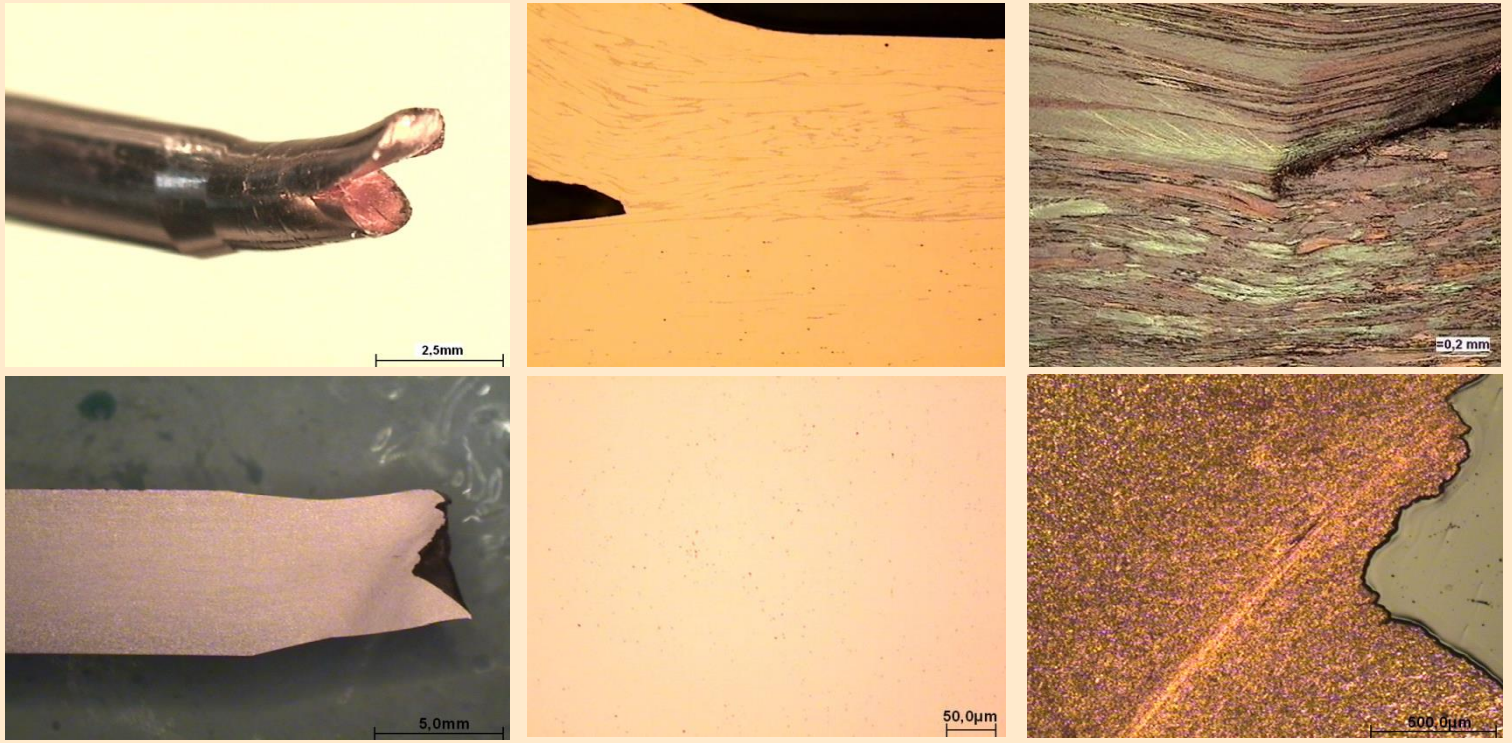
| Bruchart | Gewaltbruch durch eingewalzte / eingezogene (Fremd-) Partikel |
|---|---|
| Beispiele |    |
| Merkmale | - Eingeschnürter Drahtquerschnitt mit Scherwaben in der Restbruchfläche<br>- Material hebt sich von der Oberfläche im Bruchbereich ab, z.B. ein Span |

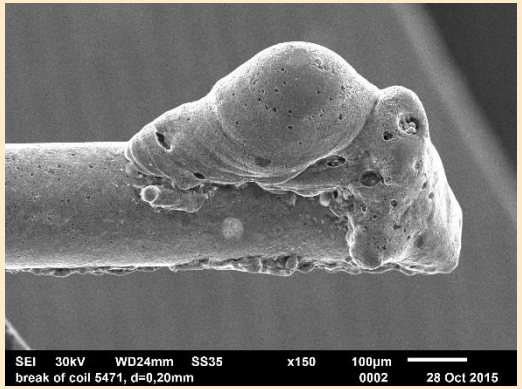
| Bruchart | Gewaltbruch durch eingewalzte / eingezogene (Fremd-) Partikel |
|---|---|
| Beispiele |      |
| Schädigungs-mechanismus | Mechanische Oberflächenbeschädigungen und / oder in die Prozessabfolge gelangte Partikel werden in die Drahtoberfläche eingearbeitet<br>- Folge sind erneute Oberflächenbeschädigungen, Querschnittveränderungen und lose Kontaktflächen zwischen Partikel und Drahtoberfläche<br>- im Ziehprozess können sich diese Partikel erneut lösen und / oder Ziehsteine zusetzen<br>- Negativer Einfluss auf Schmierung und Kühlung → Anstieg Ziehkräfte → Überschreitung des Formänderungsvermögens des Werkstoffes |

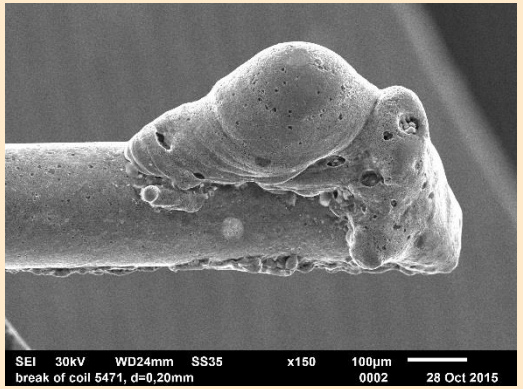
| Bruchart | Gewaltbruch durch eingewalzte / eingezogene (Fremd-) Partikel |
|---|---|
| Beispiele |    |
| Mögliche Ursachen | - Späne, Flitter, abgeschabte Schalen z.B. in der GWD Fertigung oder durch unsaubere Ziehsteine<br>- Kerbartige Beschädigungen durch Gabelstapler, scharfkantige Anschläge und Schürfbewegungen über raue Oberflächen kommen ebenso in Frage |

| Bruchart | Schweißstellenbruch |
|---|---|
| Beispiele |  |
| Merkmale | - „Warmschweißstelle“: Längere Lippe und duktil gebrochener Restquerschnitt, netzähnliche Oxydulausscheidungen und andere Kornstrukturen in der Lippe<br>- „Kaltschweißstelle“: gleichmäßige Gefügestrukturen beiderseits der Nahtstelle |

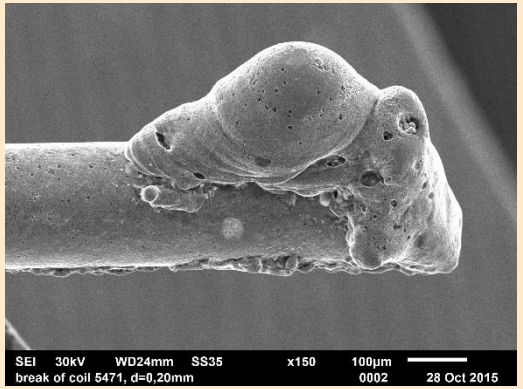
| Bruchart | Schweißstellenbruch |
|---|---|
| Beispiele |  |
| Schädigungs-mechanismus | - verschiedene Gefüge mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften / oxidische Anreicherungen<br>- ungünstige Gefügeanordnungen |

| Bruchart | Schweißstellenbruch |
|---|---|
| Beispiele |  |
| Mögliche Ursachen | - Ungeeignete Verfahrensauswahl<br>- Schweißfehler, z.B. Parameter, Porenbildung, Fremdphaseneintrag (Oxide) |

| Bruchart | Glühbruch |
| --- | --- |
| Beispiele |   |
| Merkmale | - glatte Bruchfläche<br>- aufgeschmolzenes Material an der Spitze<br>- Brandstellen im weiteren Verlauf des Bruchmusters |

| Bruchart | Glühbruch |
| --- | --- |
| Beispiele |   |
| Schädigungs-mechanismus | - Aufschmelzen des Drahtes durch Lichtbogen |

NE Drahtforum

| Bruchart | Glühbruch |
| --- | --- |
| Beispiele |   |
| Mögliche Ursachen | - schlecht geführter Draht auf der Kontaktscheibe<br>- Rillen auf der Kontaktscheibe |

# Fazit für Drahtrisse bei Feinstdraht

NE Drahtforum

- ✓ **Bruchtyp** bei **Feinstdraht** kann mit **gutem Equipment „makroskopisch“** ermittelt werden, wichtig um Ursache zu ermitteln und **Abstellmaßnahmen** einzuleiten
- ✓ Rasterelektronenmikroskop (REM) kann für weiterführende Untersuchung (z.B. Einschlussmaterial-Analysen) herangezogen werden
- ✓ Gefügeschliffe bei kleinsten Durchmessern sind sehr aufwendig und i.d.R. ohne weitere Informationen zur Ursache
- ✓ Großteil der Drahtbrüche im **Feinstdraht**bereich sind **Einschluss-**, **Dehnungs- und Cup&Cone-Brüche**