

Thomas Cernic, TB Cernic, Linz – Österreich



Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

8. Fachtagung Oberbauschweißtechnik, SLV Hannover

Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

„Wenn die Neugier sich auf ernsthafte Dinge richtet, dann nennt man das Wissensdrang.“



Ebner-Eschenbach

Überblick

Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Ein paar „Blicke“ auf Fragen zu

- ❖ AT-Schweißungen auf Stahlkonstruktionen
- ❖ Beschleifung von Schienenstößen
- ❖ Projekt Dellenbildung
- ❖ Schweißen von ‚höherfesten‘ Rillenschienen
- ❖ Umgang mit Schadensfällen

Überblick

Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Lässt sich das Risiko beim aluminothermischen Schweißen von Kranbahnen minimieren?



Mit freundlicher Genehmigung: Kranbau Köthen GmbH

AT-Schweißen auf Stahlkonstruktionen

Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Wie hoch ist die RADLAST Q bei schweren Stahlwerkskränen?

Q = ----- to ?



AT-Schweißen auf Stahlkonstruktionen

Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Lässt sich das Risiko beim aluminothermischen Schweißen von Kranbahnen minimieren?



AT-Schweißen auf Stahlkonstruktionen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

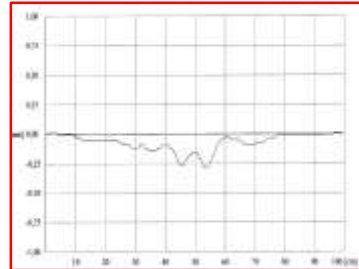
Lässt sich das Risiko beim aluminothermischen Schweißen von Kranbahnen minimieren?

- ❖ Ja!
- ❖ Mit entsprechenden Vorkehrungen sind Schienen auf Stahlkonstruktionen sicher AT-schweißbar!

AT-Schweißen auf Stahlkonstruktionen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Was ist bei der Beschleifung von Schienenstößen zu beachten?



Schleifen von Schweißstößen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Wie tief ist die ,angekrazzte' Stelle?



Schleifen von Schweißstößen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Wie tief ist die ,angekrazzte' Stelle?



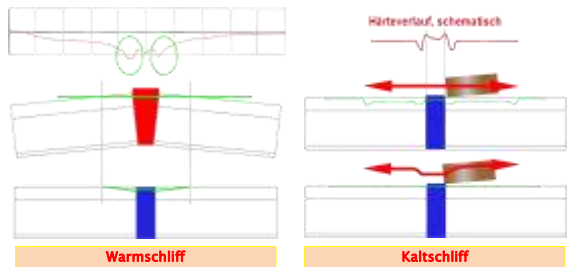
a = ___ mm

$a_{zul} \leq -0,2 / -0,1 \text{ mm !}$
 DB RII 824.8210

Schleifen von Schweißstößen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Korrekte Beschleifung – ,Da schleifen, wo was zum Schleifen ist' = Schweißung!



Schleifen von Schweißstößen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Was ist bei der Beschleifung von Schienenstößen zu beachten?



Schleifen von Schweißstößen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

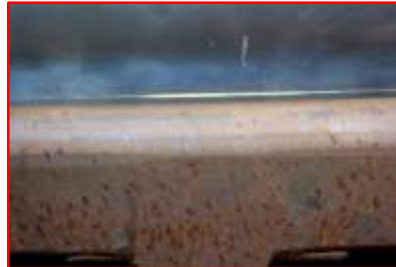
Was ist bei der Beschleifung von Schienenstößen zu beachten?

- ❖ ‚Kurze Schleifung‘ ist NICHT die Lösung ...
- ❖ Schleifen, wo es erforderlich ist!
 = SCHWEISSUNG selbst!

Schleifen von Schweißstößen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Warum bilden sich bei AT – Schienenschweißungen fallweise Dellen?



Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

STATUS – Forschungsprojekt mit voestalpine

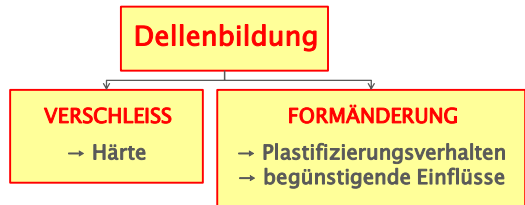
- Härte → entspricht gängigen Forderungen
- Versuche am Rollprüfstand → aktuell keine Reproduktion möglich, Optimierung erforderlich



Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

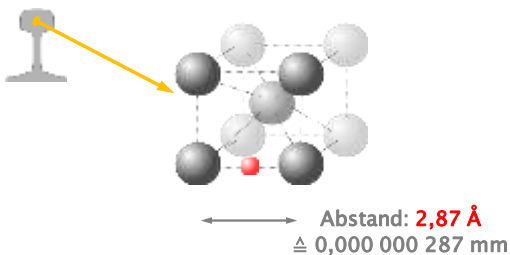
STATUS – Forschungsprojekt mit voestalpine



Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

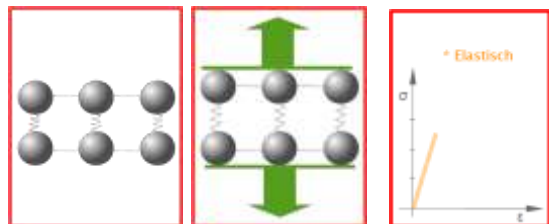
Grundlagen Formänderung (Materialverformung)



Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Elastische Materialverformung

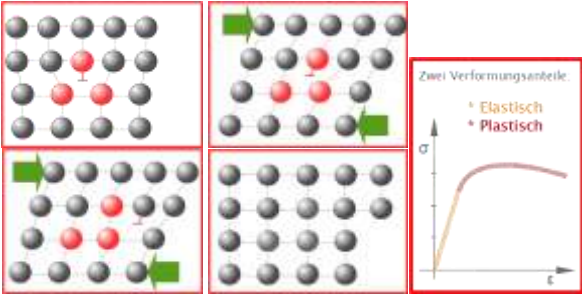


Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Plastische Materialverformung

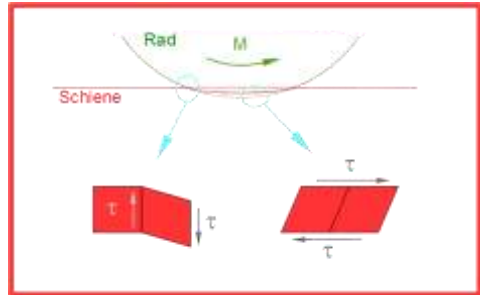
$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} > Rp_{0,2}$$



Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

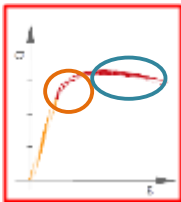
Vorstellungsmo­dell – Beispiele für Scherspannung τ



Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Plastische Materialverformung



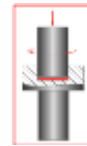
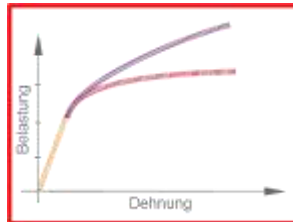
Zugversuch → **Festigkeit**
 ‚eingedelltes Mat.‘ \cong Schienen Mat.

HPT-Versuch → ‚Verfestigung‘
 im Laufen ...

Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

High Pressure Torsion – Versuch



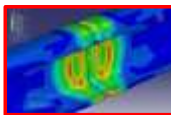
Materialverhalten bei hohen Scherkräften

Plastisch Verfestigend

Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Begünstigende Einflüsse → Eigenspannungen



Dellenbildung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Gibt es Besonderheiten beim AT-Schweißen von ‚höherfesten‘ Rillenschienen?



Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Gängige Anmerkungen zu diesem Thema

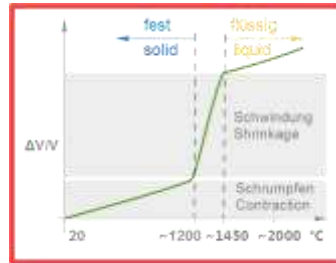
- ‚höherfeste Rillenschienen sind nicht schweißbar...‘
- ‚da sind so hohe Eigenspannungen, die Schweißung bricht bei einem Hammerschlag...‘
- ‚Die Schienen haben so hohe Eigenspannungen, das war der Auslöser...‘

Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Besonderheit I: Geometrie + Längenänderung

→ Eigenspannungsentstehung



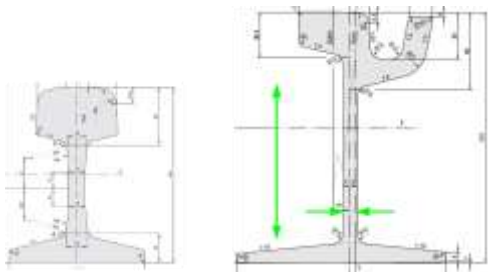
≈ 2 %
Volumsänderung

Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Besonderheit I: Geometrie + Schwindung

→ Eigenspannungsentstehung

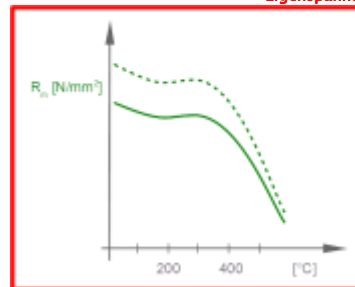


Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Besonderheit II: ‚Höherfester‘ Stahl

→ Eigenspannungsentstehung

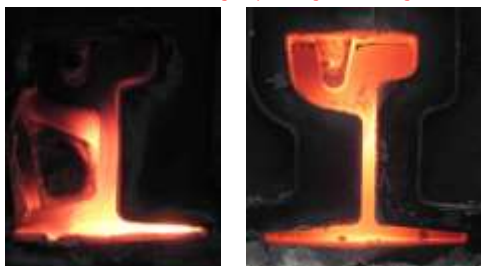


Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Besonderheit III: Vorwärmung - ‚Vorwärmbild‘

→ Eigenspannungsentstehung, Kristallisation

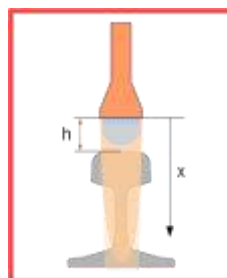


Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Besonderheit IV: Vorwärmung - ‚Sonstiges‘

→ Einschlüsse, Eigenspannungsentstehung, Kristallisation



Flammentemperatur $O_2 - C_3H_8$:
 $x = 5 \text{ mm}$: ≈ 2700 °C
 Zulässige Temperaturen:
 SiO_2 : ≈ 1700 °C
 Al_2O_3 : ≈ 2000 °C

Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

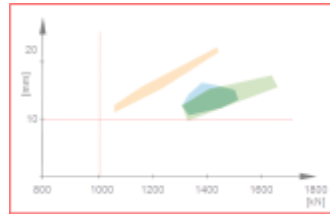
Besonderheit IV: Vorwärmung – ‚Sonstiges‘
 → Einschlüsse, Eigenspannungsentstehung, Kristallisation



Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Conclusio:



Cernic durchgeführte
 Schweißungen
 24 Stück:
 Bruchkraft_{Mittelwert}
 1440 kN
 Durchbiegung_{Mittelwert}
 13,8 mm

Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

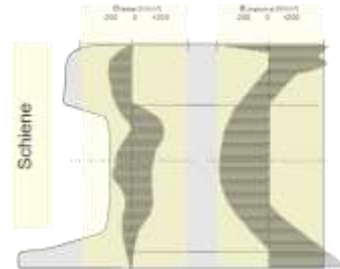
Conclusio:

Bei konsequenter Einhaltung
 der speziellen Randbedingungen
 sind höherfeste Rillenschienen
 tadellos verschweißbar!

Schweißen ‚höherfester‘ Rillenschienen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

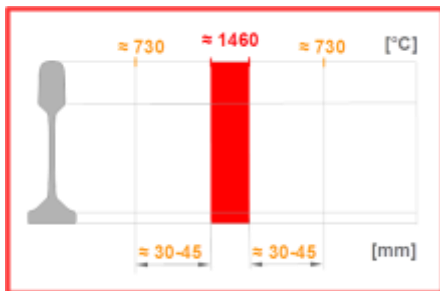
**Können die Eigenspannungen der Schiene
 die Schweißung zum Brechen bringen?**



Schieneleigenspannungen nahe der Schweißung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

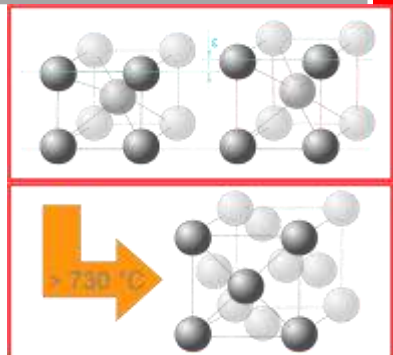
Temperaturniveaus



Schieneleigenspannungen nahe der Schweißung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Umwandlungen



Schieneleigenspannungen nahe der Schweißung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Schienenelastizitäten ...

... werden – abhängig vom
 Wärmeeintrag in die Schiene –
 nahe der Schweißung
 komplett aufgelöst bzw. abgemindert

Schienenelastizitäten nahe der Schweißung

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Wie verfährt man richtig bei der ‚Sicherstellung‘ von Schadensfällen?

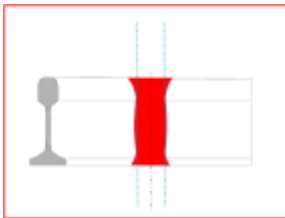


Umgang mit Schadensfällen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Beispiel I für ungünstigen Umgang ...

→ Vernichtung von Information!



UT-Fehler bei AT-Schweißung
 ‚knappes Heraustrennen, um ‚Drüberschweißen‘ zu können ...‘

Umgang mit Schadensfällen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Beispiel II für ungünstigen Umgang ...

→ Vernichtung von Information!



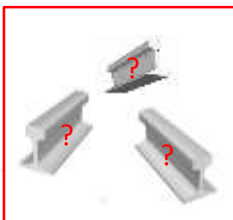
‚Schweißbruch‘
 Thermisches Trennen, knapp am Schadensfall ...

Umgang mit Schadensfällen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Beispiel III für ungünstigen Umgang ...

→ Fehlende Rückverfolgbarkeit!



Mehrere Proben – nicht identifizierbare Untersuchungsobjekte ...
 Fehlende Bezeichnungen
 Fehlende Rückverfolgbarkeit ...

Umgang mit Schadensfällen

© TB Cernic Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

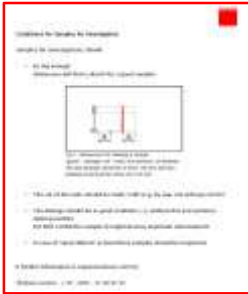
Richtig:



Dokumentation VOR der Entnahme!
 (RÜCKVERFOLGBARKEIT!!!)
 * Beschriftung vor dem Fotografieren
 * Übersichtsfoto
 * Detailfotos
 * ggf. Maßstab anlegen

Umgang mit Schadensfällen

Richtig:



- Entnahme!**
- * Beschriften
 - * Entnahme fotografieren
 - * Wenn möglich: Kaltschnitt!
 - * Abdecken des Schadens beim Schnitt!
 - * Ausreichende Entfernungen zum Schaden bzw. zu relevanten Details

Wie verfährt man richtig bei der ‚Sicherstellung‘ von Schadensfällen?

- ❖ Achten Sie ‚Rückverfolgbarkeit‘!
- ❖ Zerstören Sie keine wichtigen Informationen!
- ❖ Dokumentieren Sie!

„Meine Lieblingsidee war es, die Lokomotive auf die Straße zu stellen. Ich wollte sie aus ihrer Zwangsläufigkeit befreien.“

Benz



Ich wünsche Ihnen schöne Schienenschweißungen!
Ihr Thomas Cernic

We Know How!
www.cernic.at