

Thomas Cernic, TB Cernic, Linz - Österreich



## Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

7. Fachtagung Oberbauschweißtechnik, SLV, Hannover

© TB Cernic

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...



„In der Wissenschaft gleichen wir alle nur den Kindern, die am Rande des Wissens hie und da einen Kiesel aufheben, während sich der weite Ozean des Unbekannten vor unseren Augen erstreckt.“



Newton

© TB Cernic

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...



Ein paar „Blicke“ auf Fragen zu

- ❖ Temperatur von aluminothermischen Schweißgut
- ❖ Biegebruchversuch von Rillenschienen
- ❖ Eigenspannungen
- ❖ Kristallisation
- ❖ Geometrische Entwicklung von Schweißstößen

Oberblick

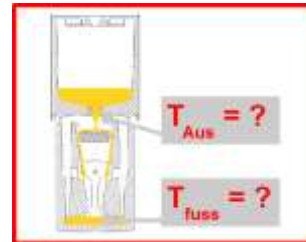
© TB Cernic

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...



Welche Temperatur hat die Schmelze

- beim Verlassen des Tiegels?
- beim Auftreffen / Bereich Schienenfuß?



Temperatur bei aluminothermischen Schweißungen

© TB Cernic

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...



Welche Temperatur hat die Schmelze  
 • beim Verlassen des Tiegels?



Temperatur bei aluminothermischen Schweißungen

© TB Cernic

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...



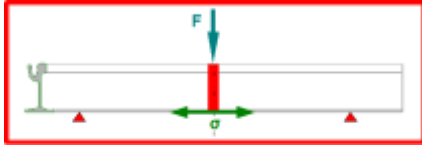
Welche Temperatur hat die Schmelze  
 • beim Auftreffen am Schienenfuß?



Temperatur bei aluminothermischen Schweißungen

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

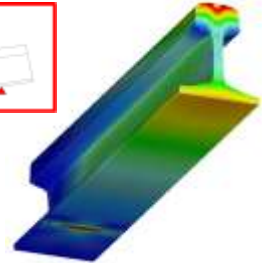
**Macht der Biegebruchversuch einer Rillenschienenschweißung Sinn?**



Biegebruchversuch bei Rillenschienen

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

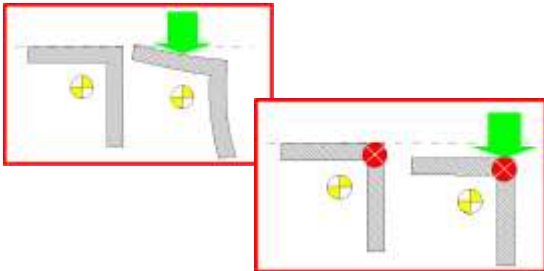
**Vignolschiene**



Biegebruchversuch bei Rillenschienen

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

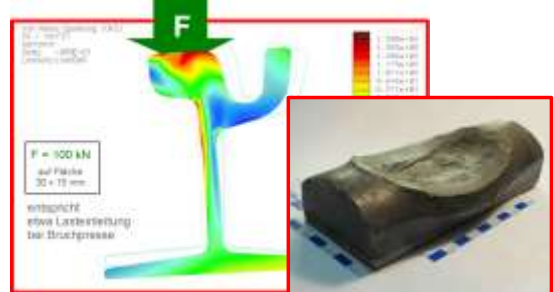
**Lasteinleitung – asymmetrisches Profil**



Biegebruchversuch bei Rillenschienen

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

**Falsche Lasteinleitung**



Biegebruchversuch bei Rillenschienen

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

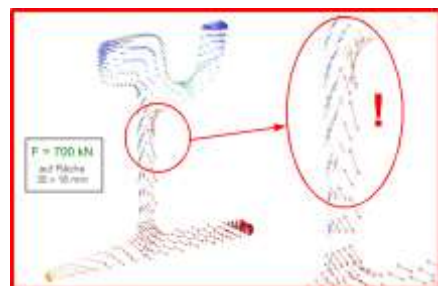
**Verdrehung bei falscher Lasteinleitung**



Biegebruchversuch bei Rillenschienen

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

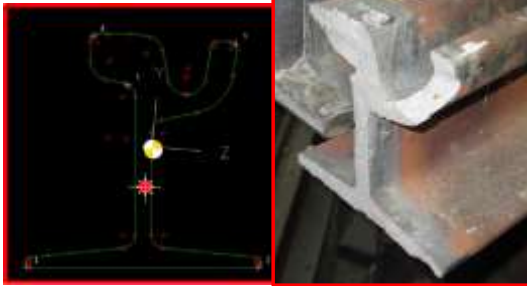
**Hauptnormalspannungen**



Biegebruchversuch bei Rillenschienen

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

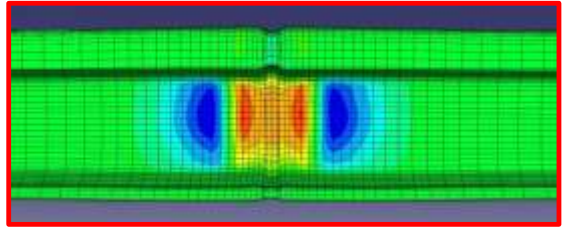
**Korrekte Lasteinleitung**



**Biegebruchversuch bei Rillenschienen**

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

**Wie entstehen Eigenspannungen?**



**Eigenspannungen**

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

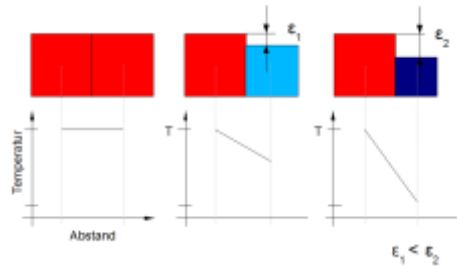
**Einflussfaktoren – Eigenspannungen**

- Temperaturverteilungen über die Zeit
- Materialspezifische Kennwerte (z.B. Dehnungsverhalten, Umwandlungsverhalten)

**Eigenspannungen**

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

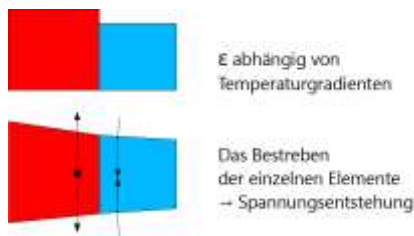
**Gedankenmodell – Temperaturgradient**



**Eigenspannungen**

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

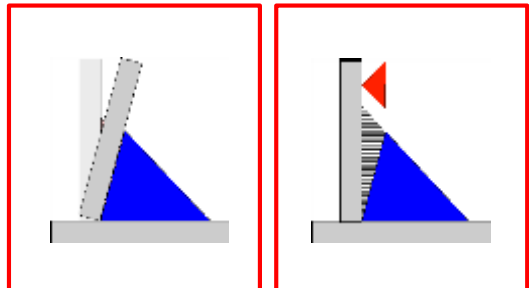
**Gedankenmodell – Eigenspannungsentstehung**



**Eigenspannungen**

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

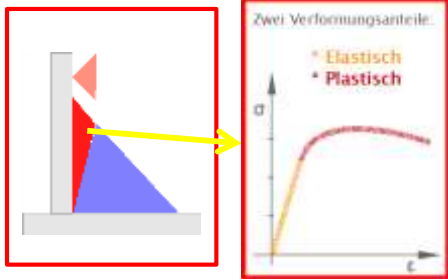
**Schrumpfung / behinderte Dehnung**



**Eigenspannungen**

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

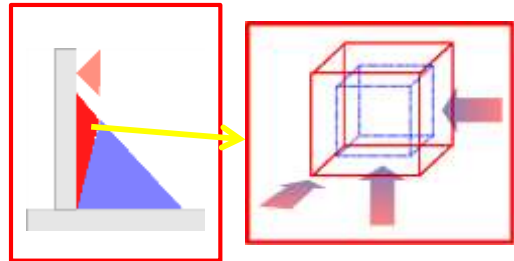
**WIE verformt es sich?**



Eigenspannungen

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

**WO verformt es sich?**



Eigenspannungen

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

**Wie sieht das Ganze nun bei der Schweißung aus?**



Eigenspannungen

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



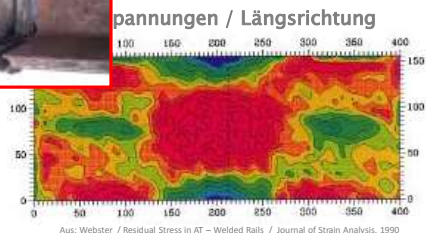
**ACHTUNG:**  
 Nicht zu verwechseln mit:  
 Schweißtechnischen Problemen:  
 • Sandeinbrand  
 • Fehlerhafter Aufschmelzung  
 Schleiftechnischen Problemen ...

Eigenspannungen

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



**Wie sieht das Ganze nun bei der Schweißung aus?**



Eigenspannungen

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

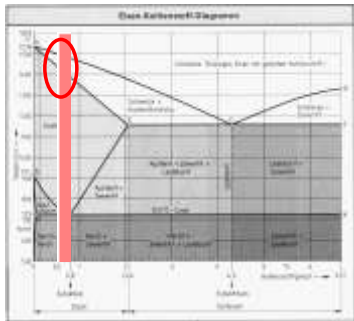
**Wie funktioniert Kristallisation? (AT-Schweißung)**



Kristallisation / Erstarrung

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

**Primärkristallisation**



Kristallisation / Erstarrung

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

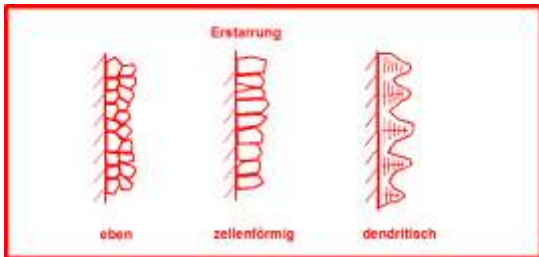
**Warum ist die Kenntnis über Primärkristallisation wichtig?**

- Mechanisch-technologische Eigenschaften
- Schadensfallanalyse (Was ist passiert?)

Kristallisation / Erstarrung

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

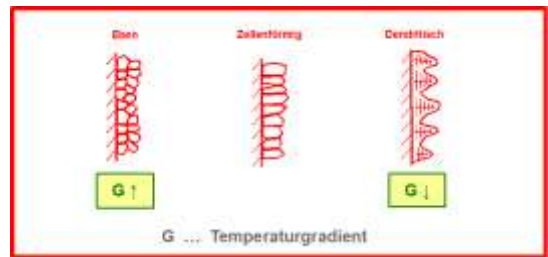
**Typen der Erstarrung**



Kristallisation / Erstarrung

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

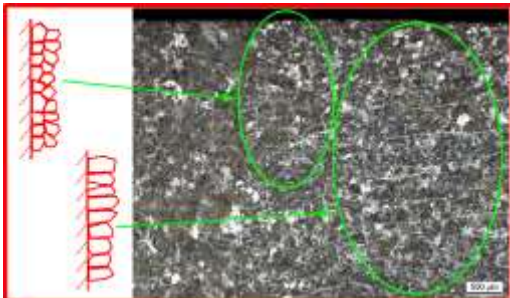
**Voraussetzung für die einzelnen Erstarrungstypen**



Kristallisation / Erstarrung

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

**Wie sehen die einzelnen Erstarrungstypen real aus?**



Kristallisation / Erstarrung

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

**Erstarrungsablauf (schematisch)?**

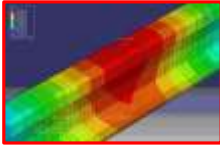
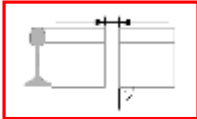



Kristallisation / Erstarrung

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

**Welche Parameter sind (u.a.) für die Erstarrung maßgeblich?**

- Der Wärmehaushalt
- Die geometrischen Parameter
- Die chemische Zusammensetzung.

**Kristallisation / Erstarrung**

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

**Fallbeispiel: Wärmehaushalt – Vorwärmen**

Qualitative Analyse der Auswirkung unterschiedlicher Brennerhöhen beim Vorwärmen

© TB Cernic - Linz - Austria

**Kristallisation / Erstarrung**

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

**Vergleich AT-Schweißung**

Vorwärmung richtig



**Kristallisation / Erstarrung**

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

**Vergleich AT-Schweißung**

Vorwärmung falsch



**Kristallisation / Erstarrung**

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

**Typische, 'kristallisationsbedingte' Schadensfälle?**

- Lunker aller Varianten
- Lokale, ungünstige Kristallisationsformen



**Kristallisation / Erstarrung**

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

**Geometrische Entwicklung von Schweißungen?**

Geometrieentwicklung an AT-Schweißstößen

Ausgang aus Messtechnik / Langzeitversuch

© TB Cernic in Kooperation mit Österreichischer Bundesbahnen (ÖBB)  
 © TB Cernic - Linz - Austria

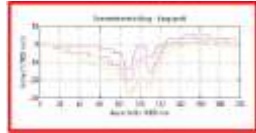
**Geometrische Entwicklung**

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

**Auswirkung der dynamischen Beanspruchung?**

**Beispiel:**

Lokomotive 100 km/h  
 Vertiefung 0,4 mm



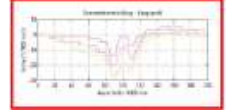
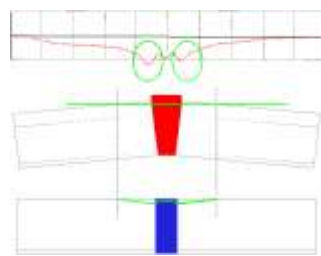
Wie hoch ist die lokale dynamische Belastung?

**Lösung:**

Geometrische Entwicklung

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

**Woher kommt die Unruhestelle?**



Geometrische Entwicklung

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

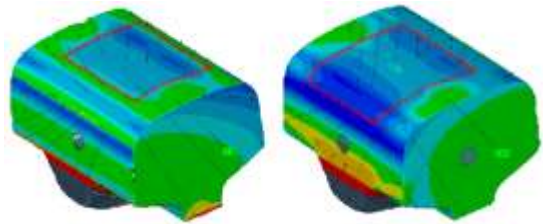
**Dellenbildung ?**



Geometrische Entwicklung

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

**Dellenbildung**



Geometrische Entwicklung

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

**Aktuelles Forschungsprojekt ‚Dellenbildung‘:**



- Versuche am Rollprüfstand
- Plastifizierungsverhalten
- Einfluss der Erstarrungsmorphologie
- Verschleißdefinition
- Einfluss Dynamik



Geometrische Entwicklung

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

„Die Wissenschaft nötigt uns, den Glauben an einfache Kausalitäten aufzugeben.“

Nietzsche



Geometrische Entwicklung

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



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

Sehr geehrte Kollegin!  
Sehr geehrter Kollege!

Einige der präsentierten Video  
Clips finden Sie unter  
[www.cernic.at](http://www.cernic.at)

Ihr Thomas Cernic

*We Know How!*