

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

**Ein weiterer Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...**

10. Fachtagung Oberbauschweißen 2019  
 SLV Hannover

1

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

Hermann Ebbinghaus

Quelle: Wiki/Commons

**Überblick**

2

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

**Ein paar „Blicke“ auf Fragen zu**

- ❖ Spannungen an Schienen
- ❖ Status Dellenbildung – AS Schweißung
- ❖ ‚Ebbinghaus‘ in der Ausbildung

**Überblick**

3

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

**Spannungen an Schienen und Schweißungen**

$\sigma_{\text{Eigen, vertikal}}$   $\sigma_{\text{Betrieb}}$   $\sigma_{\text{Betrieb, lokal}}$   $\sigma_{\text{Kerbe lokal}}$

**Spannungen an Schienen und Schweißungen**

4

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

**Bsp.: Strassenbahngleis**  
 60R1, eingedeckt,  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $F \approx 5$  to  
**Welche Spannungen wirken (am Punkt) ?**

**Spannungen an Schienen und Schweißungen**

5

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

$\sigma_{\text{Temp}}$   
 $\sigma_{\text{Eigen}}$   
 $\sigma_{\text{Betrieb}}$

**Wie hoch sind die Spannungen?**  
 (Abschätzung, prozentuell – am Punkt)

**Spannungen an Schienen und Schweißungen**

6

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

$\sigma_{\text{Betrieb}} \approx$   
 $\sigma_{\text{Temp}} \approx$   
 $\sigma_{\text{Eigen}} \approx$

$\text{N/mm}^2$  (Biegung)  
 $\text{N/mm}^2$   
 $\text{N/mm}^2$

Spannungen an Schienen und Schweißungen

7

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Spannungen an Schienen und Schweißungen – Actio

8

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Spannungen an Schienen und Schweißungen – Reactio

Quelle: Mit freundlicher Genehmigung Prof. Schneider, TU Kaiserslautern

9

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Spannungen an Schienen und Schweißungen

10

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

„Eine Reise durch die Welt der Head Checks ...“

Computer-Tomograph HWM Rayscan 250X  
 Cerncic - FH Wels - 2009  
 © Cerncic – Linz / Alkoven - Austria

Spannungen an Schienen und Schweißungen

11

Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

Biegespannungen

$\sigma$  [N/mm<sup>2</sup>]  
 Bettungsmodul [N/mm<sup>2</sup>]

49E1 - oKopf  
 54E2 - oKopf  
 60E1 - oKopf  
 49E1 - oFuß  
 54E2 - oFuß  
 60E1 - oFuß

schlechter Untergrund  
 Betrieb  
 Durchbiegung  
 Biegelinie  
 Abstand

Spannungen an Schienen und Schweißungen

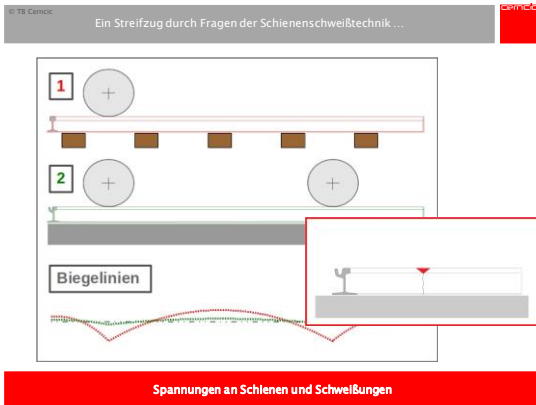
12



13



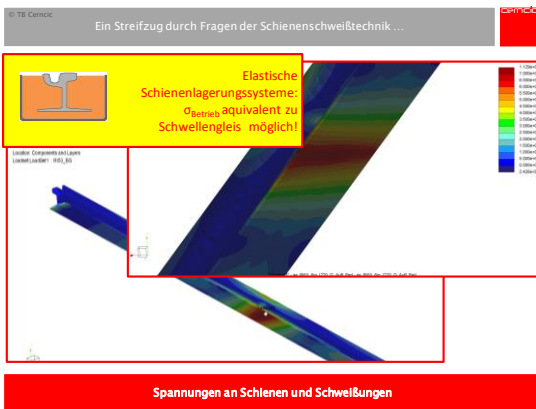
14



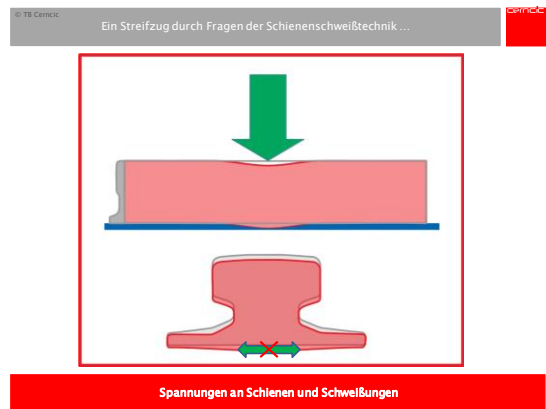
15



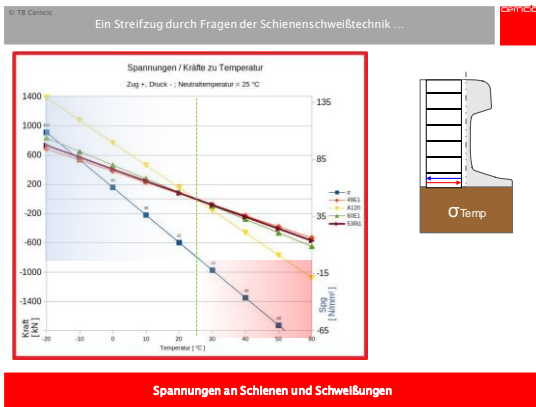
16



17



18



19



20



21



22

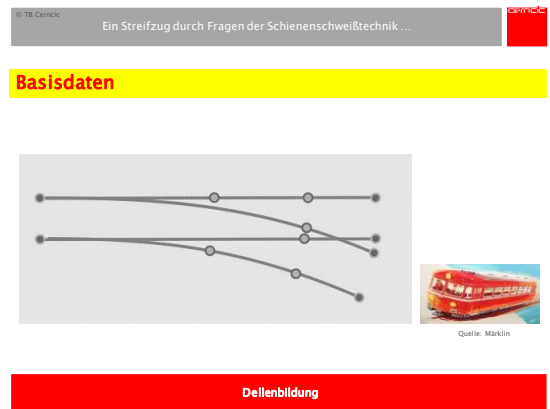
Ein Streifzug durch Fragen der Schienenschweißtechnik ...

**Basisdaten**

Bahn	Radlast [to]	v <sub>hyp</sub> [km/h]	D <sub>Rad</sub> [mm]	Zeitraum [Jahr]	Lastwechsel [x TS]	Tfz
Bahn 1	6-7	20-50	860 680	0,5	> 40-50	Stadler
Bahn 2	5	10-40	550	0,5 – 1,5	> 100-200	CityRunner
Bahn 3	5-7	20-40	900	n.b.	n.b.	Duewag

Dellenbildung

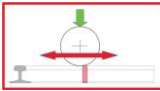
23



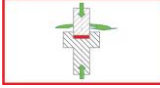
24

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

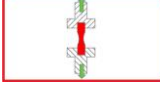
### Bisherige Versuche




**Überroll - Versuch**  
 Verschiedene Parametersätze  
 → Dellenreproduktion war nicht möglich



**High Pressure Torsion Versuch**  
 → Ergebnisse inkonsistent



**Zug - Versuch**




Dellenbildung

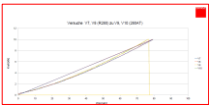
25


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

### Bisherige Versuche



**Druck - Versuch**





**Amsler – Verschleiss Versuch**  
 Schienenmaterial vs. AS-Material  
 → Schienenmaterial zeigt stärkeren Verschleiss

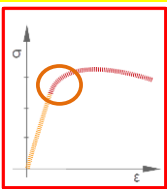
Dellenbildung

26

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

### Conclusio – bisherige Versuche

- ❖ Fokus: ‚Beginn Plastifizierung‘
- ❖ Roll-Prüfstandversuch Dellenbildung nicht reproduzierbar
- ❖ Mech. technolog. Versuche vornehmlich ‚statisch‘ orientiert
- ❖ Dellenentstehung als  $f(t, v, \dots)$  nicht berücksichtigt



Dellenbildung

27

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

### Conclusio – zukünftige Versuche

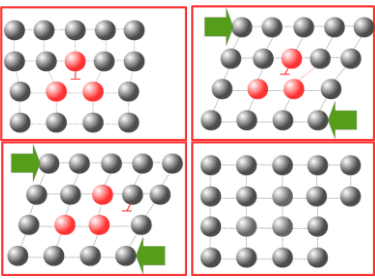
- ❖ Berücksichtigung dynamischer Faktoren
- ❖ Formänderung =  $f(\text{Lastwechsel, Belastungsgeschwindigkeit, Spg } f(t) \dots)$
- ❖ Schwierig zu berücksichtigen: Praxis – konforme Applikation der Spannungen

Dellenbildung

28


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

### Grundlagen für zukünftige Versuche



Zwei Verformungsanteile:

- Elastisch
- Plastisch

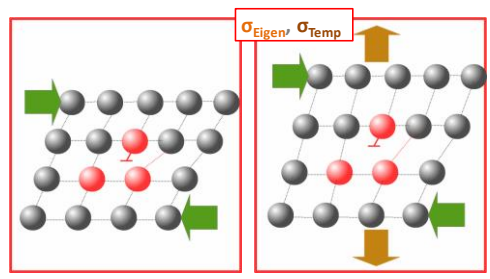


Dellenbildung

29

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

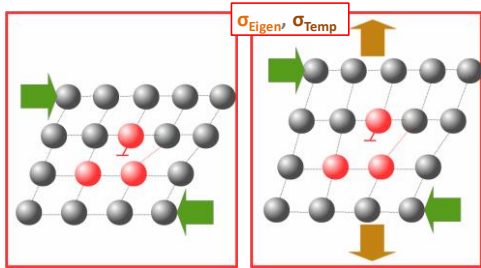
### Grundlagen



Dellenbildung

30

**Grundlagen**

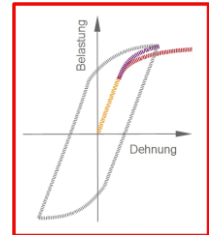


Dellenbildung

31

**Zyklische Verfestigung / Entfestigung**

- ❖ Veränderungen der Versetzungsstruktur
- ❖ Spezielle Effekte

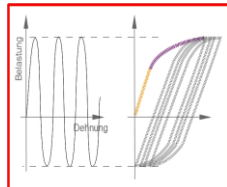


Dellenbildung

32

**Zyklisches Kriechen**

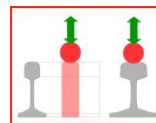
- ❖ Konst. Belastung
- ❖ Zusätzliche Aktivierung → Überwinden des Hindernisses
- ❖ Folge: Verschiebung der Hysterese



Dellenbildung

33

**Geplante Versuche**



**„Zyklischer Kugeldruck“**

- ❖ Große Kugel od. Zylinder
- ❖ Kraftgesteuerte Belastung (d.h. konst. Spannung → zykl. Kriechen)
- ❖ Messung „Dehnung“



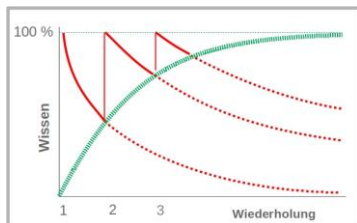
**„Zyklischer Zug/Druckversuch“**

- ❖ Prüfung des zyklischen Ver-/Entfestigungsverhaltens

Dellenbildung

34

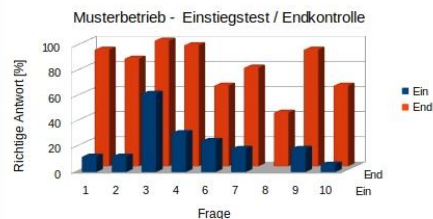
**Ebbinghaus in der Ausbildung**



Ebbinghaus

35

**Auswertung Wissencheck**



Ebbinghaus

36



37



38