

# Untersuchung an zugfesten Pressverbindern

ÖVG-Kongress 2016 - Fahrstromanlagen



Stephan Schlegel, Stephanie Pfeifer

Wien, 28.11.2016



DRESDEN  
concept  
Exzellenz aus  
Wissenschaft  
und Kultur

## Gliederung

### 1 Einleitung

- Einsatz von zugfesten Sechskant-Pressverbindungen
- Kontaktverhalten

### 2 Langzeitverhalten

- Lebensdauerkennlinie und Alterung
- Abhängigkeit des Verbindungswiderstands von der Kontaktkraft
- Gütefaktor betriebsgealterter Sechskant-Pressverbindungen

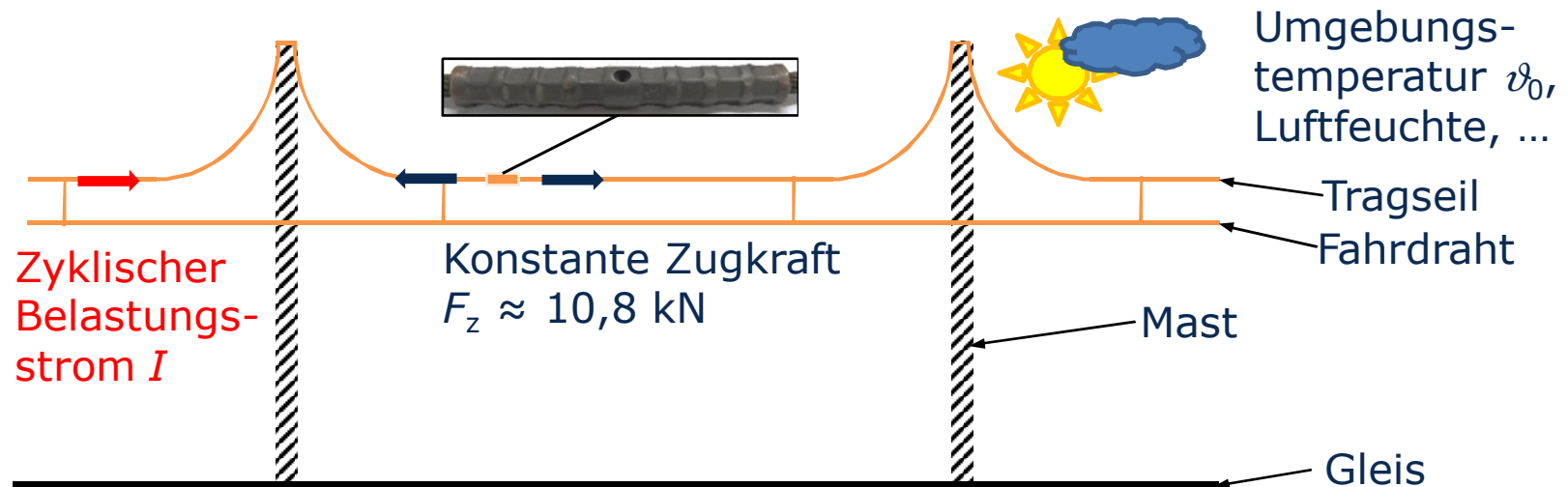
### 3 Diagnose der Verbindung

- Durchstrahlende Prüfmethoden
- Detektion an neuen und betriebsgealterten Verbindungen

### 4 Zusammenfassung

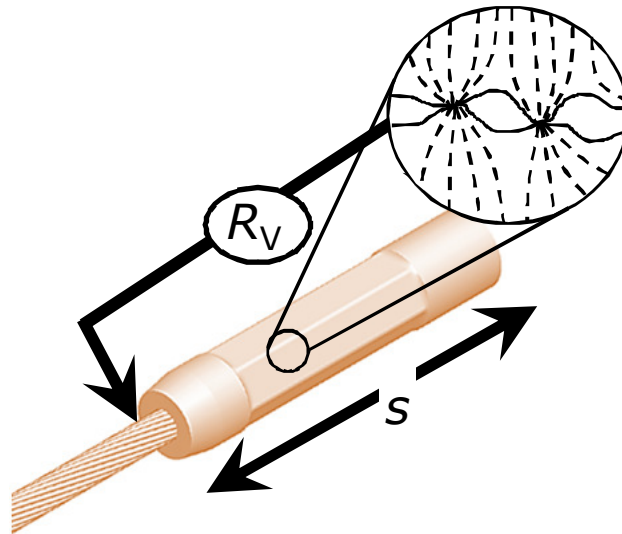
## Einleitung

### Einsatz von zugfesten Sechskant-Pressverbindungen



- Einsatz von Sechskant-Pressverbindungen beim Tragseil zur Reparatur und nach der Wartung → Einfache Montage
- Leiterseil und Verbinderhülse aus Cu-leg. → Funktionen: **Strom führen und Übertragen mechanischer Kräfte**
- Erwartete Lebensdauer  $\geq 30$  Jahre
- Fragestellung: Zerstörungsfreie Diagnose der Verbindungen

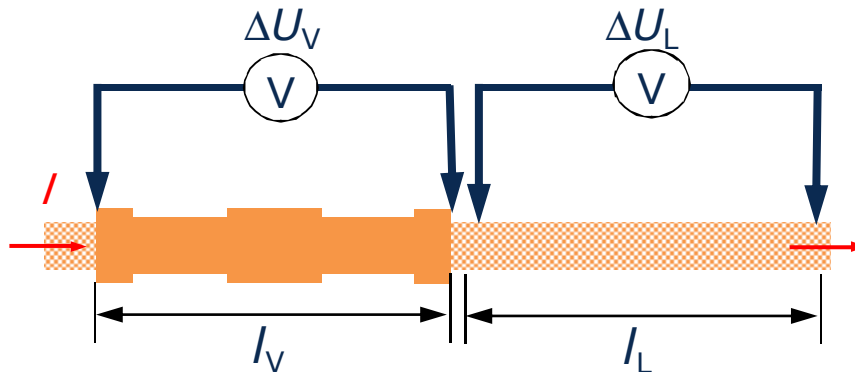
## Einleitung Kontaktverhalten



$$R_V = R_M + R_E + R_F$$

<b>Elektrische Kontaktfläche</b>	<b>Oxidschichten</b>
Formschluss	Aufbrechen beim Pressen
<b>Mech. Kontaktspannung</b>	Kontaktfett
<b>Kraftschluss (Kontaktkraft)</b>	

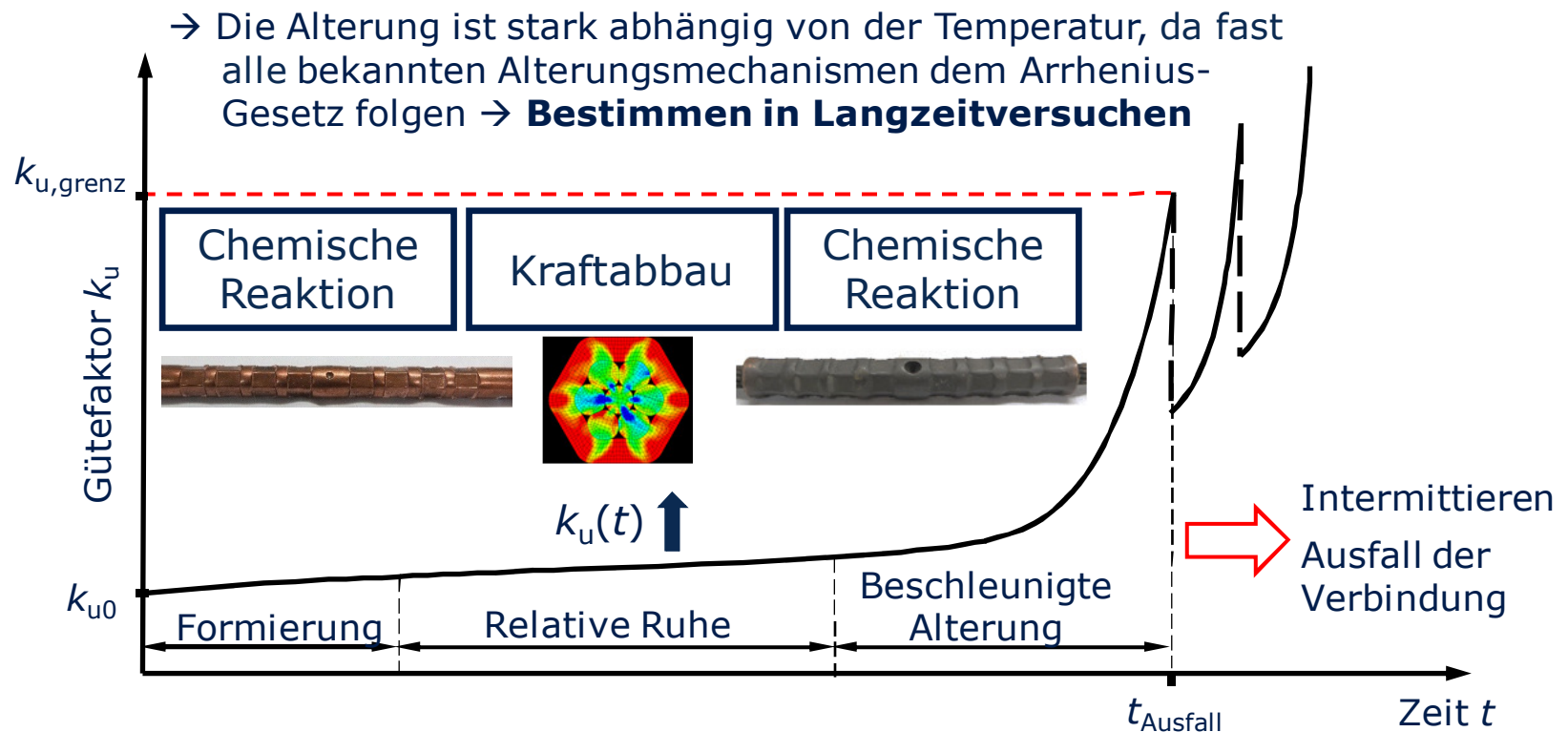
$R_V$ ...Verbindungswiderstand,  $R_M$ ...Materialwiderstand  
 $R_E$ ...Engewiderstand,  $R_F$ ...Fremdschichtwiderstand



$$k_u = \frac{\Delta U_V}{\Delta U_L} = \frac{R_V}{R_L} = \frac{P_V}{P_L}$$

$k_u = 1$ :  
Gleiche Verlustleistung im Leiter  
und der Verbindung

## Langzeitverhalten Lebensdauerkennlinie und Alterung (schematisch)

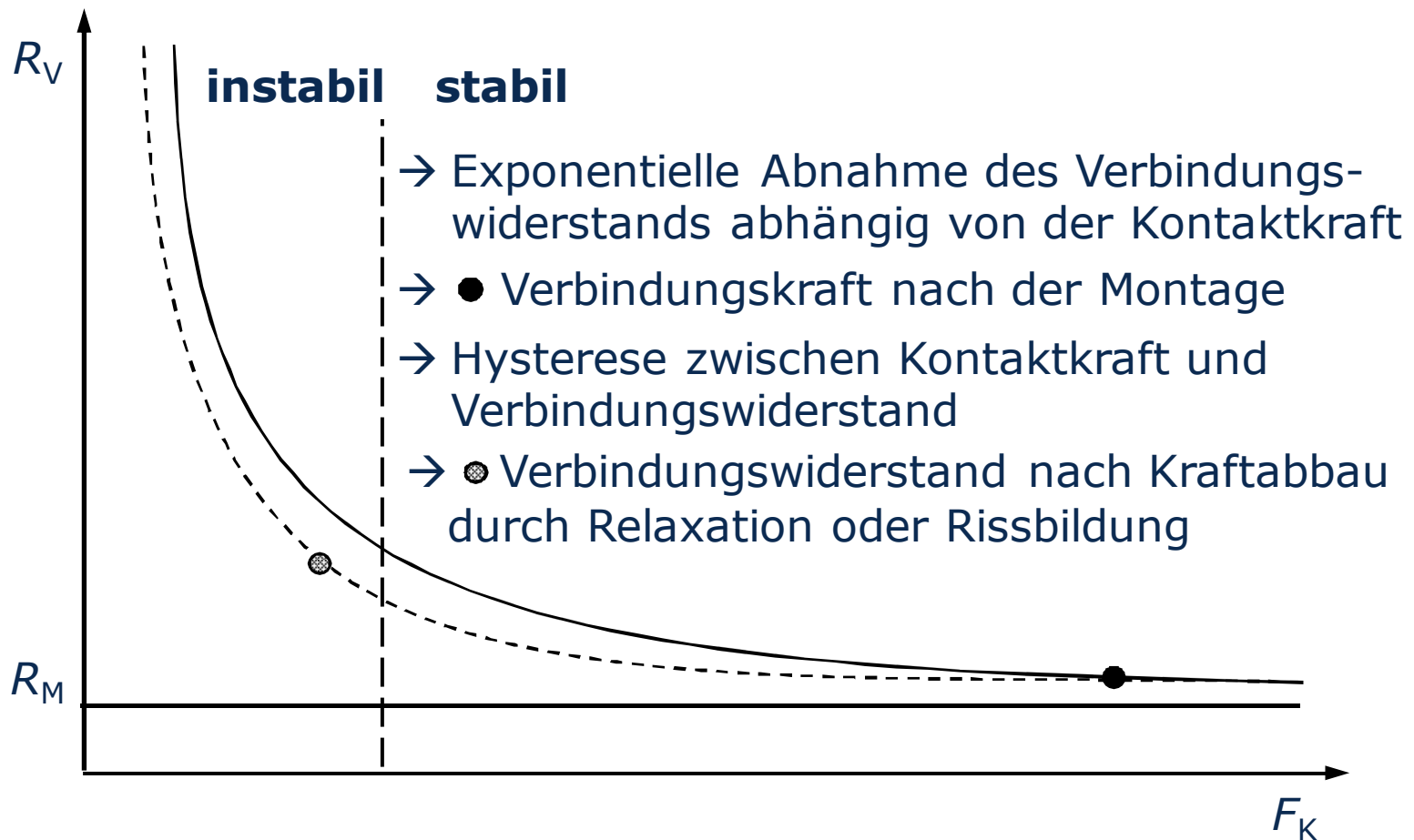


$k_{u0}$  - Anfangswert des Gütefaktors direkt nach der Montage ( $t = 0$ )

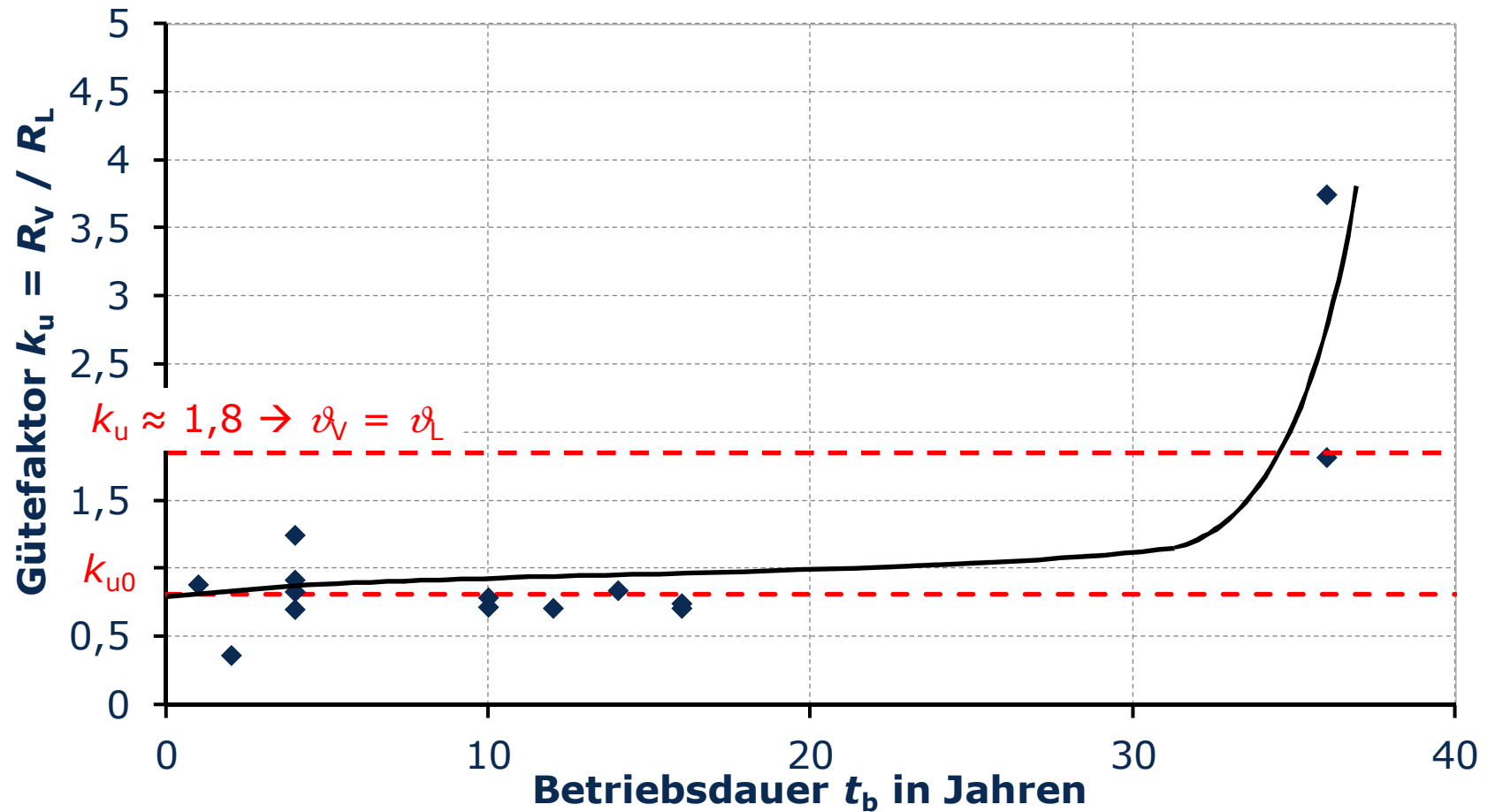
$k_{u,grenz}$  - kritischer (Grenz-) Gütefaktor ( $t = t_{Ausfall}$ )

## Langzeitverhalten

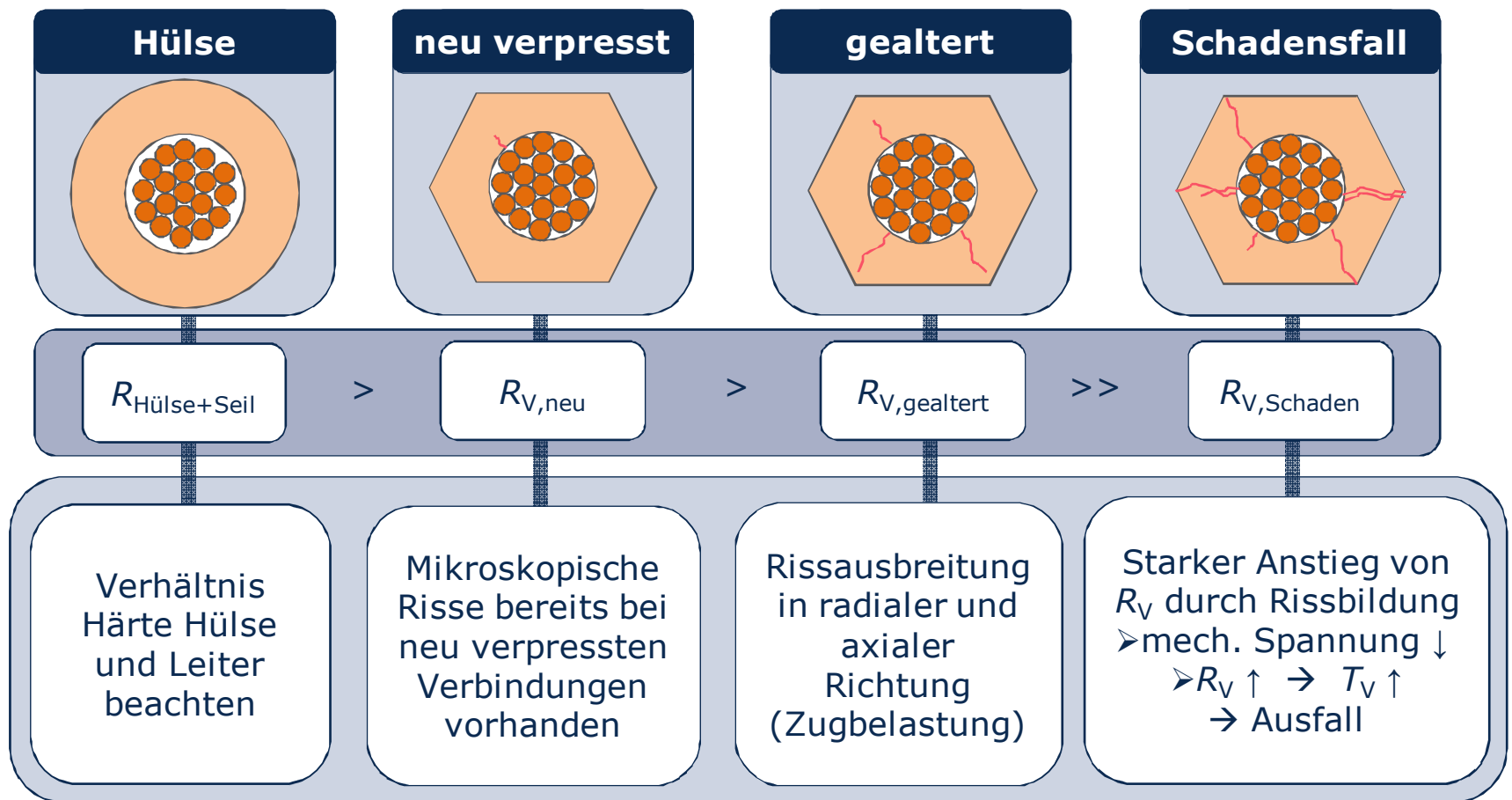
Zusammenhang zwischen Kontaktkraft und Verbindungswiderstand



## Langzeitverhalten Gütefaktor im Betrieb gealterter Sechskant-Pressverbindungen



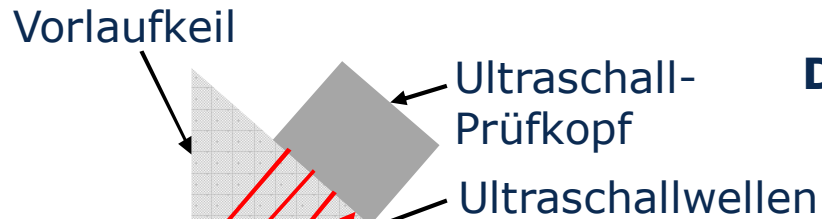
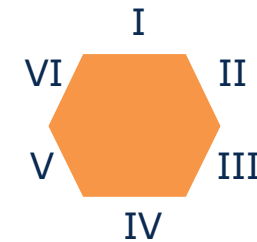
## Diagnose der Verbindung Durchstrahlende-Prüfmethoden – z. B. Ultraschall





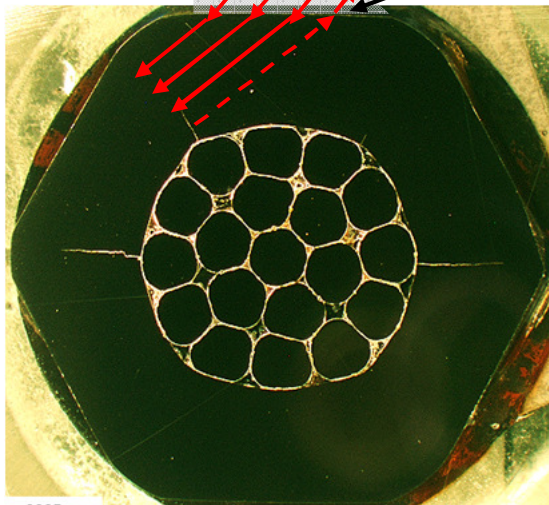
## Diagnose der Verbindung

### Durchstrahlende-Prüfmethoden – z. B. Ultraschall



### Darstellung als farbcodierte Matrix:

- Grün: kein Echo
- Rot: Echo = Riss



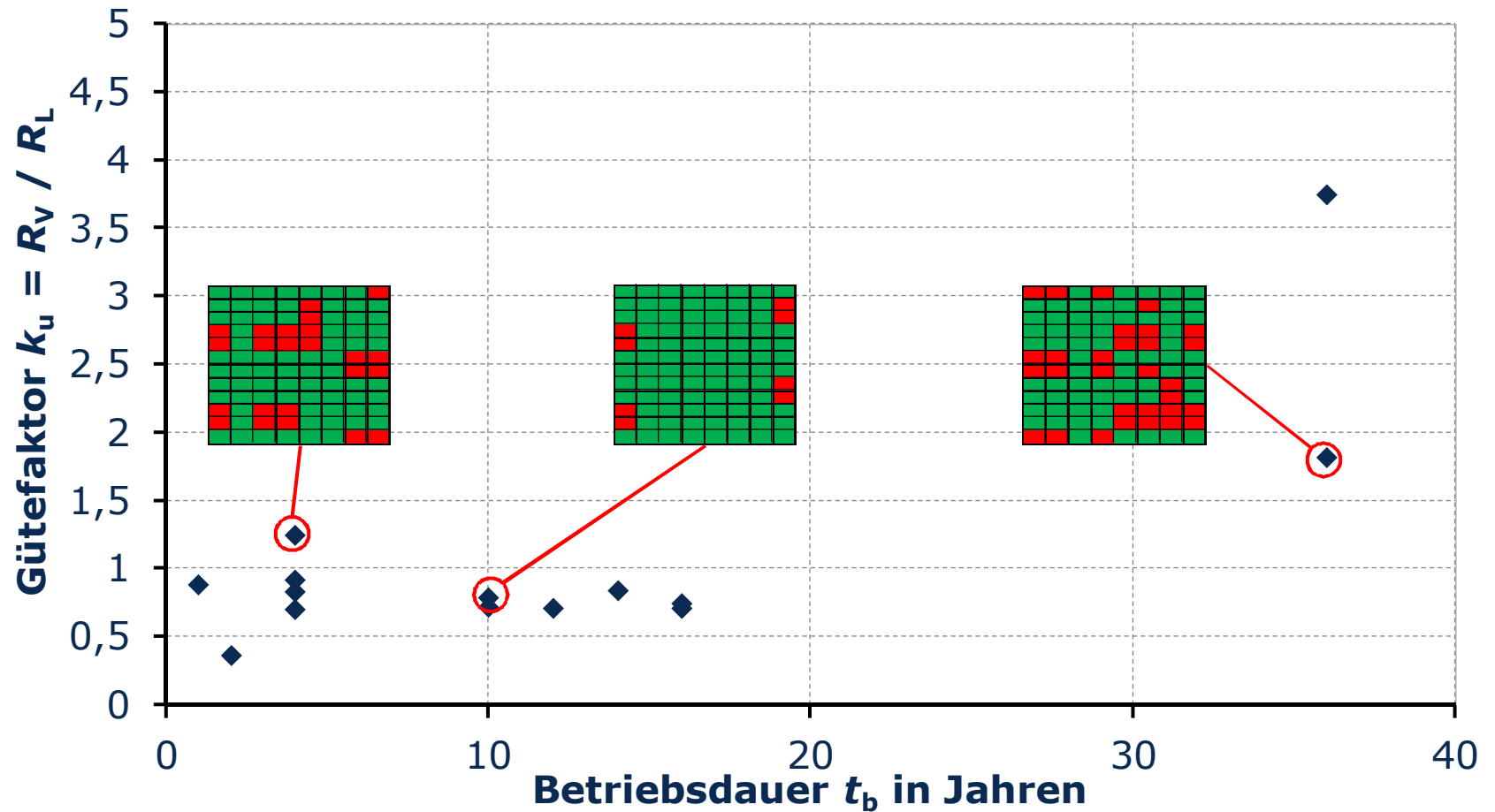
Sechskant-Pressverbindung

**Beispiel**

Beispiel		Presstelle							
Messort		1	2	3	4	5	6	7	8
I	VI								
	II								
II	I								
	III								
III	II								
	IV								
IV	III								
	V								
V	IV								
	IV								
VI	V								
	I								

## Diagnose der Verbindung

### Detektion an neuen und betriebsgealterten Verbindungen



## Zusammenfassung

- Stand der Technik: Zugfeste Sechskant-Pressverbindung als Technologie zum Fügen von Tragseilabschnitten aus Cu-Leg.
- Ziel: Langzeitstabile zugfeste Pressverbindung zum Übertragen von statischen und dynamischen mechanischen Zugkräften und dem Betriebsstrom → **Diagnose des Zustands**
- Alterung der Verbindung während des Betriebs insbesondere durch chemische Reaktionen und Kraftabbau
  - Gütefaktor erhöht sich abhängig von der Zeit
  - Ausfall der Verbindung
- Kraftabbau durch Relaxation (abschätzbar über die Fließspannung des Materials) und eventuelle **Rissbildung**
- **Detektion von Rissen durch Prüfung mit einer durchstrahlenden Messmethode möglich**
- Rissbildung als **Indikator für elektrisches Versagen**

## Kontakt

Dr.-Ing. Stephan Schlegel  
+49(0)351/463-32746  
[stephan.schlegel@tu-dresden.de](mailto:stephan.schlegel@tu-dresden.de)

Dr.-Ing. Stephanie Pfeifer  
+49(0)351/463-39982  
[stephanie.pfeifer@tu-dresden.de](mailto:stephanie.pfeifer@tu-dresden.de)

Univ. Prof. Dr.-Ing. Steffen Großmann  
+49(0)351/463-33428  
[steffen.grossmann@tu-dresden.de](mailto:steffen.grossmann@tu-dresden.de)

Projekt im Auftrag der ÖBB und in Kooperation  
mit der Fraunhofer Gesellschaft und dem  
Institut für Verkehrsinfrastruktur ivis