



WERKSTOFFSERVICE

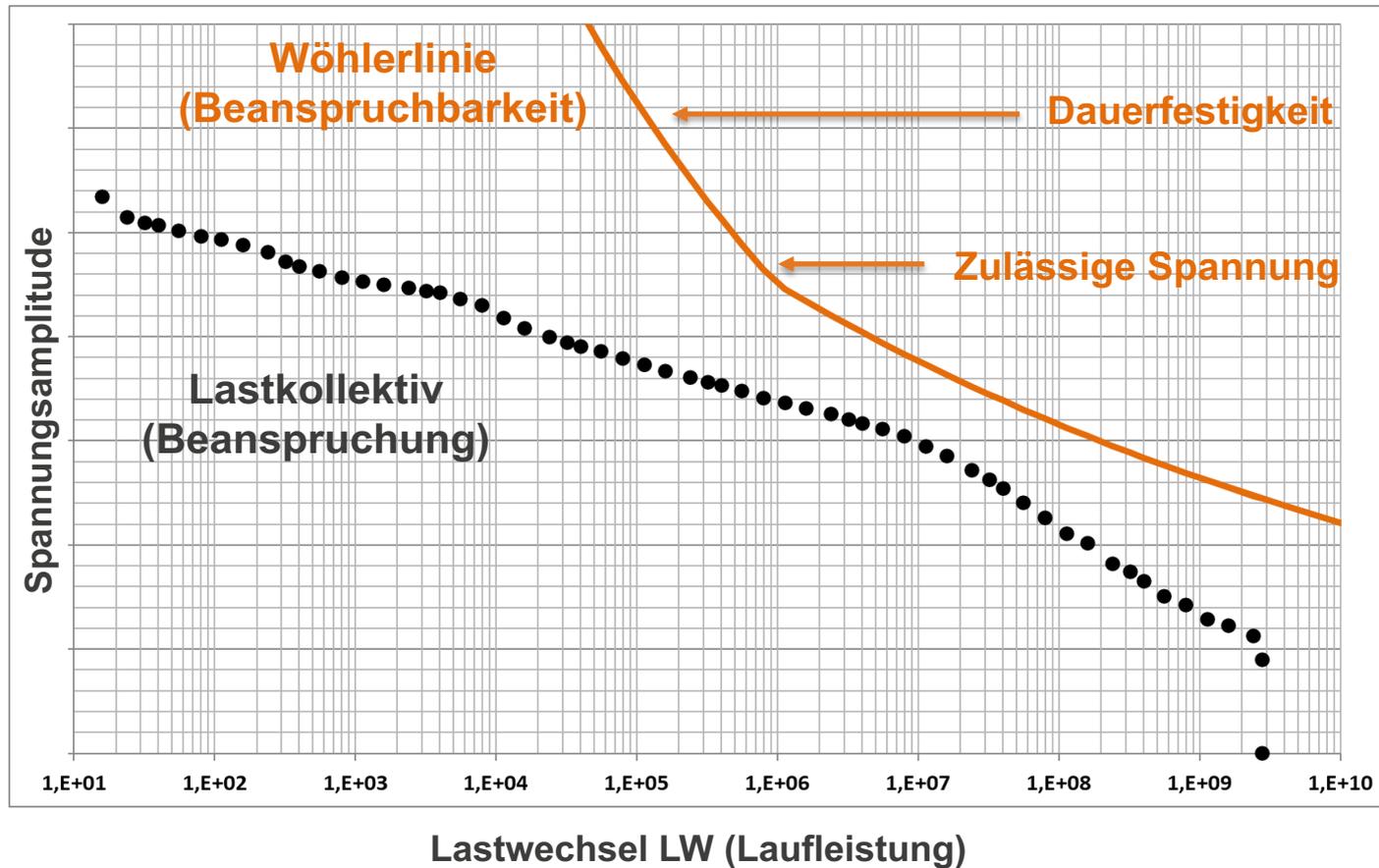
MATERIAL ENGINEERING COMPETENCE

MATERIAL ENGINEERING COMPETENCE



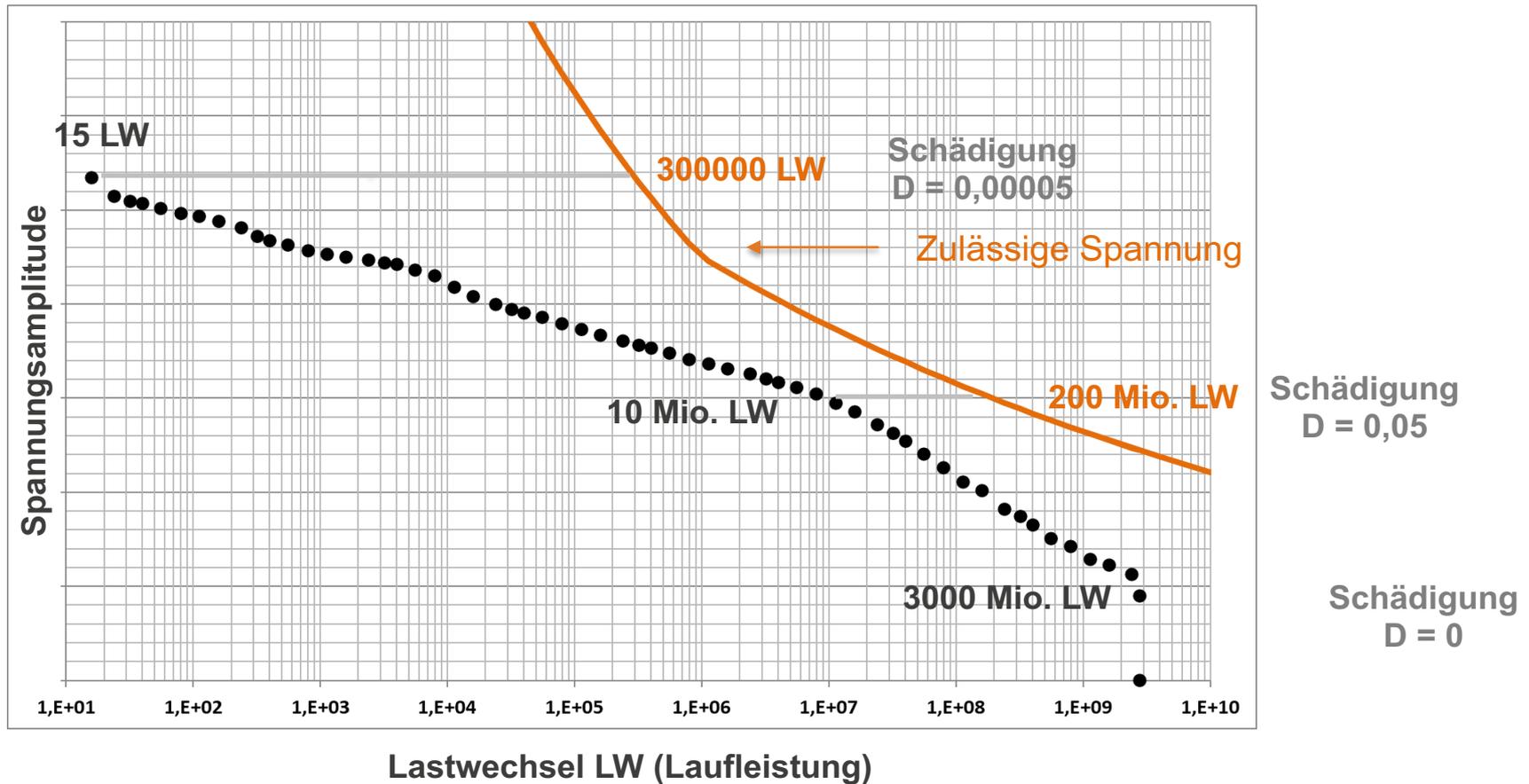
ZfP-Intervalle und bruchmechanische Eigenschaften von Bauteilen

I.Poschmann, W.S. Werkstoff Service GmbH



- ⇒ Beispiel einer Beanspruchung und Beanspruchbarkeit für eine Radsatzwelle
- ⇒ Zulässige Spannung / Dauerfestigkeit => Sicherheitsfaktor
- ⇒ Beachte: Höchst Spannungsamplituden liegen über der zulässigen Spannung





- ⇒ Es sind nicht die besonders hohen (aber seltenen) Lastwechsel, die „weh“ tun
- ⇒ Es sind nicht die besonders häufigen (aber niedrigen) Lastwechsel, die „weh“ tun
- ⇒ Die Beanspruchungen, die „nahe“ an der Wöhlerlinie sind, tun weh

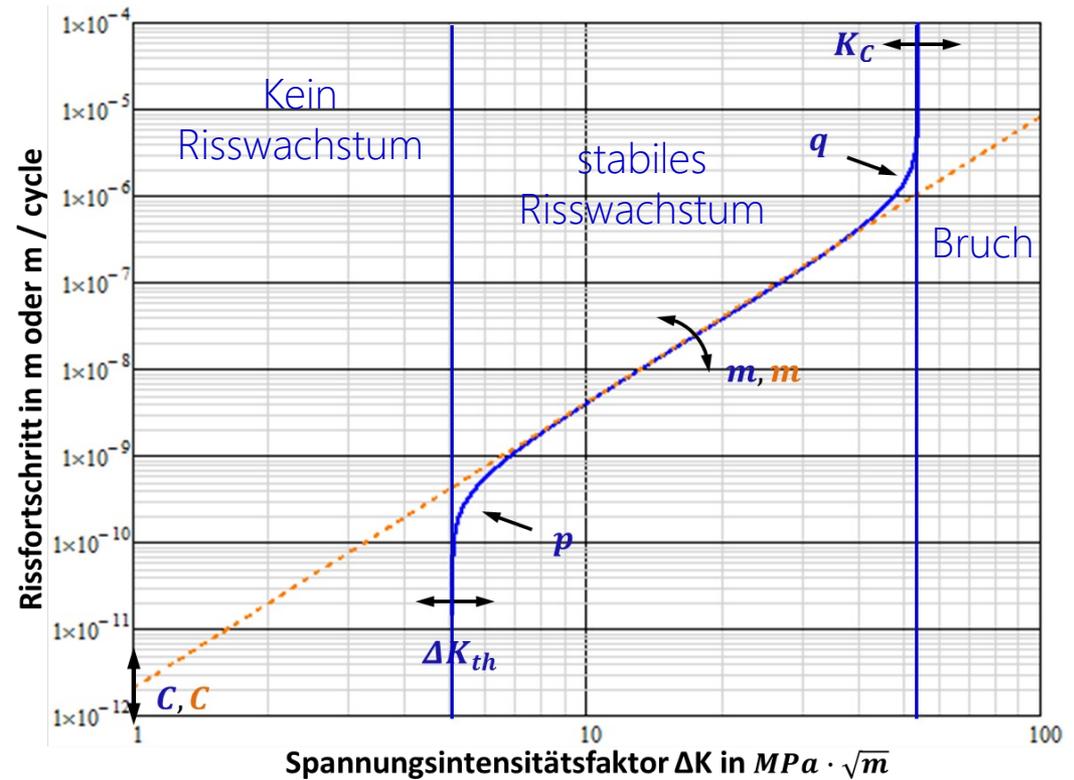


Rissfortschritt nach NASGRO:

$$\frac{da}{dN} = C \cdot \left[\left(\frac{1-f}{1-R} \right) \cdot \Delta K \right]^m \cdot \frac{\left(1 - \frac{\Delta K_{th}}{\Delta K} \right)^p}{\left(1 - \frac{\Delta K_{max}}{K_C} \right)^q}$$

mit

$$\Delta K = \Delta \sigma \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \cdot Y$$



- ⇒ a: Rissgröße
- ⇒ N: Zahl der Belastungszyklen
- ⇒ $\Delta \sigma$ => Lastkollektiv (und Eigenspannungen)
- ⇒ Y: Geometrie
- ⇒ M, c: Werkstoffparameter

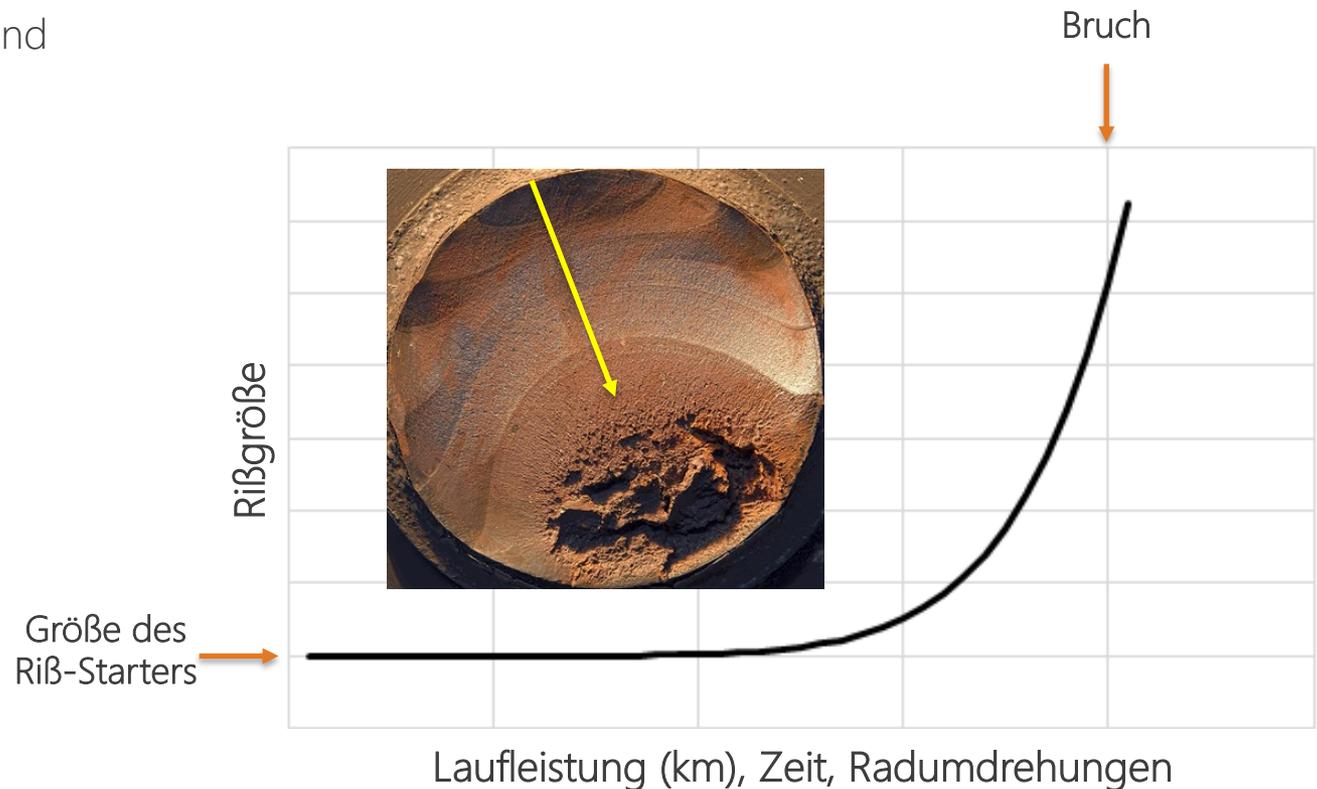


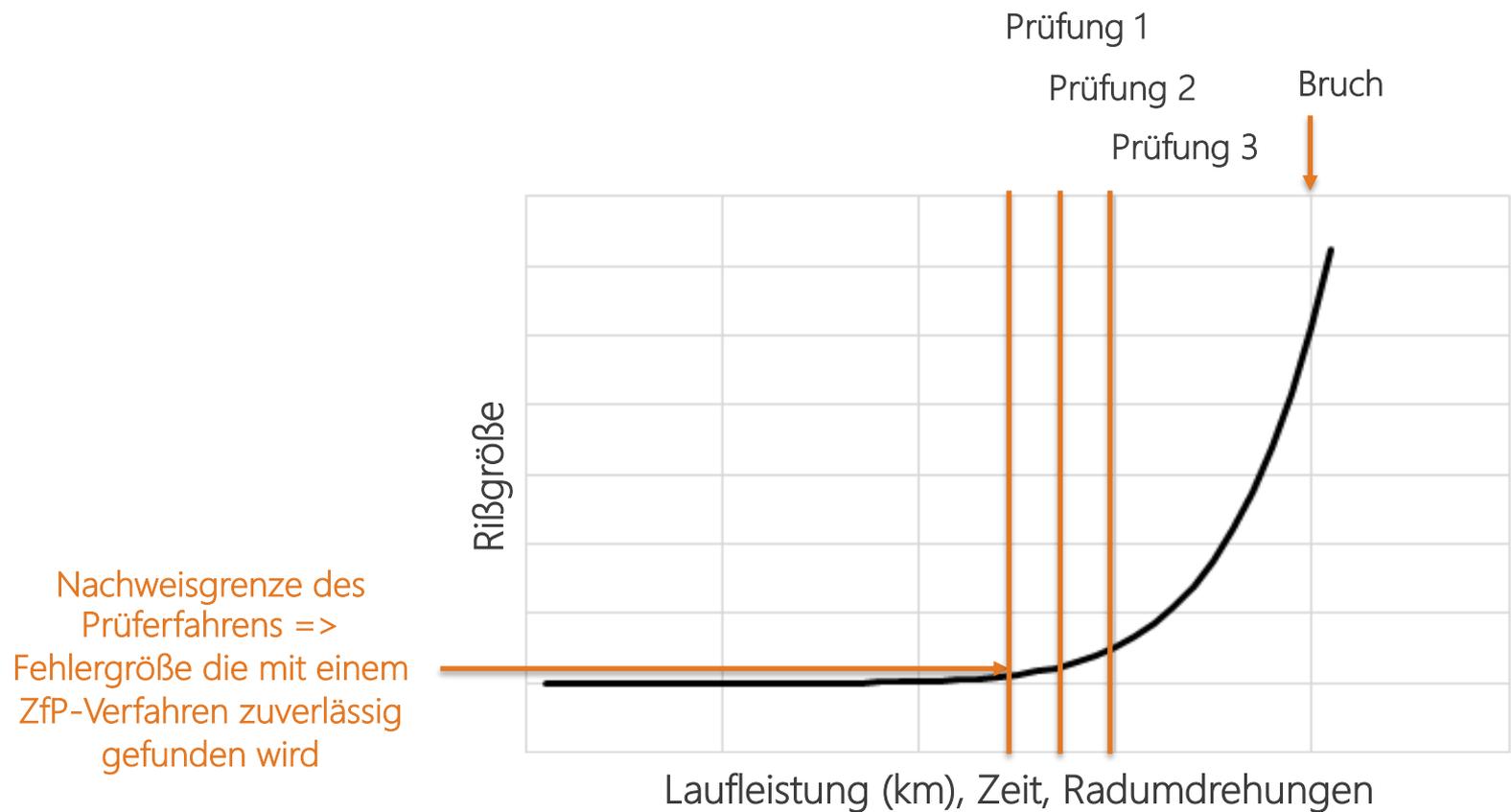
=> Für eine qualifizierte Festlegung wird der Rissfortschritt ermittelt für

- => das konkrete Bauteil
- => mit dem konkreten Werkstoff
- => und den konkreten Lasten

=> Wo kommt die Rissfortschrittskurve her?

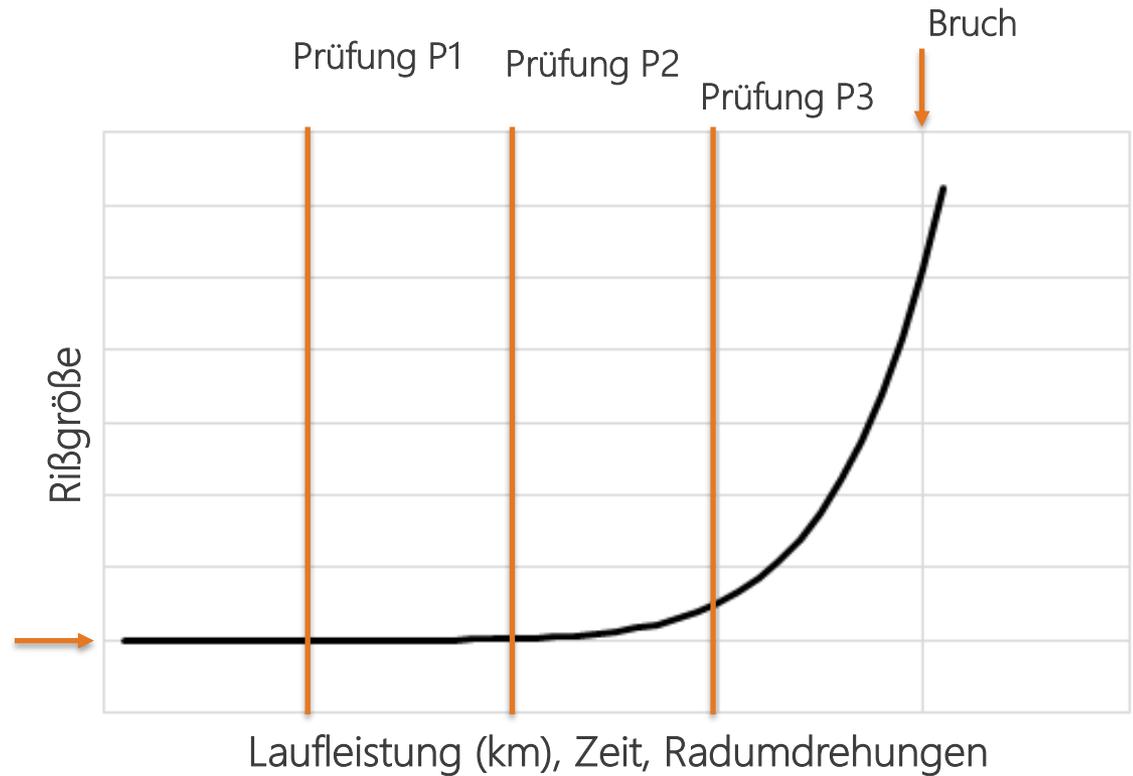
- => Messen oder/und
- => Berechnen



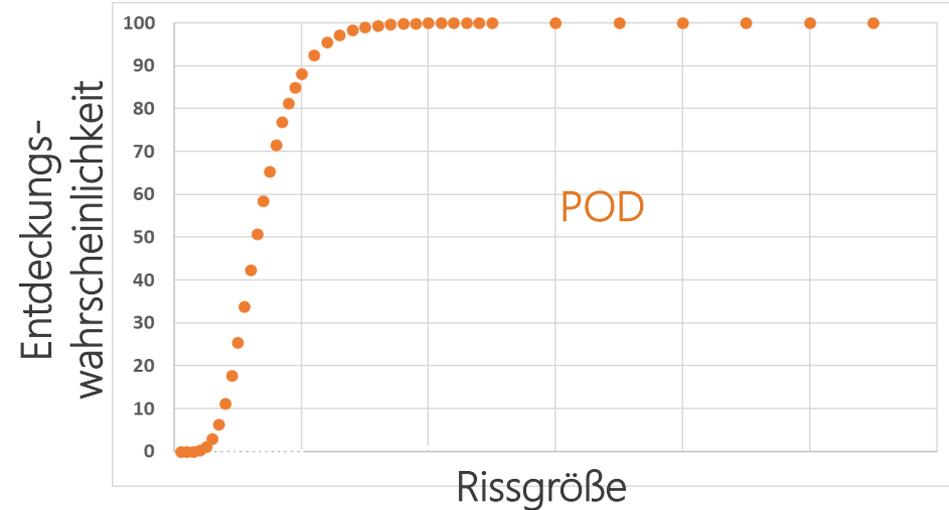
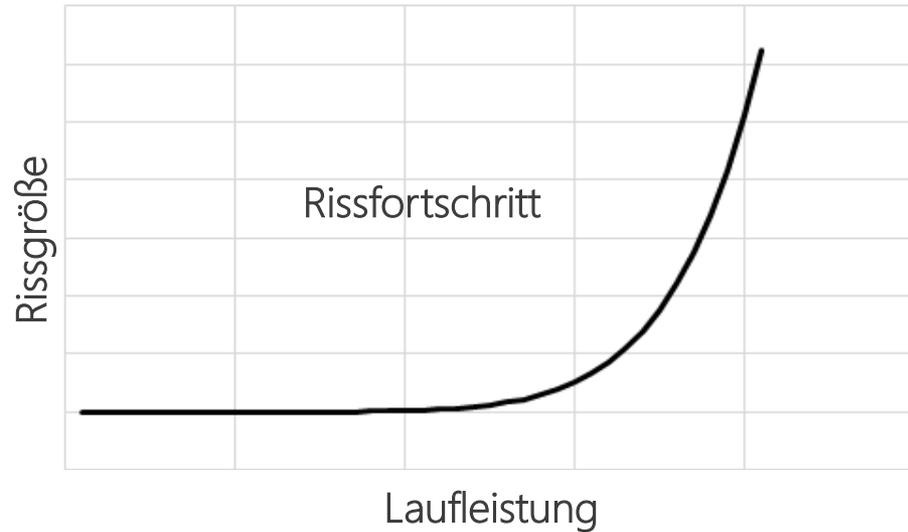


- ⇒ ZfP-Nachweisgrenze ermitteln (POD beachten) => Ab dieser Rissgröße kann geprüft werden
- ⇒ Festlegung, wann der Riss kritisch wird => Spätestens bei dieser Größe muss der Riss gefunden sein
- ⇒ Sicherheitskonzept: Wie oft soll von der Nachweisgrenze bis zur kritischen Rissgröße geprüft werden (beachte POD)

„verbesserte“ Nachweisgrenze des Prüferfahrens => Fehlergröße die mit einem ZfP-Verfahren zuverlässig gefunden wird



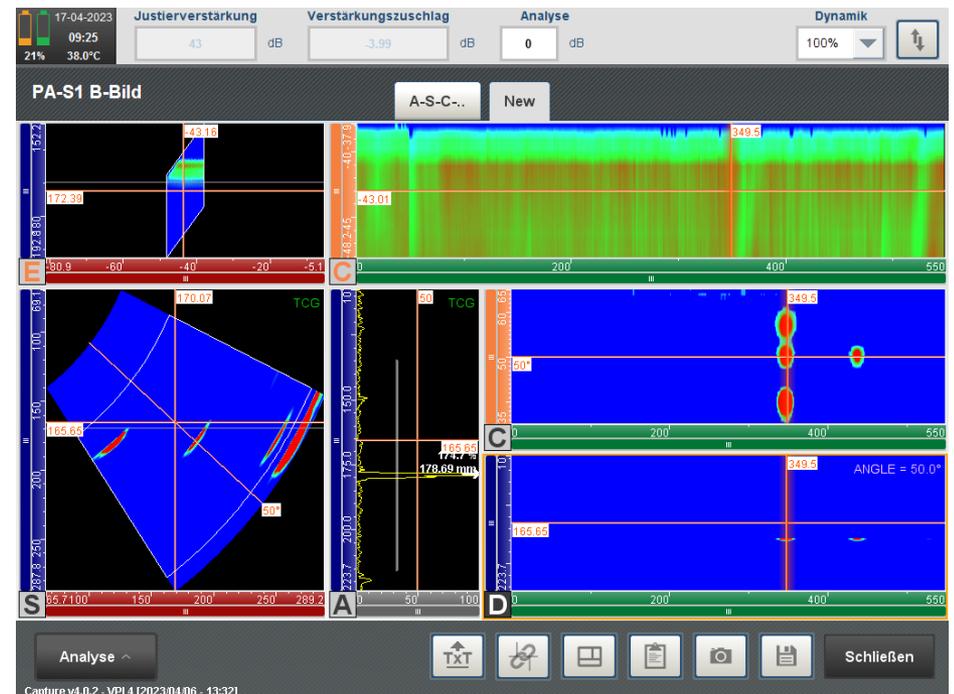
- ⇒ Prüfung kann früher gestartet werden, da kleinere Risse gefunden werden können
- ⇒ Letzte Prüfung (kritische Rissgröße) unverändert
- ⇒ Bei gleichem Sicherheitskonzept (Zahl der Prüfungen) könnte das Prüfintervall „gestreckt“ werden
- ⇒ ABER ...

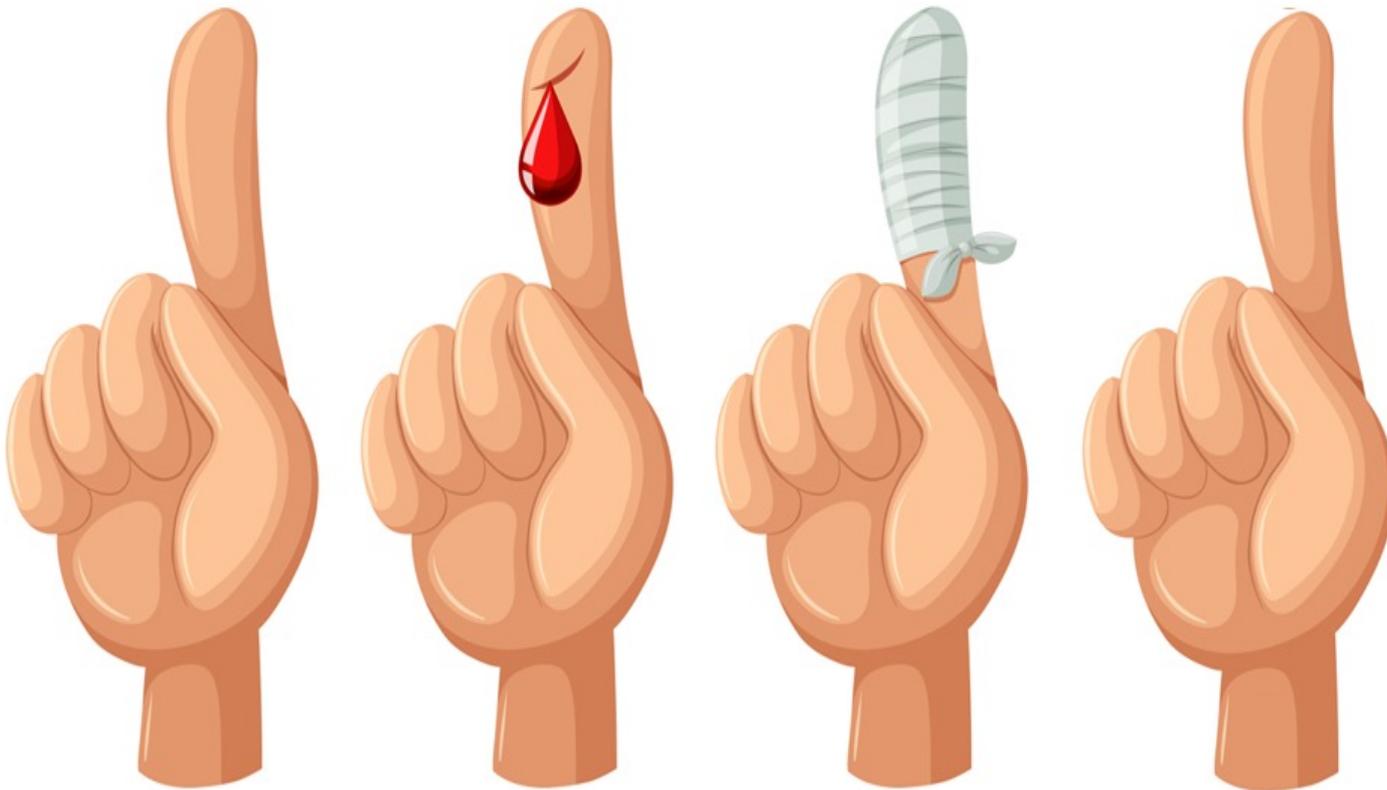


ABER ...

- ⇒ Risse entwickeln sich üblicherweise **nicht** aus kleinsten Strukturen, sondern „ereignen sich“ (Korrosion, Steinschlag, mechanische Beschädigungen)
 - ⇒ Rissstarter kann größer als Nachweisgrenze sein
- ⇒ Die ZfP-Prüftechniken werden nicht auf „kleinste nachweisbare Fehler“ optimiert, sondern auf zuverlässigen Nachweis bestimmter Rissgrößen => POD (Probability of Detection)
 - ⇒ Z.B. mindestens 95% Entdeckungswahrscheinlichkeit
- ⇒ Was ist mit den fehlenden 5%? => Mehrfachprüfung von der Nachweisgrenze bis zur kritischen Größe

- ⇒ Verbesserte POD (Nachweiswahrscheinlichkeit)
- ⇒ Interne Prüfsystemkontrollen (Prüft das System richtig?)
- ⇒ Umfassende Dokumentationsfähigkeit
- ⇒ Anwenderfreundliche Prüfungen
- ⇒ Flexiblere Prüfungen





- ⇒ Schön wäre es, einen Werkstoff zu haben, der sich im Falle der Rissbildung selbst heilen kann
- ⇒ Leider haben wir so etwas im Bahnbereich noch nicht ...



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit



WERKSTOFFSERVICE

MATERIAL ENGINEERING COMPETENCE

W.S. Werkstoff Service GmbH

Katernberger Str. 107 | 45327 Essen

T. +49 201 316844-0 | F. +49 201 316844-29

info@werkstoff-service.de | www.werkstoff-service.de

