



zimmermann consult **ZT** gmbh

Dipl.-Ing. Dr.techn. Welf Zimmermann

Zivilingenieur für Bauwesen

Brückentagung 2013

Wien, Suite Hotel am Kahlenberg, 12. – 14. Juni

Probabilistische Analyse von Betonbrücken

Ein Beitrag zur praxisgerechten Anwendung

Vortragender: Dr. Thomas Moser

Einleitung und Problemstellung

- **Zunahme des Verkehrsaufkommens**
- **Änderung der Anforderungen**
- **Änderung der Normen und Regelwerke**
- **Alternde Verkehrsinfrastruktur**
- **Bewertung von bestehenden Tragwerken**
- **Probabilistische Methoden**
- **Praxisgerechter Zugang**

Zuverlässigkeit von Tragwerken

- Zuverlässigkeiten für Neubauten

- ÖNORM EN 1990

Zuverlässigkeitsklasse	Mindestwert für β	
	Bezugszeitraum 1 Jahr	Bezugszeitraum 50 Jahre
RC 3 (CC 3)	5,2	4,3
RC 2 (CC 2)	4,7	3,8
RC 1 (CC 1)	4,2	3,3

- Joint Committee on Structural Safety (JCSS)

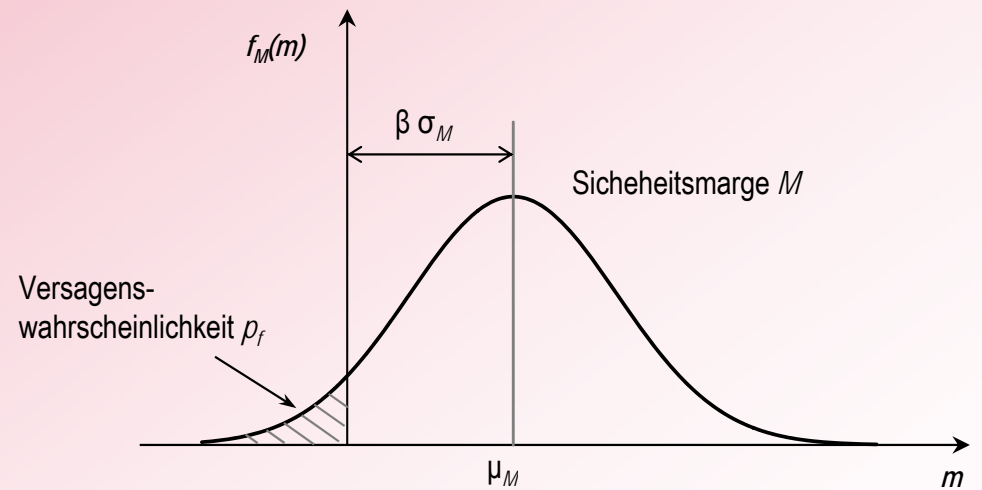
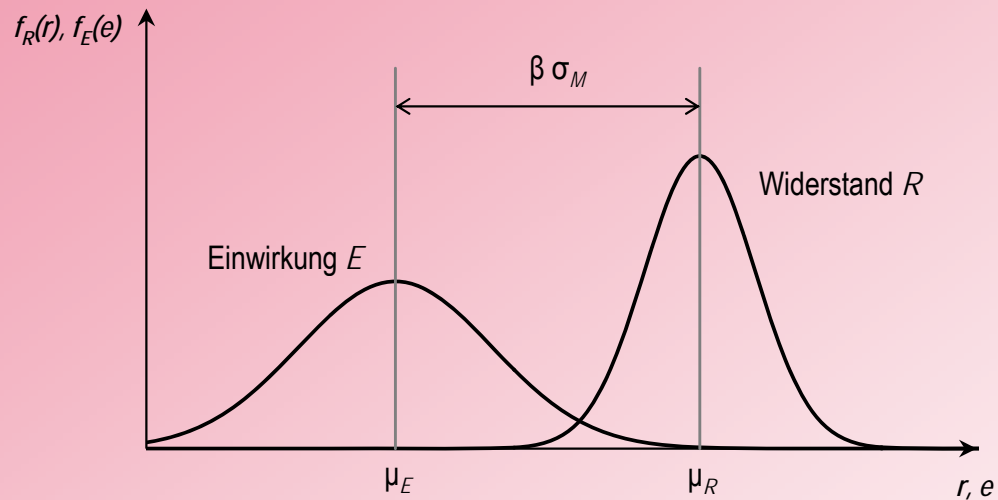
relative Kosten zur Erhöhung der Zuverlässigkeit	Folgen bei Tragwerksversagen		
	Klein	mittel	hoch
hoch	$\beta = 3,1$ ($p_f \approx 10^{-3}$)	$\beta = 3,3$ ($p_f \approx 5 \cdot 10^{-4}$)	$\beta = 3,7$ ($p_f \approx 10^{-4}$)
mittel	$\beta = 3,7$ ($p_f \approx 10^{-4}$)	$\beta = 4,2$ ($p_f \approx 10^{-5}$)	$\beta = 4,4$ ($p_f \approx 5 \cdot 10^{-6}$)
klein	$\beta = 4,2$ ($p_f \approx 10^{-5}$)	$\beta = 4,4$ ($p_f \approx 5 \cdot 10^{-6}$)	$\beta = 4,7$ ($p_f \approx 10^{-6}$)

Zuverlässigkeit von Tragwerken

- **Zuverlässigkeiten für bereits bestehende Bauwerke**
 - Verkürzte geplante Lebensdauer
 - Abminderung der veränderlichen Einwirkungen
 - Reduktion des erforderlichen Zuverlässigkeitsindex
 - Festlegen von 3 Zuverlässigkeitsgrenzen
 - β_1unterste zu erreichende Zuverlässigkeit
 - β_rGrenze für eine Instandsetzungsanweisung
 - βZuverlässigkeit gemäß aktueller Normung

Probabilistischer Ansatz

- Einfluss aller (notwendigen) variablen Größen



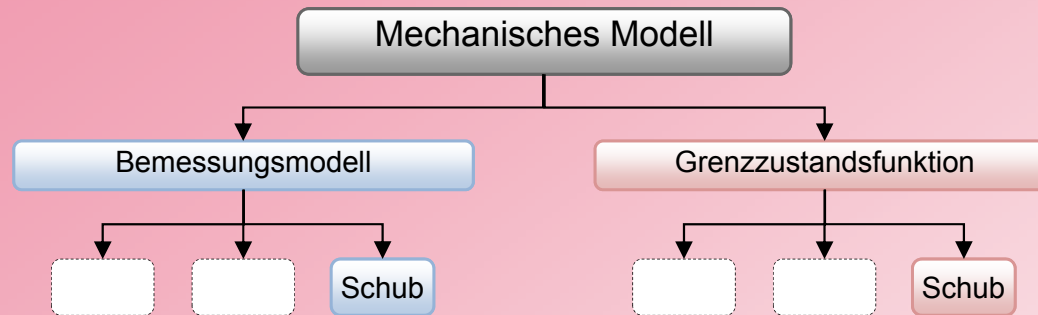
Teilsicherheitsbeiwertekonzept

- **Praxisgerechter Einsatz**
- **Reduktion der Zielzuverlässigkeit = Reduktion der Teilsicherheitsbeiwerte**
- **Verknüpfung von probabilistischen und semi-probabilistischen Berechnungsmethoden**

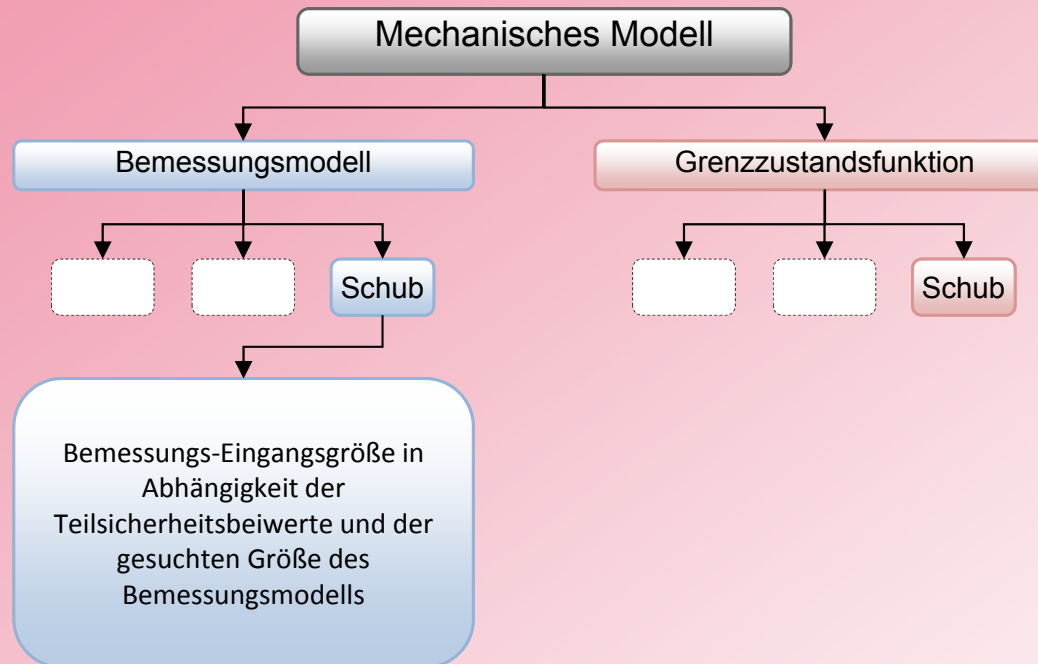
Teilsicherheitsbeiwertekonzept

Mechanisches Modell

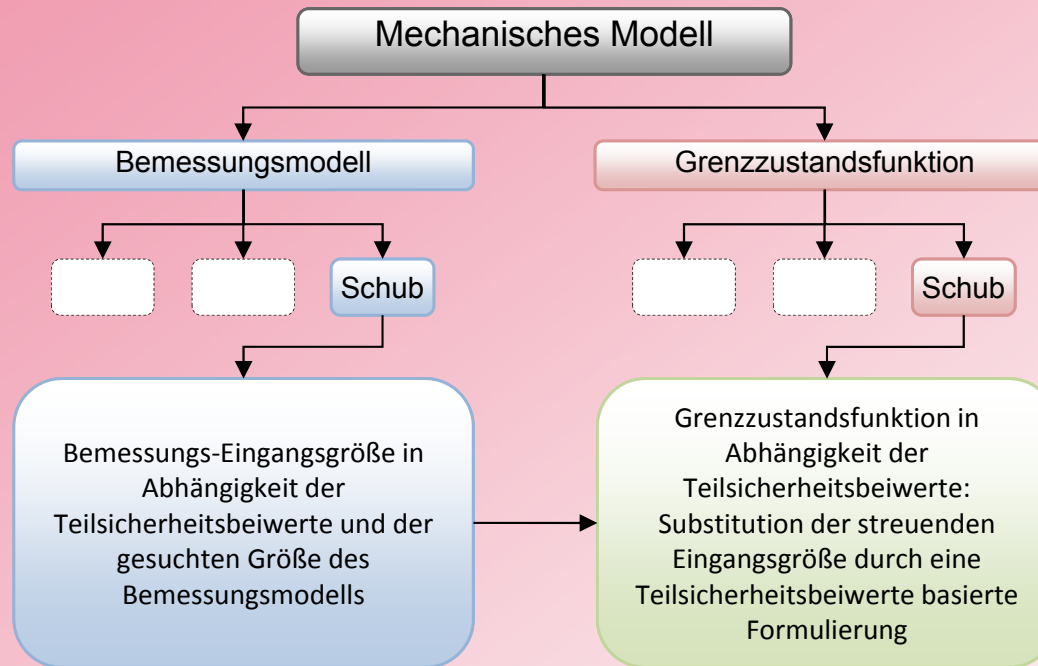
Teilsicherheitsbeiwertekonzept



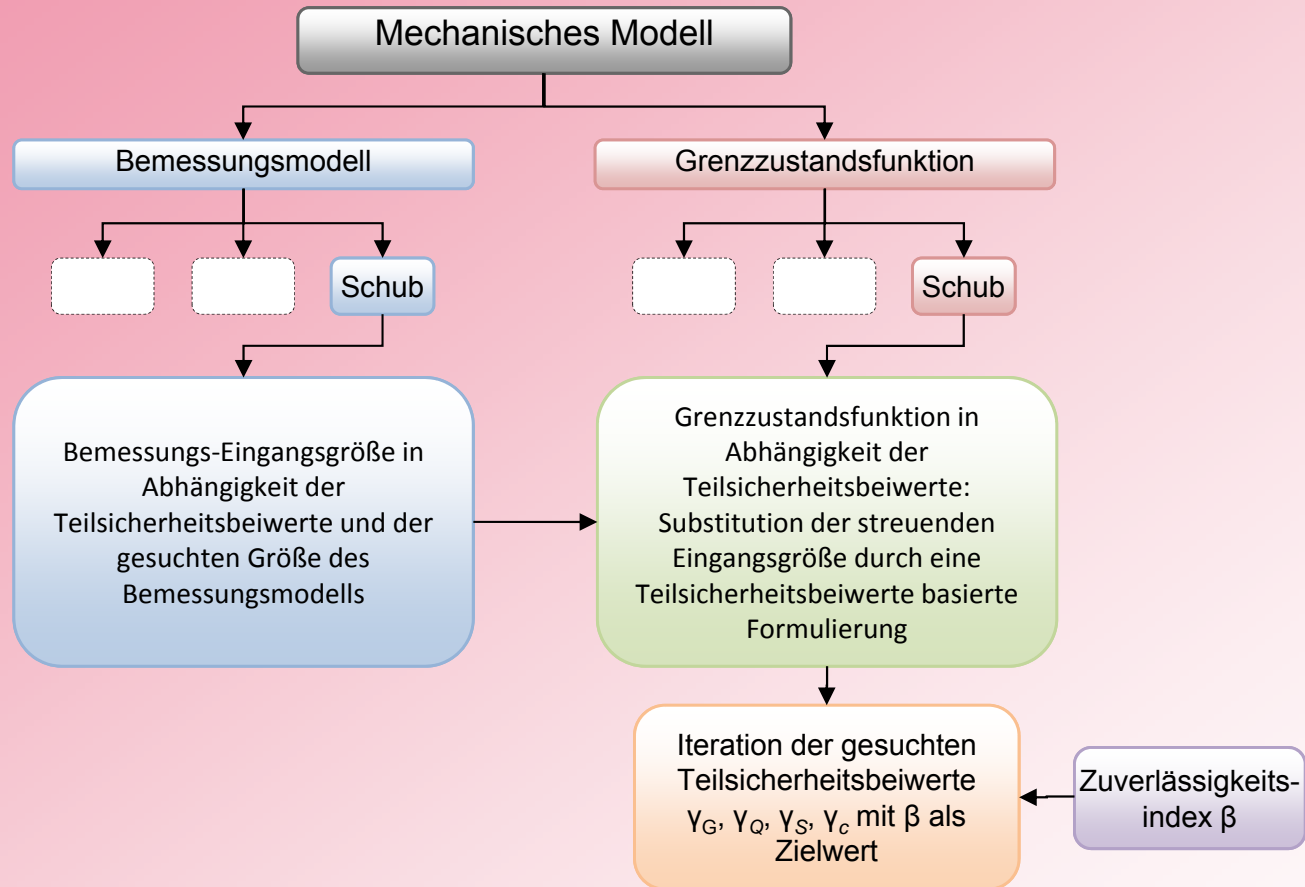
Teilsicherheitsbeiwertekonzept



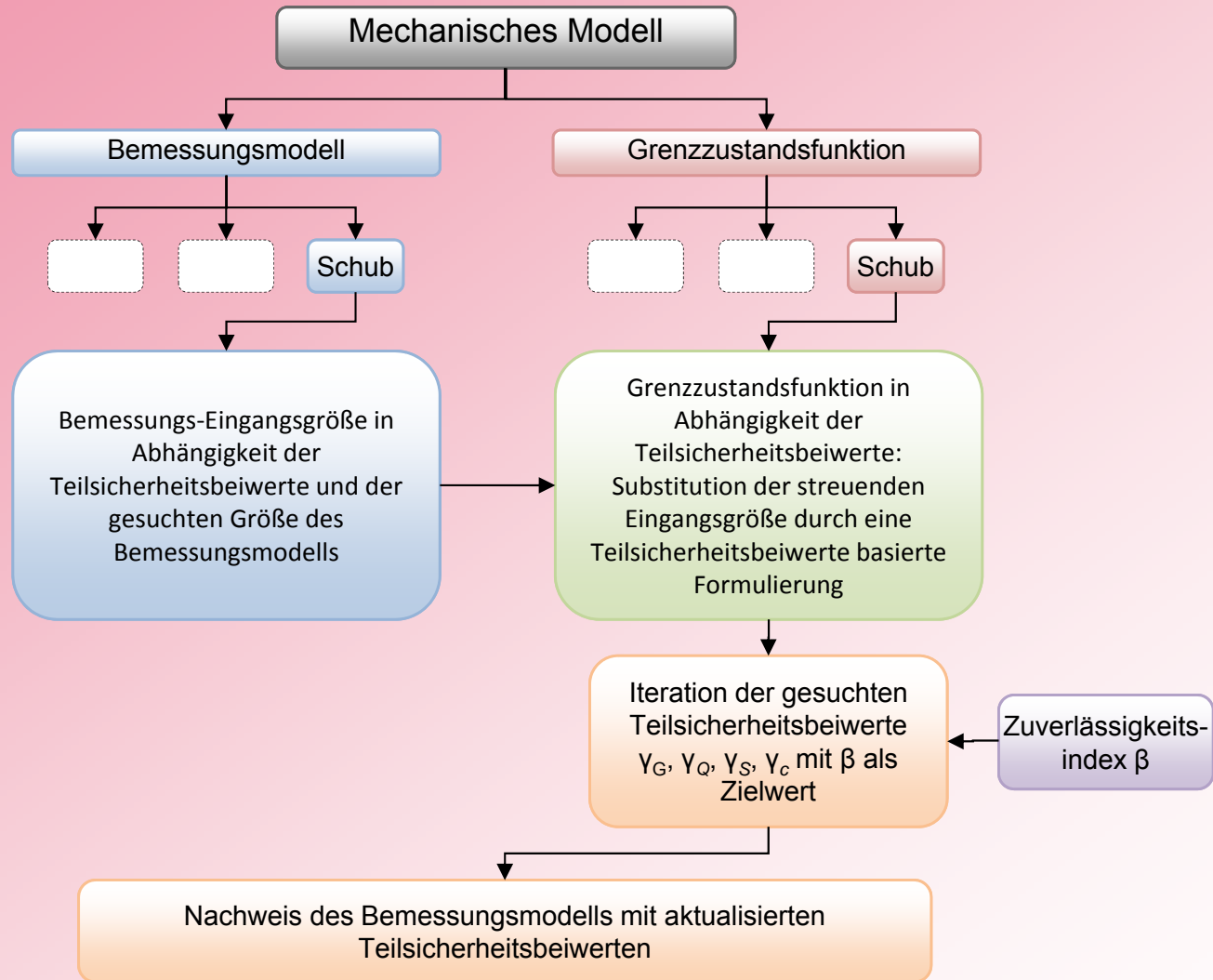
Teilsicherheitsbeiwertekonzept



Teilsicherheitsbeiwertekonzept



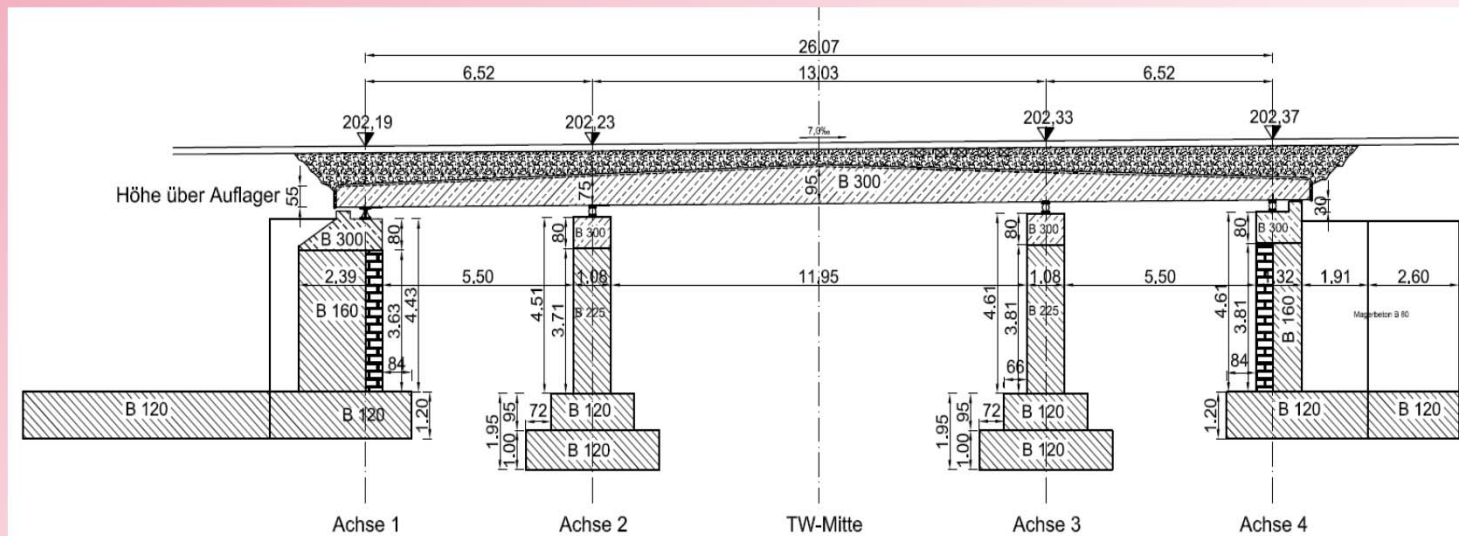
Teilsicherheitsbeiwertekonzept



Teilsicherheitsbeiwertekonzept

- Anwendungsbeispiel

- Brücke der ÖBB / 3 – Feld Durchlaufträger
- Maximale Querkraft bei Achse 1



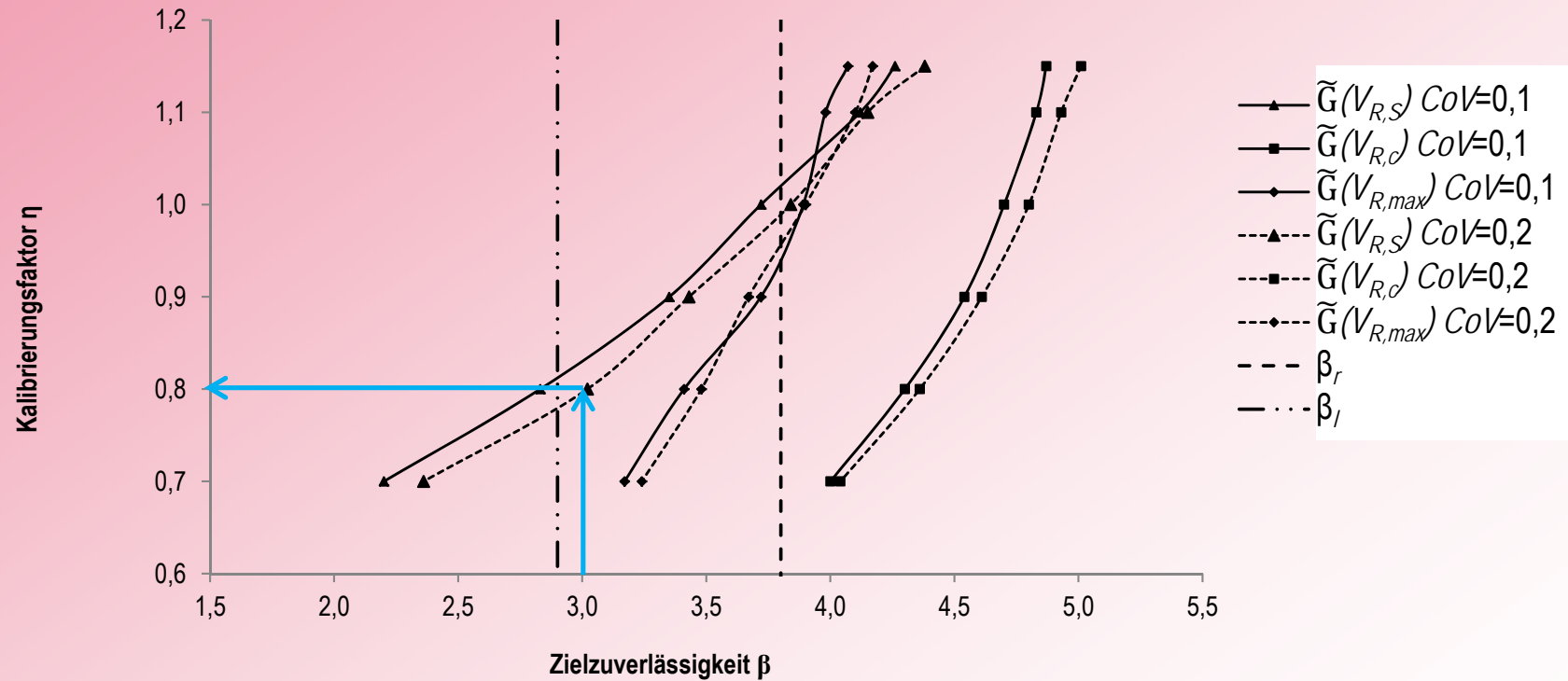
Teilsicherheitsbeiwertekonzept

- Annahmen

	Basisvariable	PDF	μ	CoV / σ
Widerstand	Betondruckfestigkeit f_{cm}	LN	1,0	3,0
	Betonzugfestigkeit f_{ctm}	LN	1,0	0,18 – 0,20
	Bruchenergie G_f	N	1,0	0,178
	Elastizitätsmodul E_{cm}	LN	1,0	0,15
	Stahlstreckgrenze f_{ym}	N	1,0	0,05
	Elastizitätsmodul E_{ym}	LN	1,0	0,05
	Bauteilabmessungen h	N	1,0	0,02
	Statische Nutzhöhe d	N	1,0	0,102 -0,151
	Betondeckung c	N	1,0	0,1 – 0,15
Modellun- sicherheit	Querkrafttragfähigkeit $\Theta_{R(VR,c)}$	LN	1,0	0,15
	Querkrafttragfähigkeit $\Theta_{R(VR,S)}$	LN	1,1	0,10
	Querkrafttragfähigkeit $\Theta_{R(VR,max)}$	LN	1,1	0,15
	Querkraftbeanspruchung $\Theta_{E(V)}$	LN	1,0	0,10
Einw.	Eigenlast inkl. Ausbauten	N	1,0	0,05
	Nutzlasten (ausgehend vom charakteristischen Wert)	N	0,86	0,10
		N	0,75	0,20

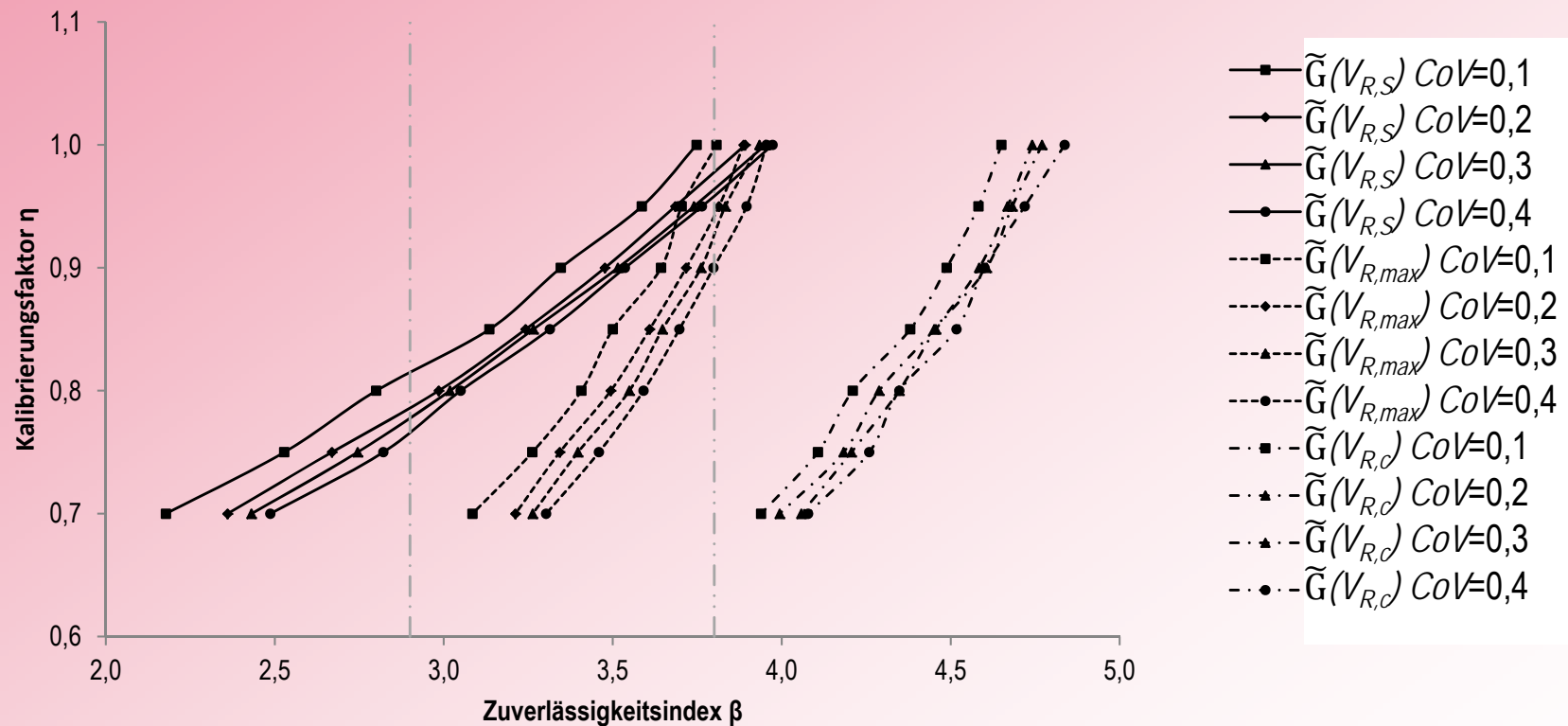
Teilsicherheitsbeiwertekonzept

• Ergebnisse



Teilsicherheitsbeiwertekonzept

- Ergebnisse (normiert)



Teilsicherheitsbeiwertekonzept

- **Zusammenfassung**

- Verknüpfung des semi – probabilistischen Konzeptes mit den probabilistischen Berechnungsmethoden
- Nachweisführung mit Hilfe von Teilsicherheitsbeiwerten für ein definiertes Zuverlässigkeitsniveau
- Möglichkeit zur Erstellung von Diagrammen zur praxisgerechten Anwendung

Ausblick

- **Probabilistische Beurteilung von bestehenden Tragwerken immer wichtiger**
- **Verteilungen und Unsicherheiten in Regelwerke verankern**
- **Einwirkungen spielen eine maßgebende Rolle**
- **Definierte Verteilungen für Streckenklassen**



zimmermann consult **ZT** gmbh

Dipl.-Ing. Dr.techn. Welf Zimmermann

Zivilingenieur für Bauwesen

Brückentagung 2013

Wien, Suite Hotel am Kahlenberg, 12. – 14. Juni

Probabilistische Analyse von Betonbrücken

Ein Beitrag zur praxisgerechten Anwendung

Vortragender: Dr. Thomas Moser