

Probabilistische Analyse von Betonbrücken

Ein Beitrag zur praxisgerechten Anwendung

DI(FH) DI Dr. Thomas Moser, moser@zimmermann-consult.at

Allgemeines

In den letzten Jahrzehnten gab es einen kontinuierlichen Anstieg des Verkehrs. Begleitend dazu änderten sich sowohl die Anforderungen an neu zu planende als auch an bestehende Brückentragwerke. Aufgrund dessen entwickeln sich die der Berechnung zugrunde gelegten Regelwerke permanent weiter.

Die aktuelle Normung erlaubt neben der semi – probabilistischen Berechnung auch eine zuverlässigkeitsbasierte Bewertung von Brückentragwerken. Diese probabilistischen Methoden für die Zuverlässigkeitsbewertung erlauben die Berücksichtigung von Unsicherheiten in der Planung, der Bemessung, der Ausführung und der Erhaltung von neuen und historischen Stahlbetontragwerken. Die Umsetzung der in den Normen erlaubten probabilistischen Nachweisverfahren zur Zuverlässigkeitsbewertung bestehender Stahlbetonbauwerke kommt bis dato jedoch nur sehr beschränkt zur Anwendung und fordert nach entsprechenden Modifikationen.

Zuverlässigkeiten von Ingenieurtragwerken

Sowohl die ÖNORM EN 1990 als auch das JCSS richten sich mit der Festlegung von Zuverlässigkeitsindizes ausschließlich an in Planung befindliche und somit neu zu errichtende Tragwerke. Neben den unterschiedlichen Folgen bei Versagen eines Tragwerks hängt der Zielwert der Zuverlässigkeit auch vom Betrachtungszeitraum des Objektes ab. So werden z.B. die Zuverlässigkeitsindizes für die Bezugszeiträume von einem bzw. von 50 Jahren angegeben.

Während es, wie oben erwähnt, für Neubauten in den Normenwerken verankerte Zuverlässigkeitswerte gibt, werden Zuverlässigkeitsbeiwerte für bereits bestehende Tragwerke nicht geregelt. Es gibt lediglich einige Empfehlungen den mindestens erforderlichen Zuverlässigkeitsindex unter gewissen Voraussetzungen zu reduzieren und anzupassen.

Teilsicherheitsbeiwertekonzept

Das entwickelte Konzept liefert eine Möglichkeit erforderliche Teilsicherheitsbeiwerte zur Einhaltung eines definierten Zuverlässigkeitsindex zu bestimmen. Bei der Ermittlung der reduzierten Teilsicherheitsbeiwerte wird das semi – probabilistische Sicherheitskonzept mit den probabilistischen Berechnungsmethoden verknüpft.

Die Vorgehensweise kann wie folgt beschrieben werden:

- Entwicklung der probabilistischen Grenzzustandsfunktion aus dem Bemessungsmodell
- Beschreibung einer Eingangsgröße (z.B. geometrische Größe) des Bemessungsmodells in Abhängigkeit der Teilsicherheitsbeiwerte und der gesuchten

- Größe des Bemessungsmodells
- Formulierung der probabilistischen Grenzzustandsfunktion in Abhängigkeit der Teilsicherheitsbeiwerte – Substitution der streuenden Eingangsgröße durch deren Teilsicherheitsbeiwerte basierten Formulierung
- Definition eines Zielzuverlässigkeitsindex der betrachteten Grenzzustandsfunktion
- iterative Anpassung der Teilsicherheitsbeiwerte bis zur Erfüllung der Zielzuverlässigkeitsvorgaben
- abschließende semi – probabilistische Nachweisführung mit den aktualisierten Teilsicherheitsbeiwerten

Zur Veranschaulichung des Berechnungsvorganges wurde im Zuge der Dissertation die Schubtragfähigkeit einer bestehenden Eisenbahnbrücke der Österreichischen Bundesbahnen an einer Stelle exemplarisch ermittelt.

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Zuverlässigkeitsindex β bei gleichzeitiger Reduktion der Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q .

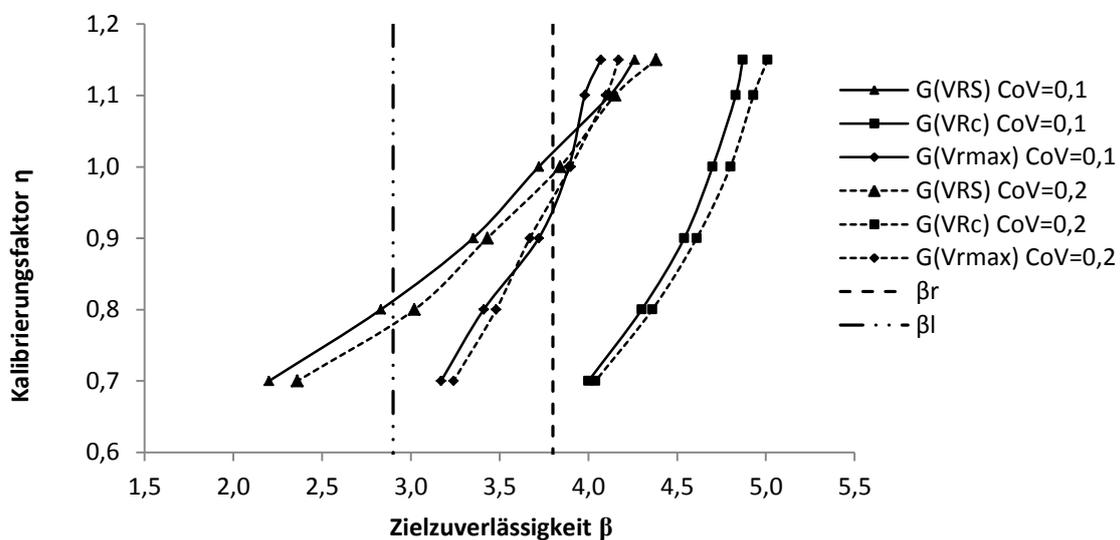


Abbildung 1: Entwicklung der Zuverlässigkeit bei Reduktion der Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q mit dem Kalibrierungsfaktor η

Mit Hilfe des Diagramms in Abbildung 1 ist es möglich für ein definiertes Zuverlässigkeitsniveaus den Kalibrierungsfaktor η zu bestimmen. Wird zum Beispiel ein Zuverlässigkeitsindex von $\beta \geq 3,0$ gefordert so besteht die Möglichkeit die Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q mit dem Faktor 0,8 abzumindern. Kann der semi – probabilistische Nachweis gemäß Eurocode mit den reduzierten Teilsicherheitsbeiwerten erfüllt werden, so ist die Forderung nach einem Zuverlässigkeitsindex $\beta \geq 3,0$ erfüllt.

Ausblick

Eine probabilistische Beurteilung von Tragwerken wird aufgrund der beschränkten Ressourcen immer wichtiger und wird früher oder später auch in der Praxis Einzug halten. Um dies jedoch besser reglementieren zu können, ist es erforderlich Verteilungen und Unsicherheiten, die einer Berechnung zu Grunde gelegt werden dürfen, in Regelwerken zu verankern.