

Fuzzifizierung unscharfer Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Fortsetzungsprojekt zum Thema: Fuzzy-Zuverlässigkeitstheorie I. Ordnung)

Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. habil. B. Möller Prof. Dr.-Ing. W. Graf
Mitarbeiter	Dr.-Ing. M. Beer
Finanzierung	DFG
Laufzeit	9/00 - 8/01

Im Rahmen des seit 1999 geförderten Forschungsprojektes "Fuzzy-Zuverlässigkeitstheorie I. Ordnung und ihre Anwendung auf die Sicherheitsbeurteilung ebener Stahlbeton-Stabtragwerke" wurde auf der Basis der Theorie der Fuzzy-Zufallszahlen ein neues Sicherheitskonzept als Fuzzy-Zuverlässigkeitstheorie I. Ordnung (FFORM) entwickelt und auf eben wirkende Stahlbeton-Stabtragwerke angewendet. Dieses Sicherheitskonzept stützt sich auf Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Eingangsparameter.

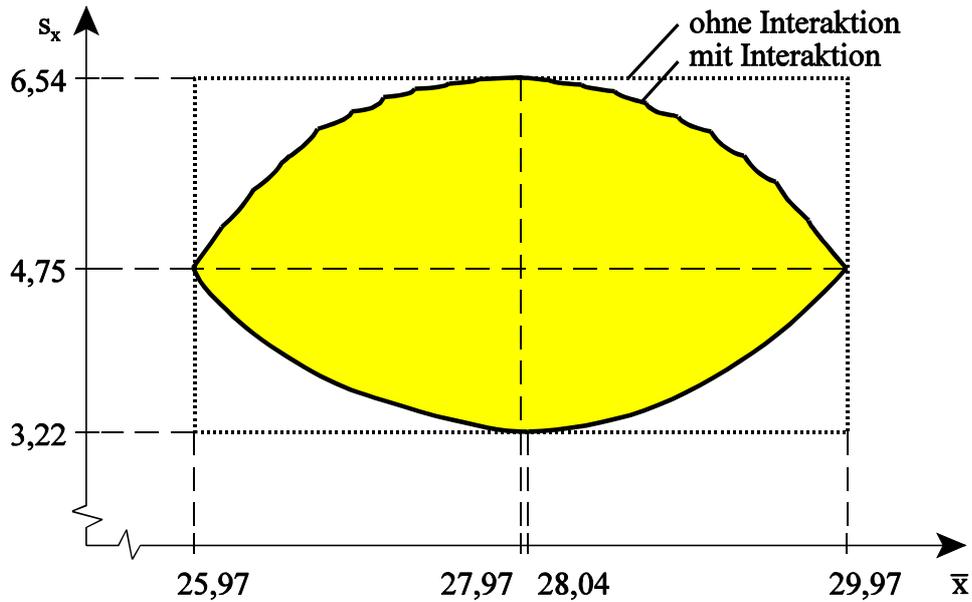
Die theoretische Basis zur Aufstellung von Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsverteilungen ist jedoch nur ansatzweise entwickelt. Bei Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsverteilungen wird die ihnen innewohnende Unschärfe - im Gegensatz zur Anwendung der Punkt- und Intervallschätzung in der Stochastik - nicht reduziert, sondern vollständig in die Sicherheitsbeurteilung eingeführt.

Es wird das Ziel verfolgt, neue Algorithmen für das Aufstellen von Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu entwickeln. Die Funktionswerte einer Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsverteilung sind Fuzzy-Zahlen; sie beschreiben die nichtstochastische Unschärfe in der Auftretenswahrscheinlichkeit von Realisierungen. Die statistischen Parameter für diese Verteilungen sollen auf der Basis der Fuzzy-Set-Theorie in Verbindung mit fundierten Schätzverfahren der mathematischen Statistik als Fuzzy-Zahlen berechnet werden. Tests und Anwendungsbeispiele sollen die Vorteile und die Effizienz der neuen Algorithmen belegen.

BEISPIEL

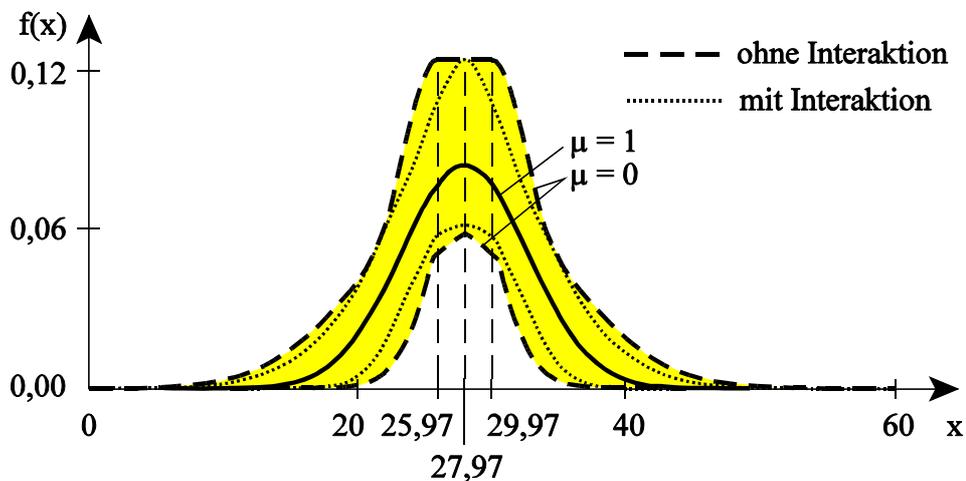
Als Beispiel sei eine Stichprobe mit Fuzzy-Realisierungen \tilde{x}_i gegeben. Die informelle Unschärfe jeder Fuzzy-Realisierung wird durch eine Fuzzy-Zahl erfaßt, die eine unscharfe Messung repräsentiert. Für die Berechnung der empirischen Kennwerte werden die üblichen Stichprobenfunktionen als Abbildungsoperator genutzt.

Die Fuzzy-Realisierungen \tilde{x}_i stellen einen Zusammenhang zwischen dem Fuzzy-Stichprobenmittel $\tilde{\bar{x}}$ und der Fuzzy-Standardabweichung \tilde{s}_x der Stichprobe her. Die Abb. zeigt diese Interaktionsbeziehung für das Zugehörigkeitsniveau $\alpha = 0$.



Interaktion von Fuzzy-Stichprobenmittel $\tilde{\bar{X}}$ und Fuzzy-Standardabweichung \tilde{s}_x

Wird die zu quantifizierende Fuzzy-Zufallsgröße \tilde{X} als normalverteilt angenommen, kann Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $\tilde{f}(x)$ und Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsverteilungsfunktion $\tilde{F}(x)$ angegeben werden. Bei Vernachlässigung der Interaktion werden Hüllkurven dieser Funktionen erhalten.



Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $\tilde{f}(x)$ mit und ohne Berücksichtigung der Interaktion

Im Beispiel wird der Verlauf der Fuzzy-Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $\tilde{f}(x)$ maßgeblich durch die Interaktion von Fuzzy-Erwartungswert und Fuzzy-Standardabweichung beeinflusst. Insbesondere in den Randbereichen von $f(x)$, die bei der Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit wesentliche Anteile liefern, sind Unterschiede zwischen den Lösungen mit und ohne Berücksichtigung der Interaktion zu erkennen. Die Interaktionsbeziehung schließt das gleichzeitige Auftreten der Extremwerte von Erwartungswert und Standardabweichung aus, die maximal möglichen Funktionswerte von $\tilde{f}(x)$ in den Randbereichen werden bei Berücksichtigung der Interaktion verringert.