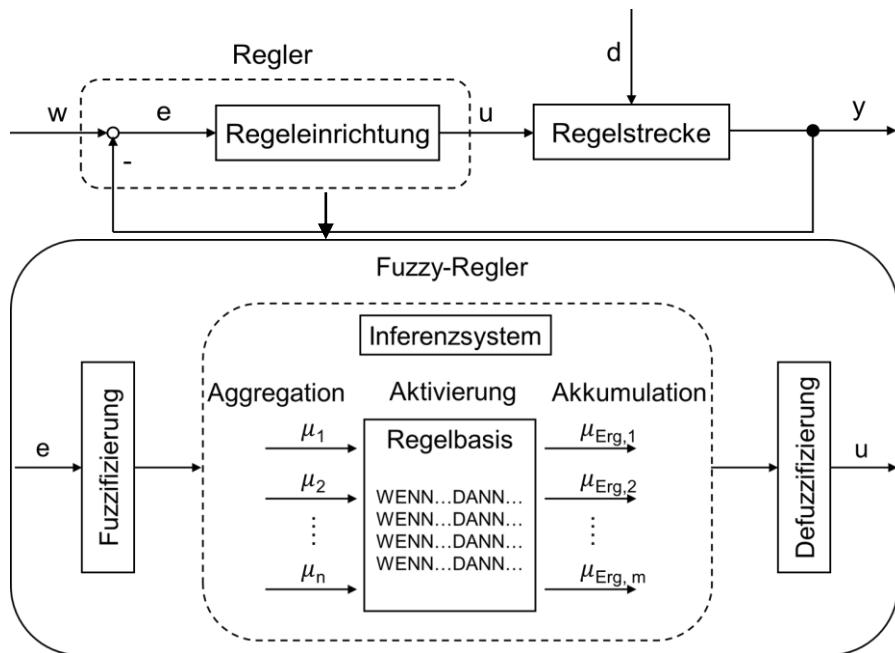


Master's Thesis von Alexander Kutsch

Mentoren:

Sabine Krause, M.Sc.

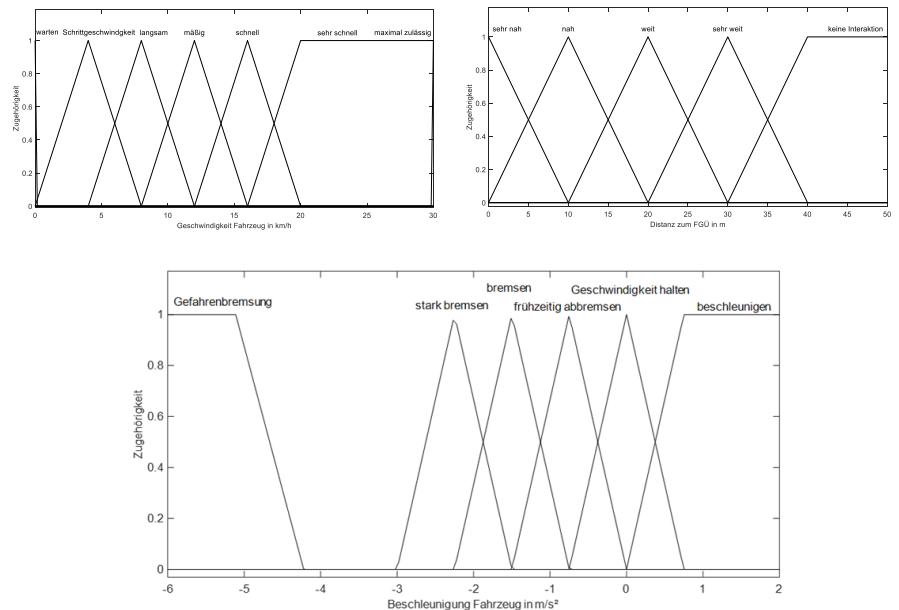
Philipp Stüger, M.Sc.



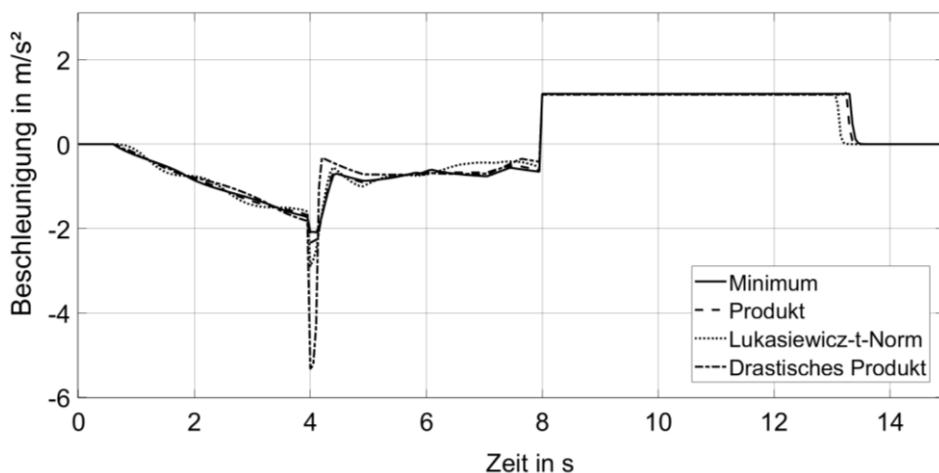
Genereller Aufbau eines Fuzzy-Reglers

Die Fuzzy-Logik stellt eine Erweiterung der klassischen Logik dar. Elemente können einer Menge nicht mehr ausschließlich ganz oder gar nicht angehören, sondern auch teilweise. Grundmengen werden dafür in Fuzzy-Mengen (Fuzzy-Sets) geteilt, welche durch Zugehörigkeitsfunktionen beschrieben werden. Über diese Funktionen werden im Regelsystem zunächst scharfe Eingangswerte unscharf gemacht (Fuzzifizierung). Im Inferenzsystem des Reglers werden diese unscharfen Mengen dann auf Grundlage einer Regelbasis, abhängig vom anzuwendenden System, entweder wieder in unscharfe Ergebnismengen oder direkt in einen scharfen Wert umgesetzt. Dabei werden verschiedene Operatoren, basierend auf t-Normen und t-Conormen für die Verknüpfung mehrerer Mengen und für die eigentliche Implikation genutzt. Die meistgenutzten Regler verwenden die Systeme nach Mamdani oder Takagi-Sugeno-Kang. Dabei können sowohl linguistische Expertenregeln verarbeitet, als auch Daten in das Inferenzsystem eingepasst werden.

Zur Regelung vieler Situationen im Straßenverkehr sind in den Regelwerken unscharfe Anweisungen vorgegeben. Beispielsweise finden sich in der Straßenverkehrsordnung Angaben wie „stark bremsen“ [§ 4 Abs 1 StVO] oder „vorsichtig vorbeifahren“ [§ 20 Abs 1 StVO]. Der Mensch kann mit diesen Aussagen intuitiv gut umgehen, Maschinen jedoch nicht. Um diese Angaben auch für Maschinen verarbeitbar zu machen, können die Fuzzy-Logik und darauf basierende Inferenzsysteme genutzt werden. Im Laufe der Jahre wurden dazu viele verschiedene Systeme entwickelt, welche wiederum unterschiedliche Parameter und Operatoren anwenden. Ziel dieser Arbeit ist es, diese Systeme zu vergleichen und zu analysieren, ob sich die darauf basierenden Regler zur Fahrzeugsteuerung eignen, um komplexe Situationen autonom bewältigen zu können. Um diesen Vergleich ziehen zu können, wurde eine Situation aus dem Fragenkatalog der theoretischen Führerscheinprüfung gewählt und für diese mehrere Fuzzy-Regler entworfen, welche die verschiedenen Inferenzsysteme umsetzen.



Input- und Output-Variablen des entworfenen Fuzzy-Reglers nach Mamdani



Vergleich der Simulationsergebnisse für die Anwendung verschiedener Operatoren für die Implikation

Zur Auswertung der Systeme wurde ein Fahrzeug simuliert, welches sich einem Fußgängerüberweg nähert. Dabei wurde die unscharfe Anweisung, frühzeitig abzubremsen, um wartenden Fußgängern zu signalisieren, dass sie die Straße queren können, umgesetzt. Anhand der vier Eingangsvariablen Geschwindigkeit, Distanz zum FGÜ, Position der Personen und Geschwindigkeit der Personen wird als Ergebnis die Beschleunigung ermittelt. In einem Simulink-Modell wurde diese dann auf die Input-Variablen zurück geführt, sodass die Situation simuliert und die verschiedenen Inferenzsysteme miteinander verglichen werden konnten. Dabei zeigte sich, dass sowohl das System nach Mamdani, als auch das nach Takagi-Sugeno-Kang zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Die Wahl der Operatoren spielt nur eine untergeordnete Rolle, der Einfluss ist relativ gering. Aus den Ergebnissen lässt sich auch schließen, dass die Umsetzung von Fuzzy-Reglern grundsätzlich gut geeignet zu sein scheint, um unscharfe Anweisungen im Straßenverkehr für Maschinen verarbeitbar zu machen.